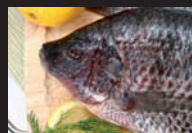


Manual de Producción de **Tilapia** con
Especificaciones de Calidad e Inocuidad



Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad e Inocuidad



Índice

Capítulo 1. Introducción	Pág. 5
1.1 Presentación	
1.2 Objetivos	
1.3 Campo de Aplicación	
Capítulo 2. Generalidades de la Tilapia	Pág. 8
2.1 Antecedentes	
2.2 Distribución	
2.3 Taxonomía y Genética	
2.4 Funciones Básicas y Metabolismo	
3.4.1 Hábitos Alimenticios	
3.4.2 Crecimiento	
3.4.3 Respiración	
3.4.4 Reproducción	
2.5 Anatomía de Tilapia	
2.6 Ventajas del Cultivo de Tilapia	
Capítulo 3. Buenas Prácticas de Producción	Pág. 19
3.1 Calidad e Inocuidad	
3.1.1 <i>Inocuidad en el cultivo de la Tilapia</i>	
3.2 Identificación de Peligros	
3.2.1 <i>Peligros de Origen Biológico</i>	
3.2.2 <i>Peligros de Origen Químico</i>	
3.3 Evaluación y Corrección de Riesgos de Contaminación	
3.3.1 <i>Sistema de Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos</i>	
3.3.2 <i>Medidas Correctivas</i>	
Capítulo 4. Implementación de las Buenas Prácticas de Producción	Pág. 37
4.1 Consideraciones en la Construcción de la Granja	
4.1.1 <i>Selección del Sitio</i>	
4.1.2 <i>Tipos de Cultivo</i>	
4.1.3 <i>Sistemas de Cultivo</i>	
4.2 Consideraciones de Higiene	
4.2.1 <i>Higiene y Salud del Personal</i>	
4.2.2 <i>Instalaciones, Equipo y Utensilios</i>	
4.2.3 <i>Proceso</i>	
4.3 Control de Plagas	
4.4 Manejo de los Desechos	
4.4.1 <i>Limpieza y Desinfección</i>	

Capítulo 5. Manejo de los Recursos Hídricos **Pág. 58**

- 5.1 Especificaciones para el Sistema de Abastecimiento de Agua
- 5.2 Calidad del Agua
- 5.3 Puntos de Muestreo
 - 5.3.1 *Fuentes Externas de Contaminación*
 - 5.3.2 *Fuentes Internas de Contaminación*
- 5.4 Monitoreo de la Calidad del Agua
 - 5.4.1 *Metodología de Muestreo*
- 5.5 Qué hacer en caso de que el agua de cultivo no sea de calidad

Capítulo 6. Manejo de Sustancias Químicas y Fármacos **Pág. 73**

- 6.1 Uso de sustancias Químicas y Fármacos
- 6.2 Sustancias Permitidas para su Uso en la Acuicultura
- 6.3 Sustancias Prohibidas para su Uso en la Acuicultura

Capítulo 7. Cultivo de Tilapia **Pág. 82**

- 7.1 Selección de los Reproductores
 - 7.1.1 *Estanques de Reproducción*
 - 7.1.2 *Siembra de Reproductores*
- 7.2 Recolección de las crías
 - 8.2.1 *Recolección de alevines de criaderos establecidos*
- 7.3 Cultivos Monosexo
- 7.4 Manipulación de las crías
- 7.5 Etapas de Desarrollo de la Tilapia
 - 7.5.1 *Siembra*
 - 7.5.2 *Crianza*
 - 7.5.3 *Preengorda*
 - 7.5.4 *Engorda*

Capítulo 8. Alimentación **Pág. 94**

- 8.1 Método de Alimentación
- 8.2 Horario de Alimentación
- 8.3 Aspectos Nutricionales del Alimento
 - 8.3.1 *Proteínas*
 - 8.3.2 *Lípidos*
 - 8.3.3 *Carbohidratos*
 - 8.3.4 *Vitaminas y Minerales*
- 8.4 Selección del Alimento
- 8.5 Manejo del Alimento
- 8.6 Monitoreo, inspección y control de la Alimentación

Capítulo 9. Cosecha **Pág. 104**

- 9.1 Manejo Precosecha
- 9.2 Cosecha

9.2.1 Cosecha del Producto Vivo

9.2.2 Cosecha del Producto Fresco

9.3 Recomendaciones para el aseguramiento de la calidad y la inocuidad en la cosecha de Tilapia.

Capítulo 10. Especificaciones de Calidad Pág. 111

Capítulo 11. Comercialización Pág. 115

Capítulo 12. Normatividad del Sector Acuícola Pág. 118

Capítulo 13. Bitácoras y Registros Pág. 125

Bibliografía Pág. 142

Capítulo 1. Introducción

La globalización es un factor primordial para el intercambio comercial mundial. En los últimos años, ha influido de forma directa en el mercado, provocando que cada vez sea mayor la competencia que surge para que un producto logre un posicionamiento importante dentro del comercio nacional e internacional, lo que tiene como consecuencia que las industrias, principalmente la alimentaria, deban cumplir con estándares cada vez más altos de calidad y de inocuidad y mantenerse siempre actualizados sobre los cambios en las legislaciones internacionales.

Entre estos nuevos estándares de calidad, surge el término de “*Buenas Prácticas*” que engloba una serie de procedimientos validados y certificados que mejoran las líneas de producción de los alimentos. Es así que realizar un *Manual de Producción de Tilapia* hacemos referencia a aquellos procedimientos rutinarios cuyo objetivo primordial es alcanzar una correcta producción en términos de calidad e inocuidad, siempre en cumplimiento de códigos y normas nacionales e internacionales.

Al igual que otras industrias productoras de alimentos, la acuicultura ha estado en constante cambio y renovación para adaptarse a la nueva normatividad comercial. Es así, que en materia de prevención, la industria pesquera se ha enfocado principalmente a evitar la presencia de peligros biológicos y químicos, reduciendo al mínimo la contaminación por agentes extraños, promoviendo la utilización de programas de buenas prácticas de producción e invirtiendo capital para la creación de nuevas normas y regulaciones específicas que garanticen la calidad de los alimentos.

En la actualidad, debe ser una prioridad el establecimiento de políticas que promuevan la inocuidad de los productos comerciales que aseguren al consumidor que el alimento que adquiere, lleva consigo la garantía de que no causa ningún tipo de daño a su salud y le brinde completa seguridad y tranquilidad al consumirlo.

1.1 Presentación

Este manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Tilapia, ha sido elaborado por Servicios Integrales para la Competitividad Agropecuaria (SINCOAGRO S.C), en colaboración con Fundación Produce Veracruz (FUNPROVER) y la Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA) con el objetivo de brindar información y capacitación a los productores de esta especie acuícola, promover la competitividad y lograr un posicionamiento adecuado de sus productos en el mercado mundial.

Fue realizado siguiendo la normatividad nacional e internacional vigente, así como las regulaciones relevantes en materia de inocuidad, comercio y calidad que han sido definidas por los principales organismos en materia de pesca y acuicultura.

Es por esto que se propone el *Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad e Inocuidad* como una herramienta que facilitará el cumplimiento de las expectativas del comprador y el consumidor en el intercambio comercial, ayudando a la prevención, control y disminución de riesgos y siendo una garantía de calidad con respecto a las cualidades, propiedades y naturaleza del producto.

Es necesario, que para el aseguramiento del cumplimiento de los estándares de calidad e inocuidad, se lleven a cabo programas de

capacitación a los nuevos y antiguos criadores de Tilapia, que complementen el esquema de producción y que a la vez se realicen inspecciones periódicas en todo el proceso, desde la crianza o adquisición de alevines hasta su comercialización, lo que logrará una mejoría integral y proporcionará un valor agregado al producto final.

1.2 Objetivos

Este manual tiene como objetivo principal el de dar a conocer detalladamente los principios de *Producción Acuícola* para la Tilapia , abarcando todo su proceso, desde su crianza, reproducción y alimentación hasta la cosecha, y haciendo énfasis principal en las *Especificaciones de Calidad e Inocuidad* con la finalidad de que los productores de dicha especie desarrollen y logren un mayor posicionamiento en el mercado mediante la comercialización de productos alta calidad, respaldados por certificaciones y signos distintivos, que aseguren al consumidor que el producto que adquiere es inocuo.

1.3 Campo de Aplicación

Las especificaciones de este *Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola*, aplica para el producto Tilapia, Género *Oreochromis* y Especies *O. niloticus*, *O. aureus*, *O. mossambicus*, *O. hornorum*, e híbridos de estas.

Capítulo 2. Generalidades de la Tilapia

Las Tilapias, como se les conoce a un grupo de peces de origen africano, habitan principalmente en regiones tropicales del mundo, donde existen las condiciones necesarias para su reproducción y crecimiento.

Fue introducida en México en la década de los 60's, proveniente de Estados Unidos. Entre sus variedades destacan la Tilapia del nilo (*O. niloticus*), la Tilapia azul (*O. aureus*) y la Tilapia de Mozambique (*O. mossambicus*).

La Tilapia en comparación con otros peces, posee extraordinarias cualidades para el cultivo, como: crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades, adaptación a cautiverio, aceptación de una amplia gama de alimentos, alta resistencia a enfermedades, además de contar con algunos atributos para el mercado, como: carne blanca de buena calidad, buen sabor, poca espina, buena talla y precio accesible, que le confiere una preferencia y demanda comercial en la acuicultura mundial.

2.1 Antecedentes

En México, la Tilapia se ha distribuido en una gran cantidad de cuerpos de agua continentales, representando así un recurso más en las actividades piscícolas. Originalmente, las primeras especies llegaron en 1964, procedentes de la Universidad de Auburn, Alabama, EUA. y fueron llevadas al Centro Acuícola de Temascal, en el Estado de Oaxaca. Las especies introducidas en esa época correspondían a: *Tilapia redalli*, *Oreochromis mossambicus* y *O. aureus*.

En 1979, llegaron a México los primeros ejemplares de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) procedentes de Panamá y fueron depositados en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama en Hidalgo, de donde fueron enviados al Centro Acuícola de Temascal, Oaxaca.

A principios de 1981, la Secretaría de Pesca importó de Palmeto, Florida, EUA. Otra especie: *Oreochromis urolepis homorum*. Esta última especie de una línea genética roja, que fue depositada en el Centro Acuícola El Rodeo en el Estado de Morelos, las que al igual que las especies anteriores fueron distribuidas en todo el territorio nacional.

En julio de 1986, llegó otro lote de *Oreochromis niloticus* en el que venían algunos organismos de color rojo, que fueron donados a nuestro país por la Universidad de Stirling, Escocia y reclutados en las instalaciones del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV). No obstante, una parte de este lote se donó a la Secretaría de Pesca, quien se encargó de distribuirla en varios centros de investigación y acuícolas como el de Temascal, Oaxaca; Varejonal, Sinaloa y Zacatepec, Morelos, siendo esta variedad la que mayormente se ha cultivado en México, y que es conocida comúnmente como Tilapia nilótica Stirling. En épocas recientes se han introducido especies menos populares como *O. urolepis* que fue utilizada para la obtención de híbridos monosexo, así como diversas líneas o razas sintéticas con colores atractivos para el consumidor como la tilapia roja de Florida.

2.2 Distribución

Son organismos tropicales dulceacuícolas principalmente, originarios de África, los cuales, debido a su facilidad de adaptación se encuentran

actualmente distribuidos en la mayoría de los países tropicales y subtropicales con fines de cultivo.

Dentro de sus áreas originales de distribución, las Tilapias han colonizado hábitats diversos, pues es un pez de aguas cálidas, dulces, salobres o salinas que puede adaptarse a aguas con baja concentración de oxígeno, por lo que también es común que habiten en aguas de poca corriente (lénticas), permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas.

La tilapia se ha introducido en todo el mundo y se cría de manera generalizada en los trópicos y las zonas subtropicales. Aunque Asia domina la producción en la actualidad, se cría cada vez más en condiciones ambientalmente controladas en climas templados.

Se encuentra naturalmente distribuida por América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica y el sudeste asiático y Medio Oriente y África.

2.3 Taxonomía y Genética

Los peces que comúnmente se conocen como Tilapias pertenecen a la familia Cichlidae, las tilapias 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 cruzas que se han realizado con propósitos comerciales.

En 1973, Trewavas basándose en los hábitos reproductivos y alimenticios, establece dos géneros distintos que son *Tilapia* y *Sarotherodon*. En 1982, la misma autora 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

2.3.1 Género Tilapia

Dentro de este género se reconoce la presencia de *Tilapia rendalli* (antes *Tilapia melanopleura*). Esta especie ha sido diseminada ampliamente en México, pero hasta el momento solo se tiene seguridad de su presencia en la presa presidente Miguel Alemán, Temascal, en el Estado de Oaxaca.

Con respecto a su hueso faríngeo, los ejemplares muestran a simple vista que la parte ventral está totalmente cubierta por un área dentada, en la que los dientes alcanzan un promedio de 3 mm de longitud con una densidad baja. Todas las coronas están pigmentadas de un color café oscuro, siendo la coloración más pronunciada en la parte superior.

2.3.2 Género Oreochromis

Las especies de este género presentes en nuestro país, han tenido una excelente adaptación a las aguas intercontinentales, específicamente en las presas de reciente construcción. Por este motivo han sido distribuidas ampliamente en todo el territorio nacional, siendo *Oreochromis aureus* la especie que sostiene en su mayor parte las pesquerías de aguas interiores.

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 cuatro especies presentes en nuestro país pertenecen al subgénero *Oreochromis*:

2.3.2.1 *O. niloticus* y *O. aureus*

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.

2.3.2.2 *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.

2.3.2.3 *Oreochromis mossambicus*

El área dentada en esta especie, mantiene una microestructura muy similar a las antes descritas; los dientes de la parte superior son bicúspides, más gruesos y alargados; los de la parte inferior tienden a tener una forma de

gancho bien definida. En esta especie la pigmentación de la parte superior es más pronunciada

Las líneas genéticas de Tilapia que normalmente se deben producir en función del fenotipo de los animales y de su adaptabilidad a la altitud en la que se localizan las granjas de producción en México son las siguientes: *O. niloticus*, *O. mossambicus*, *O. hornorum*, y *O. aureus*. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparativa de los patrones de coloración en especies introducidas en México

Área de Pigmentación	<i>O.u hornorum</i>	<i>O. mossambicus</i>	<i>O. aureus</i>	<i>O. niloticus</i>
Cuerpo	Negro	Negro	Azul, verde metálico	Ligeramente amarillo
Cabeza	Pardo claro	Negro en el dorso	Verde metálico	Rojo púrpura
Ojos	Pupila cristalina	Pupila cristalina	Pupila cristalina	Pupila cristalina
Perfil frontal	Fuerte, cóncavo en ambos lados	Fuerte, cóncavo en el macho, leve en hembra	Levemente cóncavo	Convexo
Vientre	Negro	Negro	Claro con manchas rojas	Rojo
Papila genital	Blanca	Blanca	Clara	Blanca
Borde de la aleta dorsal	Roja	Roja	Rosa o bermellón	Negra
Parte terminal de la aleta caudal	Rojo-púrpura	Fuertemente roja	Fuertemente roja	Líneas negras a lo ancho de la cola

Fuente: Rothbard, S. 1979. *Observaciones en el comportamiento reproductivo de Tilapia y varias especies de Sarotherodon bajo condiciones de acuario.*

2.4 Funciones Básicas y Metabolismo

2.4.1 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.

2.4.2 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.

2.4.3 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.

2.4.4 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. (Cuadro 2).

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 estaqués, motivo por el cual se prefiere el cultivo monosexo, principalmente de machos.

La temporada de reproducción abarca desde finales de marzo o principios de abril hasta mayo, cuando la temperatura del agua es aproximadamente de 20 a 22° C.

Cuadro 2. Características Reproductivas de la Tilapia

Parámetros de Reproducción de Tilapia	
Peso Adultos	1-3 kg
Madurez Sexual	Machos (4-6 meses), hembras (3-5 meses).
Número de Desoves	5-8 veces por año
Temperatura de Desove	25-31 ° C
Número de huevos/hembra/desove	Condiciones idóneas > 100
Vida útil reproductores	2-3 años
Tipo de incubación	Bucal
Tiempo de incubación	3-6 días
Proporción de siembra de reproductores	15-20 machos por cada 3 hembras
Tiempo de cultivo	7-8 meses, o peso comercial de 300 g

Fuente: Nicovita "Manual de Crianza de Tilapia"

Para llevar a cabo la reproducción, se toman en consideración parámetros ideales de crecimiento, es así que la talla óptima varía 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.

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

2.5 Anatomía de la Tilapia

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 proctátil, 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. (Figura 1).

Generalmente, el macho se desarrolla más que la hembra.

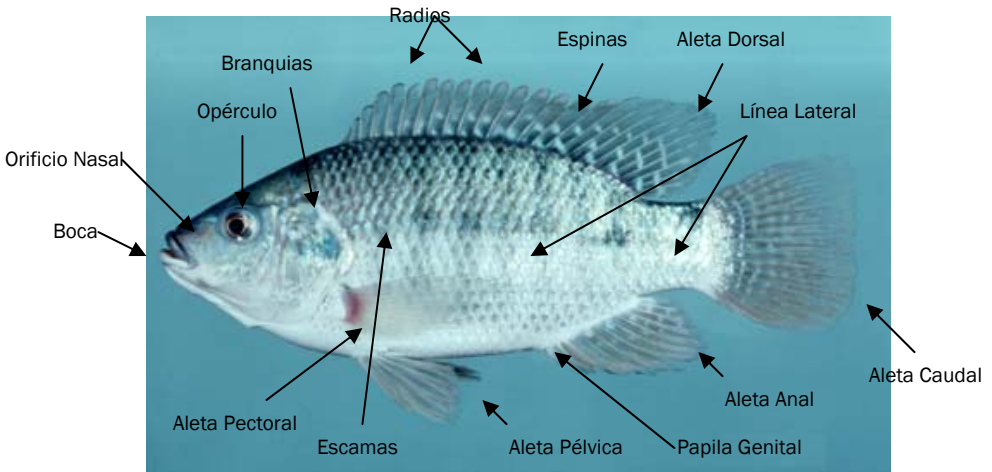


Figura 1. Oreochromis aureus.

Foto: U.S. Geological Survey

2.6 Ventajas del Cultivo de Tilapia

El cultivo de la Tilapia, es uno de los más rentables dentro de la acuicultura, lo que se debe principalmente a que:

- Su curva de crecimiento es rápida.
- Sus hábitos alimenticios pueden ser adaptados a dietas suplementarias, obteniendo un incremento en el rendimiento.
- Poseen tolerancia a altas densidades de siembra.
- Poseen alta tolerancia a condiciones y factores extremos, como baja concentración de oxígeno, de pH, manejo, transferencias, cosecha, etc.
- Facilidad de reproducción.
- Excelentes características de producción.

Capítulo 3. Buenas Prácticas de Producción

Al hablar de Buenas Prácticas, hacemos referencia a una serie de recomendaciones, actividades y normas interrelacionadas, que en conjunto garantizan que un producto en particular mantenga las características de calidad sanitaria e inocuidad necesarias para el consumo humano.

El desarrollo e implementación de un programa consistente en Buenas Prácticas es muy importante durante la producción de la Tilapia, que por sus características intrínsecas y fácil crianza, ha tomado gran impulso en el mercado. Otorga una gran cantidad de beneficios a quien esta a cargo de su manejo y comercialización, principalmente facilitará la acreditación de los productos obtenidos bajo este esquema.

Es así que las buenas prácticas en la producción acuícola de Tilapia, están dirigidas a reducir los riesgos de contaminación, mediante la identificación oportuna de los peligros biológicos, químicos o físicos que puedan afectar al producto y al consumidor final de los mismos, siendo su enfoque principal, la prevención de riesgos y el control de la calidad sanitaria de todos los pasos del proceso de cultivo, desde la recepción hasta la venta final. Las buenas prácticas deben estar sustentadas por procedimientos estandarizados y controlados, comprobables por supervisiones y registros documentales, especialmente diseñados para detectar cualquier anomalía en los procesos. El correcto seguimiento de estos procedimientos asegura la obtención de un producto sano, inocuo y de calidad.

3.1 Calidad e Inocuidad

Es difícil lograr una definición completa para calidad ya que engloba muchos significados dependiendo de su enfoque. Sin embargo, una definición acertada, propuesta por ISO 9000, define a la calidad como el grado en el

que un conjunto de características inherentes a un producto, cumple con los requisitos de los clientes o consumidores, es decir, es la medida en la que un producto en particular cumple con las características cualitativas propias y las sobrepasa, logrando la satisfacción del consumidor.

En cuanto a inocuidad, sinónimo de calidad sanitaria, como concepto que refiere a la aptitud de un alimento para el consumo humano sin poner en riesgo la salud de los consumidores o causar enfermedades. Se define como la característica que el producto tiene al estar libre de cualquier sustancia o material extraño que represente un peligro para la salud de las personas.

El control y eliminación de agentes peligrosos ya sean físicos, químicos o biológicos en los alimentos, se ha transformado en una preocupación importante a nivel mundial, y es en el proceso de producción, cosecha, distribución y venta donde se pueden lograr estos objetivos.

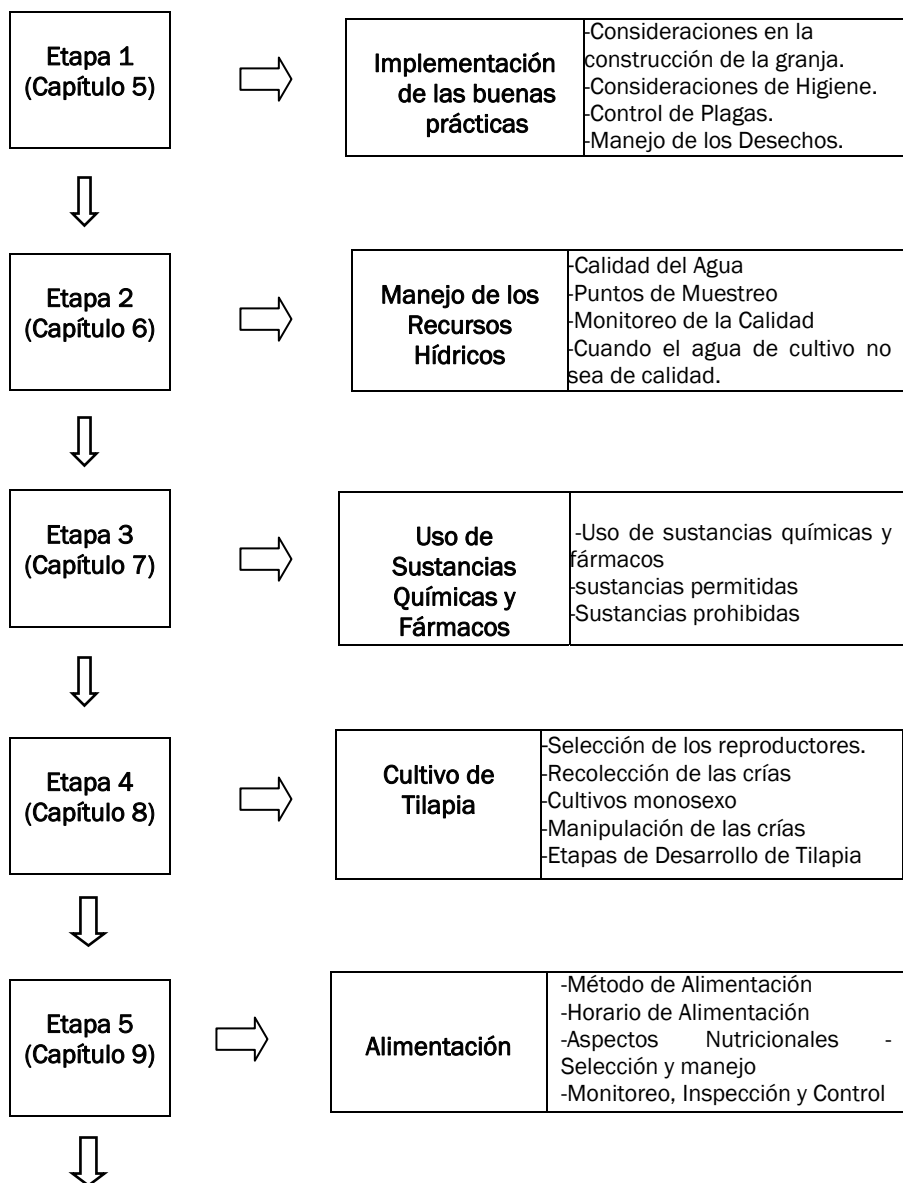
3.1.1 Inocuidad en el cultivo de la Tilapia

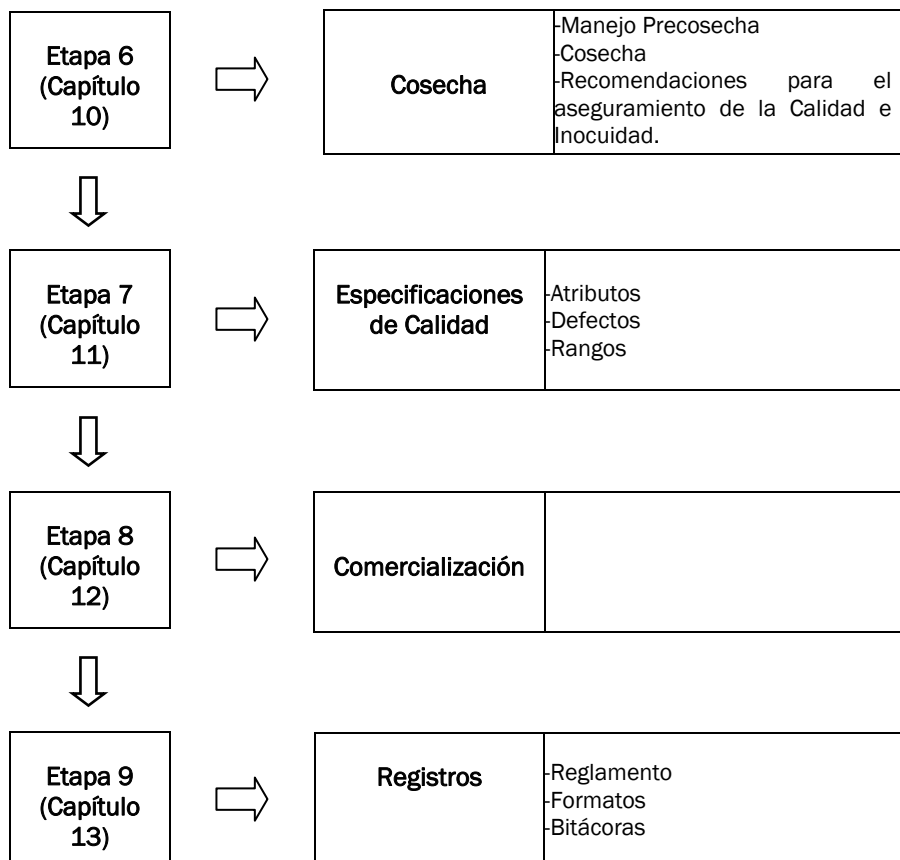
Los procedimientos definidos como Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Tilapia que serán descritos en el presente manual, contienen requisitos básicos enfocados en una sola dirección: ayudar en la prevención de cualquier problema que pueda surgir durante todo el proceso de cultivo de Tilapia, y que pone en riesgo la inocuidad del producto final.

Para identificar dichos problemas, es necesario detallar los pasos del proceso del cultivo de la Tilapia, y de esta forma, lograr un esquema general de supervisión, para aplicar las buenas prácticas de producción en donde se haya identificado un factor de riesgo (Figura 2). Ya que la inocuidad puede verse afectada a lo largo del proceso de producción y durante todo el procedimiento, es necesario mantener bien identificados los

eslabones de cultivo, desde la recepción del producto primario, procesamiento y transporte hasta su comercialización y distribución.

Figura 2. Diagrama de Flujo General de Producción de Tilapia





Las Buenas Prácticas en la producción de Tilapia deben considerar los siguientes puntos para que la producción de dicho organismo sea realizada bajo los criterios de inocuidad alimentaria y que son descritos ampliamente en los capítulos subsecuentes (Cuadro 2)

Cuadro 2. Tabla Comparativa

Criterio	Descripción	Capítulo
Selección del área de cultivo. "Historial del Lugar".	Sitio adecuado con abastecimiento de agua y sin riesgo alguno de contaminarse (contacto con	Capítulo 5

	animales, descarga de afluentes, industrias, plaguicidas o sustancias químicas, suelo sin uso agrícola previo).	
Construcción y Diseño	La zona de producción acuícola debe estar acorde con las necesidades del cultivo, con independencia de áreas del proceso, diseño de espacios, etc.	Capítulo 5
Abastecimiento de Agua	De alta calidad, libre de contaminantes, cumplir con requerimientos físico-químicos óptimos para la especie y de acuerdo a la normatividad vigente. Se debe contar con un abastecimiento suficiente de acuerdo a la capacidad de la granja.	Capítulo 6
Higiene	De las instalaciones, materiales y utensilios de la granja. Así mismo debe de considerarse dentro de este apartado, al personal que labora en la granja.	Capítulo 5
Capacitación del Personal	Sobre la importancia de una adecuada aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola	Capítulo 5
Alimentación	Debe cumplir con los requerimientos que establecen las normas sobre la calidad de los mismos. Se deben utilizar alimentos libres de contaminantes químicos o cualquier peligro para el consumidor y se debe asegurar esto mediante un control estricto del manejo de la alimentación de la Tilapia.	Capítulo 9
Manejo adecuado de los organismos	Se refiere a la toma de medidas preventivas dentro del proceso productivo de los peces, que permite la minimización y aparición de enfermedades infecciosas y un consiguiente bajo uso de medicamentos y otras sustancias químicas	Capítulo 8

Manejo adecuado del ciclo productivo	Para evitar la aparición de perturbaciones biológicas o químicas.	Capítulo 8
Manejo de crías	Para evitar que estén contaminados de forma química o biológica y que dañen otros organismos.	Capítulo 8
Especificaciones de Calidad	Parámetros organolépticos, atributos y defectos	Capítulo 11
Comercialización		Capítulo 12
Registros	Formatos de control y bitácoras	Capítulo 13

3.2 Identificación de Peligros

Al hablar de “peligro” nos referimos a cualquier agente en un producto que puede ocasionar efectos negativos en la salud, y que puede ser de origen físico, químico y biológico.

La acuicultura, a pesar de tener mejores condiciones de control “sanitario” que la pesca silvestre, no está exenta de presentar algún peligro de contaminación química, física o biológica, pues existen factores internos y externos que vulneran la seguridad e inocuidad durante los diferentes eslabones en los procesos de producción y comercialización. Medicamentos veterinarios, infecciones patógenas, químicos utilizados para la producción, contaminación de la fuente de agua (residuos industriales, coliformes fecales, basureros, animales, plagas, etc.), por lo que es importante identificarlos y controlarlos frecuentemente, mediante mediciones, muestras y exámenes periódicos de los recursos.

En acuicultura, los peligros del producto se clasifican como biológicos y químicos y se describen a continuación:

3.2.1 Peligros de Origen Biológico

Un peligro de origen biológico es aquel en el que organismos vivos y productos orgánicos son capaces de contaminar los alimentos y causar un efecto negativo en el cultivo poniendo en riesgo la calidad del producto final y la salud de los consumidores.

Los peligros biológicos que afectan a los peces pueden ser causados por parásitos y bacterias patógenas. (Cuadro 3)

● **Parásitos:**

Los principales parásitos de los peces que pueden ser transmitidos al hombre, llevan el nombre de Helmintos.

Los helmintos o gusanos son animales invertebrados de cuerpo alargado, que se alojan principalmente en el tubo digestivo de los animales domésticos, donde se reproducen, y junto con el excremento eliminan miles de huevecillos o larvas que contaminan el suelo, abastecimientos de agua, aire, alimentos, etc.

Los helmintos pueden dividirse en dos grupos, los platelmintos (helmintos planos) y los nematelmintos (helmintos redondos), de mayor complejidad. La localización de los parásitos en los humanos puede ser en la luz del tubo digestivo o en los órganos profundos, invadidos ya sea por las formas adultas o las larvarias.

La forma en la que parasitan a los peces es por la fuente de agua. Si ésta se encuentra contaminada con heces fecales o el sistema de drenaje

no está bien separado del de abastecimiento de agua, las larvas y huevecillos pueden llegar hasta los estaques y alojarse en los peces, pudiendo ocasionar desde daños leves imperceptibles, hasta la muerte de los peces transmitiéndose hacia los consumidores, parasitándolos y generando procesos crónicos gastrointestinales debilitantes.

● **Bacterias Patógenas:**

La contaminación del pescado por bacterias depende principalmente del medio ambiente donde se encuentra la zona de cultivo y de la calidad del agua utilizada.

Existen ciertas características que influyen en la proliferación de bacterias patógenas, como la humedad, temperatura y salinidad del agua, calidad del alimento, métodos de cosecha, así como la proximidad de la granja a áreas urbanas o asentamientos humanos.

Las bacterias que normalmente se encuentran en medios acuáticos son:

a) *Aeromonas*: se ha reconocido como un agente etiológico causante de diversas enfermedades en peces, provocando en el humano enfermedades gastrointestinales principalmente, así como cuadros diarreicos y enfermedades extra intestinales. La especie mas conocida es *Aeromonas hydrophila*.

b) *Vibrio*: es un género de bacterias, incluidas en el grupo de las proteobacterias. Varias de las especies son patógenas, provocando enfermedades del tracto digestivo, en especial *Vibrio cholerae*, el agente que provoca el cólera, y *Vibrio vulnificus*, que se transmite a través de la ingesta de productos acuáticos, así como *Vibrio parahaemolyticus*.

c) *Listeria monocytogenes*: es un bacilo aerobio. Puede provocar meningoencefalitis y cerebritis, especialmente en neonatos, ancianos e inmunodeprimidos, así como bacteriemia en mujeres gestantes.

d) *Streptococcus*: organismos anaerobios facultativos que a menudo aparecen formando cadenas o por pares causando daños a tejido, órganos, mucosa, entre otros.

e) *Clostridium botulini*: es una bacteria anaeróbica con forma de bastón, formadora de esporas y además productora de una potente neurotoxina. Sus esporas son resistentes al calor y pueden sobrevivir en aquellos alimentos mínima o inadecuadamente procesados. Produce la enfermedad conocida como botulismo, que es una intoxicación severa que puede causar la muerte.

f) *Pseudomonas*: son bacilos rectos o ligeramente curvados, aeróbicos que degradan compuestos orgánicos. Se encuentran en tierra y agua de donde pasan a las plantas o animales. En el hombre son oportunistas y producen un cuadro clínico diarreico.

g) *Mycobacterium*: bacilos largos, causantes de enfermedades infecciosas como la tuberculosis, otras especies se manifiestan en forma de granulomas e infecciones en la piel.

h) Enterobacterias: (*salmonella*, *shigella*, *escherichia coli*) causantes de cuadros agudos de infección que incluyen fiebre, diarrea, malestares estomacales, vómito, dolor de cabeza, entre otras.

Cuadro 3. Límites máximos de contaminantes microbiológicos permitidos

ESPECIFICACIÓN	LÍMITE MÁXIMO
Mesofílicos aerobios	10,000.000 UFC/g
Coliformes Fecales	400 NMP/g
<i>Vibrio Cholerae</i> 0:1 toxicogénico*	Ausente en 50 g
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente en 25 g
<i>Staphylococcus aureus</i>	1000 UFC/g

Fuente: NOM-027-SSA1-1993 Bienes y Servicios. Productos de la Pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.

La mayor parte de estas bacterias no resisten las temperaturas elevadas, por lo que un método de prevención de infección en el hombre puede ser el cocinar los alimentos adecuadamente. Como la Tilapia es un pescado que se consume principalmente cocido, se considera que no existe un riesgo considerable de contaminación biológica, sin embargo si su consumo fuera crudo debe tener un sistema de control y prevención periódico para eliminar cualquier posibilidad de encontrar parásitos y microorganismos en el producto. (Cuadro 4).

● Hongos:

Los más importantes están representados por los géneros *Saprolegnias*, *Ichthyophonus*, *Branchiomyces* *Dermocystidium*. Estos organismos son los responsables de enfermedades fúngicas de la piel, branquias, hígado, corazón y otros órganos que se infectan a través de la corriente sanguínea. Los hongos pueden causar la muerte por anoxia de gran número de huevos, crías, alevines y adultos.

● **Ectoparásitos:**

Dentro de los ectoparásitos más comunes tenemos los Ciliofora, como *Ichthyophthirius*, *Chilodonella*, *Trichodina*, *Trichophyra* y *Apiosoma*

Los géneros como *Gyrodactilus* y *Dactylogirus* provocan úlceras y lesiones, destruyendo tanto aletas como branquias; principalmente en los alevines y en menor grado en los adultos, debido a su actividad de nutrición por la acción de los ganchos y del órgano de fijación.

Géneros como *Lernaea* y *Argulus* se encuentran entre los copépodos ectoparásitos más peligrosos. Ellos, a través de un órgano de fijación producen heridas que provocan hemorragias, adelgazamiento y anemia.

Cuadro 4. Enfermedades más comunes de la Tilapia

ENFERMEDAD	CAUSA	SINTOMATOLOGÍA
Argulosis	Argulos spp.	El pez se aísla del cardumen. Piojo de aspecto blanquecino de 3 a 4 mm de diámetro se fija en el cuerpo del pez principalmente en la cabeza, donde succiona la sangre.
Lerneasis	Varios estadíos de <i>Lernaea</i> .	Parásitos visibles sobre el cuerpo del pez, escamas levantadas.
Ergasilosis	<i>Ergasilus</i> spp.	Los peces se aíslan, dejan de comer, los parásitos se alojan en las branquias.
Hirudiniasis	Diversas especies de sanguijuelas	Enrojecimiento en el sitio donde se encuentra el ectoparásito (aletas y boca).
Ascitis infecciosa	Bacterias, aeromonas, pseudomonas	Abultamiento del vientre, aislamiento. En la forma crónica se presentan lesiones ulcerosas en piel y músculos y deshilachamiento de aletas. En

		la forma aguda un líquido sanguinolento en el vientre, ojos hundidos, inflamación de órganos interiores.
Saproleniasis o micosis	Hongo saprolenia	Manchas blancas algodonosas sobre el cuerpo, aletas y cabeza. Aislamiento del pez, no come y su nado es lento.
Tricodiniasis	Protozoario trichodina ssp.	Exceso de mucosidad en cuerpo de branquias, desprendimiento de escamas y enrojecimiento de zonas afectadas.
Exoftalmia	Cáncer en los peces	Ojos saltones, aislamiento, no comen, nado lento y superficial hasta la muerte.

Fuente:

3.2.1.2 Tratamiento

Para hacer un diagnóstico y tratamiento adecuado para las enfermedades que presentan los peces, es importante la participación del técnico especializado. La prevención es la principal herramienta para evitar la contaminación biológica, por eso es necesario llevar a cabo un correcto control de medidas sanitarias en todas las áreas de la granja y el personal que manipula el alimento y el producto, con la finalidad de evitar que suceda un imprevisto que ponga en peligro la salud del consumidor.

a) Tratamiento Externo: Cuando se realiza en forma de baño. Puede ser de varias formas:

a. Inmersión: Altas concentraciones del producto terapéutico en el agua y tiempos cortos de exposición del pez a este producto.

b. Adición del químico a la entrada del agua (es necesario conocer el flujo de entrada para evaluar la concentración).

c. Baño corto: Se adiciona una solución patrón al estanque por períodos cortos y se distribuye de manera homogénea.

d. Baño largo: Similar al anterior pero en exposiciones prolongadas.

b) Tratamiento Sistémico: Incorporados al alimento.

a. Inyección: para reproductores de alto valor comercial y genético (intraperitoneal o intramuscular).

b. Tratamiento biológico: Esta destinado para acabar con organismos hospederos como el caracol o crustáceos. Puede ser manual, con sistemas de filtros en la entrada del agua o con mallas por encima de los estanques.

c. Incluido dentro del alimento: Debe adicionarse en el momento de la mezcla del alimento para que se incorpore dentro del pellet de manera homogénea.

d. Aspersión del alimento: el medicamento es rociado sobre el alimento por medio de un vehículo como el alcohol o aceite de pescado, pero su eficiencia depende de la solubilidad del producto en el agua.

3.2.2 Peligros de Origen Químico

Una contaminación química es aquella en la que cualquier sustancia o producto químico que no se integra naturalmente a los ecosistemas o que se encuentra en una determinada concentración y que está biodisponible, es capaz de producir efectos adversos a corto o largo plazo para los seres vivos expuestos.

Los contaminantes químicos mas comúnmente encontrados son:

- a) Agroquímicos: aquellos compuestos químicos utilizados como herbicidas, plaguicidas o fertilizantes, que pueden llegar a los estanques mediante su filtración en el suelo, escurrimientos, accidentes, y recirculación de agua contaminada. Si se emplea cerca de la zona de cultivo, debe estar utilizada de forma que no represente un peligro de contaminación. Los más comunes son:

azufre, halógenos, derivados del nitrógeno y derivados cianohalogenados.

- b) Metales Pesados: su aparición está asociada a las descargas de agua utilizadas por las industrias, los principales son plomo, mercurio, zinc, cadmio, cromo y cobre (Cuadro 5).
- c) Fármacos y medicamentos: de uso veterinario principalmente, que no son utilizados de la manera correcta o por un profesional. Su abuso tiene como principal consecuencia la acumulación de residuos en los peces o en el medio ambiente.

Toda contaminación química produce un efecto tóxico en el organismo, caracterizado por la aparición de reacciones alérgicas, enfermedades, daños temporales o permanentes y dependiendo del grado de exposición a esta puede causar la muerte.

Es necesario implementar programas documentados de prevención de enfermedades en los peces, de análisis de suelo y agua que determinen los componentes orgánicos e inorgánicos de ésta y se pueda actuar conforme los resultados. Esto debe realizarse antes de situar la granja en un lugar determinado, para evitar cosechar productos inservibles o de mala calidad.

Cuadro 5. Límites Máximos de Contaminantes Químicos Permitidos

ESPECIFICACIÓN	LÍMITE MÁXIMO
Nitrógeno amoniacal	30 mg/100g
METALES PESADOS	
Cadmio (Cd)	0.5 mg/Kg.
Mercurio (Hg)	1.0 mg/Kg.

Metil-mercurio	0.5 mg/Kg.
Plomo (Pb)	1.0 mg/Kg.

Fuente: NOM-027-SSA1-1993 Bienes y Servicios. Productos de la Pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.

3.3 Evaluación y Corrección de Riesgos de Contaminación

En el manejo de recursos naturales y de sustancias químicas como antibióticos, desinfectantes, fertilizantes, etc., siempre existe un riesgo de contaminación. Éste es mayor cuando se trata del manejo de agua, debido a la cantidad de este recurso que se utiliza y de los sistemas de recambio y drenaje, por lo que es de vital importancia identificar oportunamente cualquier riesgo de contaminación y aplicar las medidas correctivas pertinentes.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-048-SSA1-1994, es necesario establecer un método normalizado para realizar periódicamente evaluaciones en el espacio laboral (en este caso), de potenciales riesgos a la salud por contaminación ambiental. Esto nos proporciona un instrumento útil de prevención y control de cualquier problema de contaminación que surja.

3.3.1 Sistema de Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos

En primer lugar se debe establecer un sistema de análisis de riesgo y control de puntos críticos (NOM-128-SSA1-1994), necesario principalmente para proteger y conservar las condiciones sanitarias del producto, desde su crianza hasta su comercialización.

Este sistema de análisis de riesgo y control de puntos críticos, tiene las siguientes ventajas:

- Identifica riesgos específicos y toma medidas preventivas para su control.
- Evalúa los riesgos y establece los sistemas de control que se orienten hacia medidas preventivas en lugar de basarse en el análisis del producto final.
- Se adapta a los cambios tecnológicos
- Puede aplicarse en todo el proceso productivo
- Ofrece respuestas oportunas a los posibles problemas que se presenten
- Controla la calidad sanitaria de los alimentos.

De acuerdo a la legislación, vigente y a la normatividad en materia de pesca, el sistema de análisis de riesgo y control de puntos críticos debe contener:

- a) Manual de Procedimientos de la Granja:
 - a. Descripción de la localización física de cada punto de la cadena productiva de la Tilapia, dentro de la granja.
 - b. Descripción, identificación y procedencia del producto.
 - c. Diagramas de flujo de cada procedimiento.

- b) Plan de Análisis de Riesgo y Detección de Puntos críticos:
 - a. Identificación fácil y completa de cada riesgo asociado en toda la cadena productiva de la Tilapia. Que incluya:
 - i. Biotoxinas marinas
 - ii. Contaminación microbiológica
 - iii. Plaguicidas
 - iv. Residuos veterinarios y medicamentos
 - v. Descomposición
 - vi. Parásitos

vii. Aditivos alimentarios

viii. Daño físico del producto.

- b. Identificación de puntos críticos que controlen el proceso
 - c. Establecimiento de límites críticos correspondientes
 - d. Establecimiento de medidas de seguridad
 - e. Establecimiento de un sistema de monitoreo
 - f. Establecimiento de un sistema que tome las medidas correctivas cuando el monitoreo indique fallas, identificando los procedimientos a seguir y su frecuencia.
 - g. Establecimiento de un archivo documental a través de un sistema de registro de los valores obtenidos durante el monitoreo de los puntos críticos de control.
 - h. Establecimiento de un sistema de verificación documentado para comprobar que opera adecuadamente.
- c) Técnico o Especialista, encargado del sistema que tenga las siguientes responsabilidades:
- a. Desarrollo y modificación (si se requiere) del programa de análisis de riesgo y control de Puntos Críticos.
 - b. Evaluar las desviaciones de los límites críticos y determinar las acciones correctivas a seguir
 - c. Avalar los registros (debidamente foliados, revisados, firmados, fechados y con copia).

3.3.2 Medidas Correctivas

En caso de detectar cualquier anomalía presente en el análisis, debe llevarse a cabo:

- a) Identificación del agente causal de la contaminación.
- b) Identificar la forma de exposición
- c) Separación y aseguramiento del lote o recurso afectado.

- d) Revisión inmediata por parte del Técnico del lote o recurso afectado.
- e) Aplicar la acción correctiva necesaria, registrar el punto crítico de control
- f) Análisis del sistema de riesgo y control de puntos críticos y determinar si es necesaria su modificación.
- g) Documentar las acciones correctivas.

Capítulo 4. Implementación de las Buenas Prácticas en la Producción

4.1 Consideraciones en la Construcción de la Granja

4.1.1 Selección del Sitio

En la selección del sitio de construcción de la granja para producción acuícola de Tilapia, deben tomarse en cuenta ciertos principios que garanticen que se tienen en cuenta las condiciones físico-químicas óptimas para el cultivo y que se han tomado en consideración los peligros potenciales que ponen en riesgo la inocuidad del producto final durante cada una de las fases de proceso productivo.

Para elegir el lugar y el diseño adecuado del área de cultivo, deben tomarse en cuenta distintos factores, como son: el suelo, el clima, la fuente de agua mas cercana, la tecnología a emplear, el diseño de estanques, la densidad del cultivo, parámetros físico-químicos idóneos, cosecha, transporte y área de procesos, así como la cantidad de personal involucrado en el proceso. Todo esto con la finalidad de realizar un trabajo más eficiente, de mayor calidad y en menor tiempo.

Existen ciertos puntos a considerar, estandarizados y de gran importancia para la selección del sitio ideal de construcción de la granja, de acuerdo a los principios de *Buenas Prácticas*:

- Estudio de suelo para determinar las concentraciones y magnitud de cualquier parámetro de importancia en la inocuidad del producto final. Planes de desarrollo de la zona.
- Verificar parámetros físico-químicos idóneos para el cultivo de Tilapia.

- La granja no debe localizarse en sitios expuestos a descargas de plaguicidas u otros químicos agrícolas o industriales.
- La granja debe construirse en áreas donde el riesgo de contaminación (química o biológica) sea mínima y pueda ser controlable.
- El suelo donde se van a construir los estanques o canales de corriente rápida, debe estar libre de concentraciones de químicos que puedan ocasionar la presencia de sustancias tóxicas en el producto.
- No debe construirse en área de frágil equilibrio o lugares donde no se puedan corregir los problemas relacionados con el sitio.
- Debe haber separación entre entradas y salidas de agua, de manera que las fuentes y afluentes no se mezclen.
- La granja, estanques y canales deben estar protegidos con la finalidad de evitar la introducción de especies no deseadas.

En el caso de las granjas que ya se encuentran operando, es necesario que se realice una investigación completa sobre las actividades que se llevan a cabo en los alrededores de las mismas, con la finalidad de conocer la existencia de fuentes de contaminación en suelo y agua.

Se deben realizar análisis periódicos del agua y del suelo, para implementar las acciones encaminadas al control y aseguramiento de los procesos productivos.

4.1.2 Tipos de Cultivo

El cultivo de estos peces, puede ser muy versátil ya que lo mismo crece en jaulas, como en estanques rústicos o de concreto, sin embargo es necesario determinar desde el principio qué tipo de cultivo se va a utilizar, pues cada uno tiene recomendaciones y características propias. A continuación se describen los 3 tipos mas utilizados.

a) Cultivo en Estanques Rústicos:

Un estanque rústico es aquél que es excavado en la tierra y que posee estructuras especiales para el llenado y vaciado del agua de forma individual. (Figura 3).



Figura 3. Cultivo en Estanques Rústicos

El tamaño de los estanques, va a depender principalmente del sistema de cultivo a utilizar, la rentabilidad esperada en función de la inversión y costos, y de las metas productivas de la granja.

Para que la engorda de la Tilapia se lleve a cabo adecuadamente es necesario realizar un cultivo monosexo, es decir poblaciones compuestas exclusivamente por individuos machos, que no puedan reproducirse y con esto frenar su crecimiento. Este tipo de poblaciones se pueden obtener mediante un sexado manual (selección de los machos), cruza entre especies para producir híbridos machos, y reversión sexual de las crías mediante alimentos hormonados.

b) Cultivo en Corrales y Jaulas Flotantes

El cultivo en jaulas se define como la engorda de los peces, desde estadios juveniles hasta tallas comerciales en un área restringida y delimitada por mallas que permiten el flujo del agua libremente. Su ventaja principal es que se pueden aprovechar mantos acuíferos en movimiento como los ríos que por su naturaleza no se pueden modificar.

Este tipo de cultivo se puede efectuar tanto como nivel de subsistencia individual o familiar, hasta una escala comercial, en lugares tropicales donde la temperatura del agua sea superior a los 20 ° C.

El tipo y tamaño de las jaulas depende de la profundidad del río, estanque o arroyo. Los corrales son poco profundos, se fijan sobre el fondo quedando en contacto con el suelo. Cuando el embalse es de mayor profundidad, resulta mejor el diseño de jaulas flotantes dejando una

separación de 1 m como mínimo entre el suelo y la jaula, evitando que los peces tengan acceso al fondo donde se acumulan los desechos. (Figura 4).



Figura 4. Jaulas Flotantes en Estanques Rústicos

Si el embalse es muy profundo, se recomienda que las jaulas estén separadas 5 m del fondo, para reducir el riesgo de brotes de enfermedades o parasitismo.

El tamaño de la jaula va a depender de la naturaleza del cultivo. Las que son destinadas para reproducción y alevines son de un tamaño pequeño que facilita su manejo y transporte. Para la engorda, el volumen de las jaulas puede variar entre 6 y 20 m³, cuando el comercio es moderado.

A niveles comerciales altas, las jaulas varían entre 50 y 100 m³. (Figura 5 y 6).



Figura 5. Corrales



Figura 6. Jaulas Flotantes en un río

c) Cultivo de Alta Densidad en Tanques

Los tanques cuentan con dispositivos que permiten la circulación continua de agua (varios recambios por hora), aireación continua, regulación de la temperatura, filtración del agua, alimentadores automáticos o de demanda, etc. Por lo tanto, se requiere de un alto costo de inversión inicial, y un gran capital de operación.

La superficie varía entre 10 y 300 m², y la profundidad entre 0,5 y 2,0 m. La forma y estructura es muy variable, se utilizan por lo general materiales como fibra de vidrio, láminas metálicas, concreto. (Imagen 7).



Figura 7. Tanques de concreto

d) Cultivo en Canales de Flujo Rápido

También conocidos como *raceways*. Es un cultivo similar al realizado en tanques, con la diferencia de que los tanques están colocados en forma

lineal, con un sistema de aireación y circulación de agua por gravedad que pasa de un canal a otro. (Figura 8).



Figura 8. Tanques lineales

4.1.3 Sistemas de Cultivo

a) Cultivo Extensivo:

Este tipo de cultivo se desarrolla por lo general con muy baja inversión, en donde se espera proporcionar a la población un alimento de bajo costo tampoco es importante la talla final del pez, en tanto alcance tamaño comercial; y mucho menos el tipo de alimento utilizado en su producción. En este sistema se utilizan densidades de 0,5 a 3,0 peces/m². (Figura 9).

Como una forma de contribuir en la alimentación del pez, se trata de favorecer el desarrollo de la productividad primaria utilizando fertilizantes orgánicos como excreta de aves, excreta de cerdos, excreta de vacuno, etc.

En la actualidad se están utilizando subproductos agrícolas como alimento complementario, como por ejemplo arroz o trigo, etc. La producción de este sistema suele ser de 4,000 a 10,000 kg/Ha/año.



Figura 9. Cultivo Extensivo

b) Cultivo Semi-Intensivo

En este sistema de producción se utilizan estanques de 0,5 a 3 hectáreas con recambios de agua del 15 al 30% diario de todo el volumen del estanque y se utilizan aireadores (Figura 10), dependiendo del grado de intensidad de siembra del sistema (se utilizan desde 2 HP a 12 HP por hectárea).

Las densidades utilizadas son muy variables y se encuentran en el rango de 4 a 15 peces /m² obteniendo una producción en el rango de 20 a 50 tons/Ha/año.

En este sistema es muy importante el monitoreo de los niveles de amonio, pH, temperatura y el nivel de oxígeno disuelto. Para la alimentación de los peces en este sistema se utiliza alimento peletizado o extruído, con niveles de proteína desde 30 a 35% de proteína dependiendo de la fase de producción.



Figura 10. Aireadores

c) Cultivo Intensivo

En este sistema se utilizan estanques pequeños de 500 a 1000 m² con alto recambio de agua (recambios de 250 a 600 litros/seg). Las densidades de siembra de los peces se encuentran en el rango de 80–150 peces/m³, lo que equivale a cargas máximas de hasta 90 kg/m³. Para el éxito del cultivo bajo en este sistema es sumamente importante la cantidad y calidad del agua suministrada a los peces; así como el cuidado y atención que se le debe proporcionar al sistema. (Figura 11).

Para asegurar el inventario y la producción de peces se debe contar con grandes reservorios de agua, sistemas de bomba que permita reciclar el agua y la utilización de aireadores en los estanques.



Figura 11. Sistema intensivo

En el cultivo intensivo de tilapia el oxígeno disponible es de gran importancia. Midiendo constantemente éste parámetro se puede ajustar las densidades, tasa de alimentación y reducir potenciales riesgos de mortalidad. La concentración del oxígeno en la salida de los estanques debe ser mayor a 3,5 mg/litro para asegurar un buen desenvolvimiento fisiológico del pez a través de todos los procesos (natación, respiración, crecimiento, excreción, etc.) y mejor aprovechamiento de los nutrientes suministrados con el alimento balanceado. (Figura 12).

En este sistema se utilizan alimentos extruídos flotantes con niveles de proteína de 30 a 35% con alta calidad de molienda.



Figura 12. Sistema de cultivo intensivo

La producción de sistema intensivo va a depender de la cantidad de agua disponible así como de sus características. En un sistema intensivo se pueden producir en un rango de 20 a 40 toneladas de pez por m³ /año.

4.2 Consideraciones de Higiene

4.2.1 Higiene y Salud del Personal

Al hablar de producción de alimentos, el personal ocupa un lugar importante para lograr un manejo adecuado y un producto inocuo ya que constituye el recurso de mayor importancia en el proceso productivo. Estas consideraciones se realizan principalmente para destacar que ya sea en una producción a gran escala o artesanal, siempre se debe tener presente que la

mano de obra que interviene en el proceso es la que va a establecer los parámetros principales de calidad.

Entre las prácticas de higiene y salud que deben de implementarse en una granja de producción de Tilapia, está principalmente el contar con principios que consideren la higiene personal de todos los trabajadores del sitio y que sean aplicables durante todas las etapas del proceso productivo.

La higiene del personal tiene la finalidad de lograr mantener los niveles de calidad e inocuidad del producto, evitando cualquier tipo de contaminación y riesgos a la salud del consumidor. Es por esto, que las instalaciones de la granja deben estar diseñadas acorde a las necesidades de la especie de cultivo y a las del personal que lo maneja, pues debe contar con baños, vestidores, lavamanos y comedores en zonas que no afecten de ninguna manera la inocuidad del producto.

A continuación se enlistan los principios a considerar durante la higiene del personal:

■ El personal deberá estar capacitado en temas de higiene en todas las actividades que realice en la granja, así mismo deberá estar familiarizado con la especie, con la finalidad de prevenir cualquier tipo de contaminación del producto.

■ Las instalaciones de la granja deben incluir vestidores, cuartos para artículos de limpieza, baños separados, regaderas, lavamanos, secadores y todo tipo de equipo y material que sea necesario, diseñado lo más higiénicamente posible.

■ Se deberá contar con ropa de trabajo distinta a la que se utiliza cotidianamente, y que solo permanezca en la zona, con la finalidad de evitar una contaminación cruzada o la dispersión de algún material que ponga en riesgo el cultivo, la salud del trabajador, y la seguridad fuera de la granja.

■ El personal deberá contar con instrumentos y materiales limpios, así mismo una zona de aseo de los mismos que no comprometa la calidad del agua de los estanques.

■ En caso de que algún trabajador padezca de enfermedad infecto-contagiosa, heridas, o infecciones en la piel, que pueda transmitirse con facilidad y mediante los alimentos, no deberá de trabajar con los productos o manipularlos hasta que se haya recuperado.

■ La higiene del personal incluye también presentarse con el cabello cubierto, manos limpias, uñas cortadas, sin esmalte y en caso de ser necesario cubrebocas y cofia, así como se debe prohibir el uso de joyas, aretes, adornos y maquillaje que puedan contaminar con facilidad a los peces.

■ Debe estar prohibido fumar, beber o comer cerca de las áreas de producción, para esto el personal debe contar con un área de esparcimiento, comedores, etc. lejanos a los estanques.

■ Se debe lavar las manos, antes de iniciar labores o comer, después de ir al baño y cada vez que salga de la zona de producción y vaya a regresar a ésta.

■ El abastecimiento de agua en la granja para actividades de limpieza y enjuague debe ser potable, y en cantidad suficiente para realizar todas las actividades en el proceso productivo.

■ Debe estar perfectamente delimitado el agua de uso por el personal y el agua utilizada en la granja, para evitar cualquier riesgo de contaminación.

4.2.2 Instalaciones, Equipo y Utensilios

Se debe contar con las instalaciones adecuadas, así como el equipo y los utensilios necesarios para el funcionamiento de la granja.

■ Cantidad suficiente de agua para las instalaciones sanitarias y de higiene, su correcto almacenamiento y distribución. Drenaje separado.

■ Cubierta de mesas de trabajo, áreas de comedor, baños, área de limpieza etc. deberán ser impermeables, lisos, de colores claros y resistente a la acción de desinfectantes, ácidos, álcalis, solventes y calor.

■ Las políticas de acceso a las instalaciones para el ingreso a la granja de cualquier persona, equipo y material deberán estar claramente definidas y asegurar que se cumplan. El acceso deberá ser controlado.

■ Las áreas deben estar perfectamente separadas y delimitadas, ubicadas adecuadamente para evitar contaminaciones químicas o biológicas entre las diferentes zonas.

■ Debe existir espacio suficiente en cada área para permitir la instalación de los equipos e instrumentos que se requieran.

- Se deberá contar con manuales de utilización de los equipos e instrumentos adquiridos, para evitar un uso inadecuado y algún riesgo para los trabajadores.

- Se debe contar con un área exclusiva para el almacenamiento de compuestos químicos que se utilizan en la granja, así como un etiquetado correcto de los mismos, instrucciones de uso, etc.

- La ropa de trabajo utilizada, deberá contar con un almacén adecuado.

- Se debe contar con instrumentos de pesado y medición con rangos de precisión acordes al uso.

- Se debe contar con letreros informativos que prohíban fumar, comer, beber, alimentar a los peces, y otras acciones incorrectas dependiendo de la zona de la granja en la que se encuentran. Así mismo peligros de descargas eléctricas, de contaminación y de incendio. También deben contarse con salidas de seguridad y extinguidores, así como puntos de reunión en caso de siniestros.

4.2.3 Proceso

Todo el proceso productivo debe también estar vigilado y controlado para evitar cualquier riesgo de contaminación. Esto incluye desde la materia prima empleada hasta el transporte del producto final. De acuerdo a la norma NOM-120-SSA1-1994, en prácticas de higiene y sanidad para el procesamiento de alimentos, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Materia Prima:

- No se debe aceptar ninguna materia prima en estado de descomposición o con sustancias extrañas evidentes que no puedan ser reducidas a niveles aceptables.
- Deben inspeccionarse y clasificarse antes de llevarlas a la línea de producción y en caso necesario, efectuar pruebas de laboratorio.
- Deben mantenerse en condiciones específicas para cada caso.
- Los materiales de empaque y envase no deben utilizarse para fines diferentes a los que fueron destinados originalmente.

Producto final: Tilapia Fresca, Tilapia Viva

- Se deben seguir los procedimientos determinados para cada proceso (eviscerado, empackado, etc).
- Las áreas de proceso deben estar limpias y libres de materiales extraños.
- Se debe documentar todo mediante bitácoras o registros.
- Se debe asegurar que no haya riesgo de contaminación con materiales extraños
- Todos los insumos deben estar identificados
- No deben depositarse objetos personales en las áreas de proceso.

Transporte

- Los vehículos deben ser correctamente revisados antes de cargar los productos con la finalidad de asegurar las condiciones sanitarias del mismo.
- Se deben de manipular de tal manera que se impida la contaminación del producto.

- Si cuenta con sistemas de refrigeración, deben ser sometidos a revisión periódica del equipo.
- Llevar a cabo las Buenas Prácticas de Higiene del Personal, Equipo y Utensilios.

4.3 Control de Plagas

Debe entenderse como plaga a una situación en la cual un animal produce daños económicos, normalmente físicos, a intereses de las personas (salud, plantas cultivadas, animales domésticos, materiales o medios naturales). La situación en la que un organismo vivo (patógeno) ocasiona alteraciones fisiológicas en otro, normalmente con síntomas visibles o daños económicos.

Generalmente las plagas son insectos, roedores o cualquier otro animal que ocasione problemas de contaminación en el producto. Dichos animales no solo afectan al pez, sino que pueden transmitir enfermedades a través de la cadena alimentaria.

Debe existir un control adecuado de las plagas, ya sea fumigaciones, trampas u otro método que impida la proliferación de dichos organismos. Sin embargo con esto también se debe tener mucho cuidado. El uso inadecuado de sustancias químicas para el control de plagas, puede ocasionar una contaminación importante y un daño a los consumidores.

Generalmente, en un sitio con control de calidad adecuado, no existen problemas de proliferación de plagas, por lo que es necesario contar con una higiene correcta que evite la aparición de dichos organismos. También debe capacitarse al personal en cuanto al manejo de los desechos, alimentos y demás sustancias que pudieran atraerlos.

Cuando se trata de erradicar una plaga, es necesario que lo hagan especialistas o personal capacitado, así mismo se debe verificar que el químico o método empleado sea aprobado por la normatividad vigente, para evitar cualquier problema.

4.4 Manejo de los Desechos

Un desecho es un producto de las actividades humanas al cual se le considera sin valor, repugnante e indeseable, generalmente es una fracción de residuos no aprovechables para el trabajo actual del hombre. Los desechos de una granja de peces son por lo general, aquellos que se general del proceso productivo, tales como eviscerado, residuos alimentarios, materiales empleados, envolturas, bolsas, etc.

La importancia de los desechos radica principalmente en cómo manipularlos para que no representen ningún tipo de problema, ni ponga en riesgo la calidad de la granja, o la salud de los que laboran en el lugar.

La basura generada por la granja, debe estar separada en orgánica, inorgánica, y desechos químicos, bien diferenciada entre sí, y de lo posible, separar los materiales reciclables.

Los desechos orgánicos, provenientes del pescado o de alimentos, se descomponen con mucha facilidad y provocan olores y plagas desagradables, es necesario no almacenarlos, y si las condiciones de recolección lo requieren, de preferencia deben almacenarse en una habitación con ventilación o un sistema sencillo de refrigeración.

Los desechos inorgánicos deben dividirse en reciclables o no reciclables y tener una persona encargada de llevarlos a los centros cada determinado tiempo. Los desechos químicos deben de manejarse con

mucho cuidado y de preferencia no tirarlo en vertederos o basureros, sino encontrar la forma adecuada de desecharlo sin que dañe el medio ambiente.

4.4.1 Limpieza y Desinfección

Se debe llevar a cabo una limpieza eficaz y regular de los establecimientos, equipos y vehículos para eliminar residuos de los productos y suciedades que contengan microorganismos. Después de este proceso de limpieza, se debe efectuar, cuando sea necesario, la desinfección, para reducir el número de microorganismos que hayan quedado, a un nivel tal que no contaminen los productos. (Cuadro 6).

Cuadro 6. Principales Características y Usos de los Sanitizantes.

Sanitizante	USO Concentración PPM	Tiempo de Exposición	PH Óptimo	RANGO DE Temperatura	USO Recomendado
Clorados	100-200	2-10 min.	4	27-37	General
Yodósforos	25	2-15 min.	<3	27-37	Manos y utensilios de trabajo.
Quats	100-200	>24 hrs.	6-10	27-37	Exposición prolongada
Ácidos Aniónicos	200-400	> 30 min.	1.6-2.3	32-65	Equipos automatizados para limpieza.

Fuente: PC-058-2006 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia. Sagarpa, Bancomext y Secretaría de Economía

Los procedimientos de limpieza y desinfección deben satisfacer las necesidades peculiares del proceso. Debiendo implementarse para cada establecimiento un programa calendarizado por escrito que sirva de guía a la supervisión y a los empleados con objeto de que estén las áreas limpias.

Los detergentes y desinfectantes deben ser seleccionados cuidadosamente para lograr el fin perseguido. Los residuos de estos agentes que queden en una superficie susceptible de entrar en contacto con los productos, deben eliminarse mediante un enjuague minucioso con agua, cuando así lo requieran. (Cuadro 7)

Cuadro 7. Límites Máximos Permitidos para el uso de Sanitizantes

USO	CLORO DISPONIBLE
Agua de lavado en general	2-10
Agua para lavado de manos	50-100
Limpieza de superficies lisas (urinarios, lavabo, etc).	50-300
Limpieza de superficies sintéticas, metálicas o plásticas (cajas, transportadores, maquinaria).	300-500
Limpieza de superficies rugosas (pisos y paredes).	1000-5000

Fuente: PC-058-2006 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia. Sagarpa, Bancomext y Secretaría de Economía.

Capítulo 5. Manejo de los Recursos Hídricos

El agua es el recurso natural de mayor importancia en la vida de los seres humanos. En una granja de peces su uso es indispensable, pero con una mala utilización puede contaminarse con mucha facilidad y dañar todo lo que está a su alrededor.

Existen procesos naturales que dañan la calidad del agua, tales como: la erosión, estancamiento, insectos, desechos animales, sin embargo los mayores contaminantes son el uso de fertilizantes y agroquímicos que por escurrimiento llegan hasta la fuente más cercana, cambiando su estado natural y afectando la flora y fauna que la rodea.

Por estas razones es de vital importancia situar a la granja de peces en una zona que no ha sido utilizada para la agricultura, o que al menos no ha sido tratada con sustancias químicas. También se debe poner atención en la ubicación del principal abastecedor de agua en el cultivo, así como en el sistema de tuberías, drenaje y disposición de éstas, para que no haya problemas de contaminación del producto.

Es así, como menciona en la Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002 que la vigilancia de la calidad del agua es fundamental para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades a la población por su consumo, como las de tipo gastrointestinal y las producidas por contaminantes tóxicos; esta vigilancia se ejerce a través del cumplimiento de los límites permisibles de calidad del agua y complementariamente, inspeccionando que las características de las construcciones, instalaciones y equipos de las obras hidráulicas de captación, plantas cloradoras, plantas de potabilización, tanques de almacenamiento o regulación, líneas de

conducción, redes de distribución, cisternas de vehículos para el transporte y distribución y tomas domiciliarias protejan el agua de contaminación.

En el caso de obras nuevas, la selección del sitio de ubicación y su protección, tienen importancia vital para el abastecimiento de agua segura. Proteger el agua de la contaminación, siempre será preferible a proporcionarle tratamiento cuando ya está contaminada.

5.1 Especificaciones para el Sistema de Abastecimiento de Agua

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002 *Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que deben cumplir con los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo*, los sistemas de Abastecimiento de Agua, público o privado deben considerar las siguientes especificaciones:

- Las obras de captación, tanques de almacenamiento o regulación, plantas potabilizadoras y estaciones de bombeo, deben protegerse mediante cercas de malla de alambre o muros que impidan la introducción de desechos sólidos, líquidos o excretas y el paso de animales.
- El acceso a dichas fuentes, deben protegerse con cerraduras, candados o sistemas de seguridad y permitir la entrada únicamente a personal autorizado.
- En función de las características de construcción, los sistemas de abastecimiento deben protegerse de contaminación exterior debida a escurrimientos o infiltraciones de agua u otros vectores, mediante lo siguiente:

- Losa de concreto, cunetas, contracunetas o canales de desviación, ubicadas en el perímetro de la instalación.
 - Sellos impermeables en juntas y uniones de tuberías, equipos y sus accesorios, así como resane e impermeabilización de fisuras o fracturas en estructuras que contengan agua, y
 - Tela tipo mosquitero o similar, en dispositivos de ventilación rejillas, tubos u otros ductos.
- Las áreas interiores de estaciones de bombeo y plantas potabilizadoras deben mantenerse siempre aseadas. Se deben limpiar y desinfectar con la frecuencia que determinen las condiciones del sistema, equipo y proceso de manera que se eliminen los riesgos asociados.
 - Las tuberías que conducen agua en las distintas etapas del proceso o fluidos diferentes de ésta, se deben identificar de acuerdo con el código propio de la empresa. Cualquier forma y código de identificación debe ser visible para el personal.
 - Las instalaciones destinadas al almacenamiento y aplicación de desinfectantes, sea cloro, compuestos de cloro u otros productos químicos, se deben mantener con el piso seco y ventilación adecuada que permita circulación cruzada del aire. Se debe evitar el almacenamiento de productos ajenos a la potabilización.
 - Los tanques de almacenamiento o regulación y estaciones de bombeo para abastecer agua directamente a la red de distribución, deben contar con los siguientes dispositivos:
 - Ductos de ventilación en forma de “u” o de codo invertido, de tal manera que la entrada-salida del aire apunte hacia el suelo.
 - Caja colectora de sedimentos dependiendo de sus características
 - Registros de acceso con tapa envolvente al sardinel que impidan escurrimientos al interior del tanque, y

● Tubos para desfogue.

- Las paredes interiores de los tanques de almacenamiento o regulación, los cárcamos de bombeo, las cajas colectoras o repartidoras deben ser o estar recubiertos de material sanitario. Debe existir un programa de limpieza que garantice la preservación de la calidad del agua. La limpieza debe incluir la extracción de sólidos sedimentados y remoción de materiales incrustados. Se deben limpiar y desinfectar las paredes y piso con la frecuencia que determinen las condiciones del tanque de manera que se eliminen los riesgos asociados.

5.2 Calidad del Agua

Como se había mencionado, el agua es el recurso básico para la producción de Tilapia, por lo que es necesario disponer de ella en cantidad y calidad suficientes para sustentar el proceso productivo.

En una granja de peces, el agua debe ser preferentemente de flujo corriente y continuo, y en caso de los estanques, tener un sistema que permita la recirculación de la misma, y debe cumplir con ciertas características físico-químicas y microbiológicas que permiten el correcto desarrollo de los organismos. (Cuadros 8 a 12).

Cuadro 8. Parámetros Físico-Químicos del Agua para el cultivo de Tilapia

PARÁMETRO	RÁNGO ÓPTIMO
pH	6.5- 9
Temperatura	Mínima: 24 ° C Ideal: 28-30° C Máxima: 32 ° C
Amonio Tóxico (NH ₃)	0.01-0.1 mg/L (en sistemas semi-intensivos).
Nitritos (NO ₂ -N)	< 0.1 mg/L

Alcalinidad	0.1-0.2 mg/L
Dureza (CaCO ₃)	50-350
Dióxido de Carbono	<20 mg/L
Oxígeno	Mínimo: 4.5 mg/L Ideal: 8-10 mg/L
Fosfatos	0.6-1.5 mg/L
Cloruros	< 5 mg/L
Sulfatos	< 18 mg/L
GASES TÓXICOS	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	< 10 mg/L
Gas Metano (CH ₄)	< 25 mg/L
Ácido Cianhídrico (HCN)	< 10 mg/L

Fuente: **PC-058-2006** Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia . Sagarpa, Bancomext y Secretaría de Economía.

Cuadro 9. Especificaciones Microbiológicas del Agua Potable

MICROORGANISMOS	LÍMITE PERMITIDO
Coliformes Totales	2 NMP/100 mL
Coliformes Fecales	No detectable NMP/100 mL Cero UFC/100 mL

Fuente: **Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994**. Salud Ambiental. Agua para Uso y Consumo Humano. Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a los que debe Someterse el Agua para su Potabilización.

Cuadro 10. Especificaciones Químicas del Agua Potable

SUSTANCIA QUÍMICA	LÍMITE PERMITIDO (mg/L)	SUSTANCIA QUÍMICA	LÍMITE PERMITIDO (mg/L)
Aluminio	0.20	Nitrógeno Amoniacal	0.50
Arsénico	0.05	pH	6.5-8.5
Bario	0.70	Plaguicidas: aldrin y dieldrín*	0.03 µg/l
Cadmio	0.005	Clordano, total de	0.30

		isómeros	
Cianuros, como CN-	0.07	DDT, total de isómeros	1.00
Cloro residual libre	0.2-1.50	d-HCH, lindano	2.00
Cloruros como Cl-	250.00	Hexaclorobenceno	0.01
Cobre	2.00	Heptacloro y epóxido de Heptacloro	0.03
Cromo total	0.05	Metoxicloro	20.00
Dureza total, como CaCO ₃	500.00	2,4-D	50.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001	Plomo	0.025
Fierro	0.30	Sodio	200.00
Floruros como F-	1.50	Sólidos disueltos totales	1000.00
Manganeso	0.15	Sulfatos como SO ₄ *	400.00
Mercurio	0.001	SAAM	0.50
Nitratos como N	10.00	Trihalometanos totales	0.20
Nitritos como N	0.05	Zinc	5.00

Fuente: Norma Oficial Mexicana **NOM-127-SSA1-1994**. Salud Ambiental. Agua para Uso y Consumo Humano. Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a los que debe Someterse el Agua para su Potabilización.

* Separados o combinados.

Cuadro 11. Especificaciones Físicas y Organolépticas del Agua Potable

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMITIDO
Color	20 unidades de color verdadero en escala de platino-cobalto
Olor y Sabor	Agradable*
Turbiedad	5 UTN**

Fuente: Norma Oficial Mexicana **NOM-127-SSA1-1994**. Salud Ambiental. Agua para Uso y Consumo Humano. Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a los que debe Someterse el Agua para su Potabilización.

* Tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean objetables desde el punto de vista químico o biológico.

** O su equivalente por otro método

Cuadro 12. Constituyentes Radioactivos en el Agua Potable

CONSTITUYENTE RADIOACTIVO	LÍMITE PERMITIDO (Bq/l)
Radioactividad A Global	0.1
Radioactividad B Global	1.0

Fuente: Norma Oficial Mexicana **NOM-127-SSA1-1994**. Salud Ambiental. Agua para Uso y Consumo Humano. Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a los que debe Someterse el Agua para su Potabilización

5.3 Puntos de Muestreo

Debe haber un encargado de realizar monitoreos periódicos de 1 vez por mes aproximadamente, o quincenalmente si se amerita de esa manera, de la calidad del agua en la unidad de producción. Esto es para tener la seguridad completa de que el agua que se está utilizando durante todo el proceso, es la idónea para la especie, y que no ha sido contaminada o se encuentra en un estado no conveniente para salud de la cosecha y de los consumidores.

Las fuentes de contaminación del agua son muchas, sin embargo las que pueden generar mayor problemática son:

- Contaminación que provenga de otras granjas o de asentamientos humanos cercanos, establos, zonas agrícolas, etc.
- Contaminación proveniente del fondo de los estanques.
- Contaminación por plaguicidas
- Contaminación por aguas de desecho, drenajes, aguas residuales.
- Contaminación industrial.

Si se presenta una contaminación en el agua, ya sea de sustancias biológicas o químicas, y se identifica su procedencia, entonces es necesario

identificar el grado de afectación del agua (mediante muestreo de los parámetros físico-químicos, microbiológicos, organolépticos, etc.).

El muestreo debe realizarse correctamente de acuerdo a la norma NOM-230-SSA1-2002, por una persona capacitada, ya que de no ser así, puede ocasionar problemas en la medición de los parámetros.

El programa de muestreo de fuentes contaminantes identificadas consta de:

- Muestreo en la zona adyacente a la fuente de contaminación
- Muestreo en el canal de distribución de agua
- En la entrada de la sala de producción de alevines y crías
- En la entrada y salida de cada uno de los estanques y canales que conforman el sistema de cultivo
- En el canal de descarga de la granja.

5.3.1 Fuentes Externas de Contaminación

Se debe identificar si la granja tiene un riesgo de contaminación si esta ubicada cerca de:

- Drenes Agrícolas
- Afluentes de Industrias
- Afluentes de desarrollos urbanos
- Fumigación aérea
- Desembocadura de Afluentes de agua dulce con residuos de minas
- Suelo contaminado por el uso de suelo anterior
- Zonas ganaderas
- Presencia de aves acuáticas y otros animales silvestres

Medidas Correctivas:

- ➡ Cambiar la toma de agua hacia una zona segura

- ➞ Evitar la fumigación aérea en presencia de viento
- ➞ Analizar periódicamente (2 veces por año) el suelo y determinar peligros y niveles.

5.3.2 Fuentes Internas de Contaminación

Si hay indicios de contaminación, y se ha determinado que la zona de construcción de la granja es la correcta o que no hay ningún indicio de contaminación externa, entonces se deberá prestar atención a:

- Zonas de sanitarios, drenaje o desechos animales y humanos.
- Uso de fertilizantes orgánicos contaminados con peligros biológicos y/o químicos
- Área de eliminación de desechos y basura
- Uso inapropiado de químicos, antibióticos, plaguicidas, etc.
- Presencia de plagas.

Medidas Correctivas:

- ➞ Delimitar bien los sanitarios y áreas que utiliza el personal para su aseo. Limpieza diaria de los mismos.
- ➞ No permitir la entrada de animales, delimitar la granja para evitar que éstos ingresen a la zona.
- ➞ Utilizar fertilizantes inorgánicos u orgánicos no contaminados
- ➞ Establecer cuadrillas de limpieza y desinfección de las áreas.
- ➞ Colocar botes de basura y material necesario para los desechos.
- ➞ Los químicos deben ser utilizados por un experto, o en su caso, establecer metodologías y seguimiento.
- ➞ Control de plagas mediante trampas.

5.4 Monitoreo de la Calidad del Agua

Se requiere que haya personal capacitado para realizar un seguimiento de la calidad del agua durante todo el proceso productivo. Este personal, debe:

- Tener conocimiento en la implementación de Buenas Prácticas Acuícolas de Tilapia
- Tener conocimiento de métodos de análisis físicos y químicos del agua.
- Tener el equipo necesario y materiales adecuados para el monitoreo.
- De preferencia, contar con una computadora u hojas de datos para capturar la información de los muestreos realizados.
- Contar con apoyo de laboratorios de análisis especializados y aprobados por la autoridad.
- Definir concretamente los puntos de muestreo
- Diseñar formatos para recabar la información arrojada por los monitoreos y poder escoger sobre medidas de prevención en una problemática.

5.4.1 Metodología de Muestreo

El procedimiento de muestreo debe iniciar con la toma de muestras para análisis microbiológico.

■ **Material, reactivos y equipo de muestreo.**

- Envases para la toma de muestra:
 - ▶ Para análisis microbiológico.- Frascos de vidrio con tapón esmerilado, frascos estériles desechables o bolsas estériles con cierre hermético y capacidad de 125 o 250 ml.

- ▶ Para análisis físicos y químicos.- Envases de plástico o vidrio inertes al agua con tapones del mismo material que proporcionen cierre hermético.
- ▶ El material del envase, así como el volumen de muestra requerido y el método de preservación para la determinación de los diferentes parámetros.
- Termómetro que permita mediciones en un intervalo de -1 a 50 °C con graduación de 1 °C.
- Potenciómetro portátil o comparador visual para determinación de pH.
- Colorímetro portátil o comparador visual para determinación de cloro residual.
- Hielera con tapa.
- Bolsas refrigerantes o bolsas con hielo cerradas.
- Agua destilada o desionizada.
- Solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 100 mg/l.
- Gasas o torundas de algodón, estériles.
- Equipos muestreadores comerciales.

Preparación de envases para la toma de muestras

Los recipientes para la toma de muestras, deberán ser proporcionados con hoja de cadena de custodia por el laboratorio responsable del análisis, para análisis microbiológico o físico y químico, ya que deberá ser lavado y con la preparación adecuada para el análisis general o particular de los parámetros seleccionados

- Para análisis microbiológico:

- ▶ En el caso de frascos no estériles para muestras de agua sin cloro residual libre. Colocar papel resistente a la temperatura de esterilización en forma de capuchón sobre el tapón o tapa del frasco. Deben esterilizarse en estufa a 170°C, por un tiempo mínimo de 60 min. o en autoclave a 120°C durante 15 min. o a 15 PSIA durante 20 min.
 - ▶ En el caso de frascos no estériles para muestras con cloro residual libre. Previo a la esterilización agregar 0.1 ml de tiosulfato de sodio al 3% por cada 120 ml de capacidad de los mismos.
 - ▶ La colecta de muestras con alto contenido de metales, incluyendo cobre o zinc (mayor a 1.0 mg/l) los frascos para el muestreo deben contener 0.3 ml de solución de sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 15 por ciento (ajustar el pH de la solución a 6.5 antes de su uso) en frasco de 120 ml de capacidad adicionar por separado al frasco de muestreo antes de la esterilización o combinarse con la solución de tiosulfato de sodio antes de la adición.
- ⊗ Para análisis físicos, químicos y radiactivos, de acuerdo a los parámetros a determinar.

■ **Preparación de envases para la toma de muestras**

- ⊗ Para análisis microbiológico
 - ▶ **En bomba de mano o grifo.** El agua de los grifos debe provenir directamente del sistema de distribución. No debe efectuarse toma de muestra en grifos que presenten fugas entre el tambor y

el cuello, ya que el agua puede correr por la parte exterior del grifo y contaminar la muestra.

- Deben removerse los accesorios o aditamentos externos como mangueras, boquillas y filtros de plástico o hule antes de tomar la muestra. Debe dejarse correr el agua aproximadamente 3 min. hasta asegurarse que el agua que contenían las tuberías ha sido renovada o que la temperatura del agua sea estabilizada antes de tomar la muestra. Reducir el volumen de flujo para permitir el llenado del frasco sin salpicaduras.
- Cerca del orificio de salida, en el caso de frascos de vidrio con tapón esmerilado y protegidos con papel, deben quitarse simultáneamente el tapón del frasco y el papel de protección, manejándolos como unidad, evitando que se contaminen el tapón, el papel de protección, o el cuello del frasco. Para lo anterior es necesario sostener el tapón o tapa con el esmeril o rosca hacia abajo; en el caso de frascos estériles desechables desprender y eliminar el sello de seguridad y mantener la tapa con la rosca hacia abajo; para el caso de uso de bolsas estériles desprender y eliminar el sello de seguridad de la bolsa.
- Proceder a tomar la muestra sin pérdida de tiempo y sin enjuagar el frasco; se debe dejar el espacio libre requerido para la agitación de la muestra previa al análisis (aproximadamente 10% de volumen del frasco). Efectuada la toma de muestra, deben colocarse el tapón con el papel de protección o la tapa al frasco; en el caso de las bolsas proceder al cerrado hermético.

▶ **En captación de un cuerpo de agua superficial o tanque de almacenamiento.**

- Sumergir el frasco en el agua con el cuello hacia abajo hasta una profundidad de 15 a 30 cm, destapar y a continuación girar el frasco ligeramente permitiendo el llenado (en todos los casos debe evitarse tomar la muestra de la capa superficial o del fondo, donde puede haber nata o sedimento y en el caso de captación en cuerpos de agua superficiales, no deben tomarse muestras muy próximas a la orilla o muy distantes del punto de extracción); si existe corriente en el cuerpo de agua, la toma de muestra debe efectuarse con la boca del frasco a contracorriente. Efectuada la toma de muestra debe colocarse el tapón o tapa, sacar el frasco del agua y colocar el papel de protección en su caso. Para el caso en el que se utilice bolsa, sumergirla a la profundidad arriba indicada. Tomar la muestra y cerrar la bolsa bajo el agua, posteriormente sellar ésta fuera del agua.

▶ **En pozo profundo**

- Proceder a tomar la muestra, bajando el frasco dentro del pozo hasta una profundidad de 15 a 30 cm, evitando que el frasco toque las paredes del pozo.
- Efectuada la toma de muestra, deben colocarse la tapa o el tapón con el papel de protección al frasco, o en su caso sellar la bolsa.

El muestreo debe realizarse cuidadosamente, evitando que se contaminen el tapón, boca e interior del envase; se requiere tomar un poco del agua que se va a analizar, se cierra el envase y agitar fuertemente para enjuagar, desechando esa agua; se efectúa esta operación dos o tres veces, procediendo enseguida a la toma de muestra.

Las muestras tomadas deben colocarse en hielera con bolsas refrigerantes o bolsas de hielo cerradas para su transporte al laboratorio, a una temperatura entre 4 y 10°C, cuidando de no congelar las muestras.

5.5 Qué hacer en caso de que el agua de cultivo no sea de calidad

El primer paso a realizar, es la selección del sitio. Si una vez que se ha llevado a cabo este procedimiento, se detectan niveles de contaminación física, química o biológica, que sean inaceptables, es necesario elegir un nuevo lugar de construcción. De esta manera se evitará poner en riesgo la salud del personal y de los consumidores.

Si la contaminación se puede eliminar mediante medidas correctivas, entonces es necesario contratar con expertos que puedan implementar dichas disposiciones y brindar un apoyo para la construcción adecuada de una granja de peces.

Si la granja ya está construida y en funcionamiento, pero se ha determinado la presencia de cualquier contaminante, es necesario determinar la fuente, una vez realizado esto, se establecerán medidas correctivas en caso de ser necesario. Si la contaminación es inaceptable y rebasa los límites permitidos, o es incorregible, se deberá cambiar la ubicación de la granja.

Capítulo 6. Manejo de Sustancias Químicas y Fármacos

En algunos países está autorizada la utilización de antibióticos en la acuicultura, estableciendo un control de los límites máximos permitidos de estos fármacos y otras sustancias químicas. Sin embargo muchos de ellos constituyen un riesgo para la salud humana, al no ser posible la determinación de niveles seguros de estos residuos en los productos de la pesca.

La aplicación incorrecta de antibióticos, fármacos y otras sustancias químicas, ocasiona la acumulación de residuos en los tejidos y órganos de los ejemplares tratados, que al ser consumidos por el ser humano, pueden ocasionar un daño severo a su salud. Es por esto que resulta necesario contar con regulaciones para el uso de dichas sustancias en los productos pesqueros y acuícolas, así como un control al uso indiscriminado y repetido de antibióticos en el tratamiento de ciertas enfermedades que solo contribuye a la aparición de bacterias más resistentes al tratamiento.

6.1 Uso de sustancias Químicas y Fármacos

Si es necesario utilizar alguna sustancia química o antibiótico, se debe revisar si éste está autorizado por las normas vigentes en materia de acuicultura o en su caso por la FDA de Estados Unidos, bajo ninguna circunstancia se debe utilizar alguna sustancia prohibida. Así mismo, las sustancias utilizadas deben haber sido comprobadas en su eficacia contra el tratamiento de algunas enfermedades padecidas por la Tilapia, de acuerdo a las autoridades y legislaciones vigentes.

Cuando se lleva a cabo la aplicación de cualquier producto químico en una granja de peces, se debe tener en cuenta la responsabilidad que esto conlleva y considerar los efectos que tendrá en la cosecha y el producto final, así mismo es necesario contar con un registro o un sistema de control que incluya:

- Lugar, fecha y hora de la utilización.
- Descripción del producto a utilizar, cualidades, características y descripción de porqué se va a emplear (diagnóstico), bajo qué criterio, y causa. Así como el nombre y los datos de quién lo recomendó o prescribió.
- Descripción de la población en donde se va a aplicar dicha sustancia, características y en caso de tratar alguna enfermedad determinar el origen de ésta. Numero de lote, estanque o jaula.
- Descripción del método de aplicación, cantidad aplicada y dosis recomendada. Nunca se debe variar la dosis sin una recomendación de algún especialista.
- Muestreo de peces, seguimiento y análisis de la población tratada. Fecha de cosecha.
- Desecho adecuado de los envases donde venían los químicos o los antibióticos, para evitar un riesgo de contaminación ambiental, o un peligro en la granja.

Es de vital importancia que todos los químicos, antibióticos y fármacos que se utilicen, cumplan con las regulaciones y guías, nacionales e internacionales en la materia. Deben así mismo estar almacenados y ser

transportados de acuerdo a las indicaciones en la etiqueta del producto, así como las instrucciones de la compañía fabricante.

Los productores deben conocer los métodos de aplicación de dichos compuestos y tomar en cuenta las dosis en las que deben ser aplicadas, el período de permanencia, su utilización y cualquier otra información.

Es mejor que las estrategias dentro de la granja se enfoquen a la prevención de las enfermedades y no al tratamiento de éstas una vez que ya aparecieron. Es por esto de vital importancia que se tomen en cuenta las Buenas Prácticas de Producción Acuícola, que los guiará por un proceso adecuado en el manejo de una granja productora de peces, evitando cualquier riesgo y peligro de contaminación y aumentando la calidad e inocuidad de la producción.

6.2 Sustancias Permitidas para su Uso en la Acuicultura

Existen ciertas sustancias que son aprobadas y reguladas por diversos organismos nacionales e internacionales, para su utilización en animales, siempre y cuando se haga por un especialista en la material, siguiendo las indicaciones dispuestas y con un control constante. (Cuadro 13,14 y 15).

Cuadro 13. Sustancias Farmacológicas con Límite Máximo de Residuos (LMR) establecido

SUSTANCIA	ESPECIE ANIMAL	LÍMITE MAXIMO DE RESIDUOS
Amoxicilina	Todas las especies destinadas a alimentos.	50 µg/Kg: músculo, hígado, riñón, grasa 4 µg/Kg: grasa
Ampicilina	Todas las especies destinadas a alimentos.	50 µg/Kg: músculo, hígado, riñón, grasa 4 µg/Kg:grasa
Clortetraciclina	Todas las especies destinadas a	600 µg/Kg: riñón 300 µg/Kg: hígado

	alimentos.	100 µg/Kg: músculo, leche 200 µg/Kg: huevos
Danofloxacin	Todas las especies destinadas a alimentos.	100 µg/Kg: músculo 50 µg/Kg: grasa 200 µg/Kg: hígado, riñón
Difloxacin	Todas las especies destinadas a alimentos.	300 µg/Kg: músculo 100 µg/Kg: grasa 800 µg/Kg: hígado 600 µg/Kg: riñón
Enrofloxacin	Todas las especies destinadas a alimentos.	100 µg/Kg: músculo, grasa 200 µg/Kg: hígado, riñón
Eritromicina	Todas las especies destinadas a alimentos.	200 µg/Kg: músculo,grasa, hígado, riñón 40 µg/Kg: leche 150 µg/Kg: huevos
Florfenicol	Todas las especies destinadas a alimentos.	100 µg/Kg: músculo 200 µg/Kg: grasa 2000 µg/Kg: hígado 300 µg/Kg: riñón 1000 µg/Kg: músculo y piel
Oxitetraciclina	Todas las especies destinadas a alimentos	600 µg/Kg: riñón 300 µg/Kg: hígado 100 µg/Kg: músculo, leche 200 µg/Kg: huevos
Sulfonamidas	Todas las especies destinadas a alimentos	100 µg/Kg: músculo, hígado, riñón, grasa. La combinación de residuos no debe superar los 110 µg/Kg.
Tiamfenicol	Peces	50 µg/Kg: músculo + piel
Trimetoprim	Todas las especies destinadas a alimentos	50 µg/Kg: músculo, grasa, hígado, riñón, leche

Fuente: PC-058-2006 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia. Sagarpa, Bancomext y Secretaria de Economía.

Cuadro 14. Sustancias Farmacológicas para las cuales no es necesario establecer un LMR

SUSTANCIA	ESPECIE ANIMAL	LMR
Formaldehído	Todas las especies destinadas a alimentos.	No hace falta establecerlo

Glutaraldehído	Todas las especies destinadas a alimentos	No hace falta establecerlo
Peróxido de hidrógeno	Todas las especies destinadas a alimentos	No hace falta establecerlo
Yodo y compuestos yodados	Todas las especies destinadas a alimentos	No hace falta establecerlo
Sulfato de Magnesio	Todas las especies destinadas a alimentos	No hace falta establecerlo
Cloruro Sódico	Todas las especies destinadas a alimentos	No hace falta establecerlo
Cloruro de benzalconio	Todas las especies destinadas a alimentos	Para su uso como excipiente, hasta una concentración de 0.05%

Fuente: PC-058-2006 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia. Sagarpa, Bancomext y Secretaría de Economía.

Cuadro 15. Sustancias Farmacológicas con LMR provisional

SUSTANCIA	ESPECIE ANIMAL	LMR
Levamisol	Todas las especies destinadas a alimentos.	Provisional: 10 µg/Kg: músculo, hígado, riñón, grasa, leche
Tetraciclinas	Todas las especies destinadas a alimentos	Provisional: 600 µg/Kg: riñón 300 µg/Kg: hígado 200 µg/Kg: huevos 100 µg/Kg: músculo y leche
Acido Oxolínico	En estudio	En estudio.

Fuente: PC-058-2006 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia. Sagarpa, Bancomext y Secretaría de Economía.

La FDA o Food and Drug Administration (Administración de Drogas y Alimentos, por sus siglas en inglés) es la agencia del gobierno de los Estados Unidos responsable de la regulación de alimentos (tanto para seres

humanos como para animales), suplementos alimenticios, medicamentos (humanos y veterinarios), cosméticos, aparatos médicos (humanos y animales), productos biológicos y productos hemáticos.

El supremo mandato de la FDA es regular la multitud de productos medicinales de una manera tal que asegure la seguridad de los consumidores y la efectividad de las drogas comercializadas. (Cuadro 16).

Tabla 16. Drogas Aprobadas por la FDA para su uso en Acuicultura

NOMBRE COMERCIAL	ESPECIES	INDICACIONES	RÉGIMEN (Tiempos de Retiro)
Terramycin 10	Salmónidos	Ulceración, furúnculos, Septicemia hemorrágica bacteriana e infección por <i>Pseudomonas</i>	2.5-3.7 g/100 lb de animal/10 días (21 días)
	Pez Gato (bagre)	Septicemia hemorrágica bacteriana e infección por <i>Pseudomonas</i>	2.5-3.7 g/100 lb de animal/10 días (21 días)
	Langosta	Control de gaffkemia por <i>Aerococcus viridian</i>	1 g/1 lb de alimento/5 días (30 días)
Sufamerazine in Fish Grade	Trucha	Control de furunculosis en salmónidos por <i>Aeromonas salmonicida</i>	10 g/100lb animal/día (21 días)
Romet -30	Salmónidos	Control de furuculosis en salmónidos por <i>Aeromonas salmonicida</i>	50 mg/kg animal/5 días (42 días)
	Pez Gato (bagre)	Control de septicemia entérica	50 mg/kg animal/5 días

		causada por <i>Edwardsiella ictaluri</i>	(3 días)
Formalin- F	Huevos de salmón/trucha	Control de protozoarios	1-2 ml/L
	Pez Gato (bagre), agalla azul, corvina boca grande	Control del protozoarios	0.015-0.250 ml/L (depende de temperatura, especie y tipo de estanque)
	Salmónidos	Control de protozoarios	0.015-0.250 ml/L (depende de temperatura, especie y tipo de estanque)
Paraside-F	Huevos de Salmón/Trucha	Control de hongos (familia <i>Saprolegniaceae</i>)	1-2 ml/L
	Pez Gato (bagre), agalla azul, corvina boca grande	Control de protozoarios	0.015-0.250 ml/L (depende de temperatura, especie y tipo de estanque)
	Salmónidos		0.015-0.250 ml/L (depende de temperatura, especie y tipo de estanque)
Parasite-S	Huevos de salmón/trucha	Control de protozoarios externos	1-2 ml/L
	Otros peces	Control de protozoarios externos	0.015-0.250 ml/L (depende de temperatura, especie y tipo de estanque)
	Camarón	Control de hongos (familia <i>Saprolegniaceae</i>)	0.025-0.100 ml/L

Finquel	Peces	Anestésico	0.015-0.330 g/L (21 días)
Tricaine-S	Peces	Anestésico	0.015-0.330 g/L (21 días)

Fuente: PC-058-2006 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia. Sagarpa, Bancomext y Secretaría de Economía.

6.3 Sustancias Prohibidas para su Uso en la Acuicultura

La FDA, ha prohibido ciertas sustancias para su uso en medicación veterinaria, tales como:

- a) Cloranfenicol
- b) Clenbuterol
- c) Dietilestribestrol (DES)
- d) Dimetridazol
- e) Pronidazol
- f) Otros Nitroimidazoles
- g) Furazolidona
- h) Nitrofurazona
- i) Sulfonamidas (excepto sulfadimetoxina)
- j) Fluoroquinolonas (Enfloxacina, Sarafloxacina)
- k) Glicopéptidos

Cuadro 17. Productos Tóxicos para Peces

NOMBRE COMERCIAL	REGISTRO EPA	REGISTRADO POR	INDICACIONES DE USO
Nombre Común: Antimycin			
Fintrol Concentrate	39096-2	Antibiotics corporation	Tóxico de peces, piscicida
Nombre Común: CubeResins/Rotenone			
Chem-Sect Brand Chem-Fish Regular	1439-157	Tifa Limited Cube Resins/rotenone	Tóxico de peces, piscicida
Chem-Fish	1439-159	Tifa Limited	Tóxico de peces,

Synergizad			piscicida
Finley Ground Cube Powder	6458-6	Foreign Domestic Chemicals Corp.	Tóxico de peces, piscicida
Fish-Tox-5	769-309	Sureco, Inc.	Tóxico de peces, piscicida
Martin´s Rotenone Powder	299-227	C.J.Martin Company	Tóxico de peces, piscicida
Noxfish Fish Toxicant Liquid Emulsifiable	432-172	Roussel Uclaf Corporation	Tóxico de peces, piscicida
Nusyn-Noxfish Fish Toxicant	432-550	Roussel Uclaf Corporation	Tóxico de peces, piscicida
Pearson´s 5% Rotenone Weatable Powder	19713-316	Dexel Chemical Company	Tóxico de peces, piscicida
Powdered Cube	769-414	Sureco, Inc.	Tóxico de peces, piscicida
Prentox Prenfish Toxicant	655-422	Prentiss Incorporated	Tóxico de peces, piscicida
Prentox Rotenone Fish Toxicant Powder	655-691	Prentiss Incorporated	Tóxico de peces, piscicida
Prentox Synpren Fish toxicant	655-421	Prentiss Incorporated	Tóxico de peces, piscicida
Rotenone 5% Liquid Emulsifiable	47677-3	Agent Chemical Laboratories, Inc.	Tóxico de peces, piscicida
Rotenone 5% Fish Toxicant Powder	47677-4	Agent Chemical Laboratories, Inc.	Tóxico de peces, piscicida

Fuente: PC-058-2006 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia. Sagarpa, Bancomext y Secretaría de Economía.

Capítulo 7. Cultivo de Tilapia

7.1 Selección de los Reproductores

La edad promedio de los reproductores va entre los 10 y 20 meses de edad. Éstos deben provenir de lotes seleccionados cuidadosamente, su alimentación debe ser baja en grasa para que al llegar a la edad reproductiva, posean buena capacidad abdominal.

Los lotes de donde provienen, deben tener condiciones superiores a los demás. Y deben cumplir con las siguientes características:

- Poseer cuerpo proporcionalmente mas ancho comparado con su longitud, es decir que su cabeza ocupe aproximadamente 1.5 veces mas el ancho del cuerpo.
- La alimentación durante su crianza debe de contener cerca del 30% de proteína, para que logre un desarrollo corporal adecuado.
- Su cabeza debe ser pequeña y redonda.
- Poseer buena conformación corporal (filete de buen tamaño, cabeza pequeña, pedúnculo caudal corto).
- Libre de cualquier malformación.
- Ser cabezas de lote y estar sexualmente maduro
- Poseer buena coloración de acuerdo a la variedad a elegir. En caso de ser Tilapia roja, no debe poseer manchas de otro color.

Después de cada ciclo, es importante que los reproductores se separen, y proporcionar un descanso de 15 días aproximadamente para mantener picos de producción constantes, vigilar el estado de los reproductores y prevenir cualquier enfermedad.

7.1.1 Estanques de Reproducción

Los estanques de reproducción, deben tener un área adecuada que facilite la recolección de alevines y la cosecha. Estos estanques generalmente son exteriores para la fase de maduración de reproductores y desove.

Es importante monitorear una vez por semana los parámetros como oxígeno disuelto, pH, sólidos disueltos y temperatura, para asegurar una producción alta y constante. (Figura 13).



Figura 13. Estanques de reproducción

Estos peces presentan un comportamiento reproductivo muy particular: los machos eligen el sitio de desove y construyen el nido en forma de batea, que es limpiado constantemente para atraer a las hembras. Para defender el área, utilizan movimientos agresivos de ataque hacia otros machos. Una vez que han cortejado a la hembra, ésta nada dentro del nido

expulsando los huevos, y posteriormente se lleva a cabo una fecundación externa de los mismos.

Cuando los huevos han sido fertilizados, la hembra los recoge y los coloca en su boca para su incubación. Este período tiene una duración de 3 a 6 días dependiendo de las condiciones del agua, principalmente de la temperatura que debe oscilar entre los 28 y 31 °C.

7.1.2 Siembra de Reproductores

Para obtener una producción adecuada de larvas, se recomienda utilizar una proporción de 1 a 2 machos por cada 3 hembras, sin exceder 1 kg de biomasa/m³ ya que este exceso puede provocar una disminución de la puesta.

Se debe contar con un lote de reproductores de reemplazo que produzcan mientras los otros se encuentran en período de descanso.

7.2 Recolección de las crías

Una vez que los huevos han eclosionado, las larvas permanecen en la boca de la hembra mientras terminan de absorber el saco vitalino. Posteriormente se deben recolectar los lotes máximo cada 5 días para inducirlos a la fase de reversión, ya que hacerlo por un mayor número de días, implicaría problemas con la eficiencia de la hormona y pérdida de alevines en los estanques de reproducción por efectos de canibalismo.

La recolección de los alevines, debe realizarse por la mañana, antes de alimentar a los peces. Se utilizan sistemas de redes muy finas, cucharas de angeo y copos de tela mosquitera para evitar el maltrato de los peces y por consiguiente su mortalidad. (Figuras 14 y 15).



Figuras 14 y 15. Alevines

Una vez que se han recolectado las crías necesarias, es de vital importancia separar a los reproductores (machos y hembras) en estanques independientes para proporcionales reposo. Posterior a la pesca de alevines, se pasan los organismos por un tamiz de 8 a 10 mm, pues los animales que no logren atravesarlo deben descartarse debido a la madurez actual. Las crías que logren pasar por el tamiz, entran a proceso de reversión.

Hecho esto, se realiza el proceso de aclimatación, donde los alevines son colocados en bolsas plásticas que no se encuentren expuestas al sol con suficiente oxígeno (infladas como si fuera un globo), posteriormente se colocan en el estanque donde crecerán, sin sacarlas de la bolsa para que la temperatura del agua exterior y la de interior se iguale, pasados unos 15 minutos, se pueden abrir las bolsas y dejar salir las crías al nuevo estanque.

7.2.1 Recolección de alevines de criaderos establecidos

Lo primero que se realiza después de la construcción de la granja, es una selección adecuada de las crías de la Tilapia, para comenzar el proceso de cultivo.

- En primer lugar la selección de las crías y los huevos debe realizarse cuidadosamente por un experto, y deben provenir de criaderos confiables que garanticen la calidad del producto.
- Los huevos y las crías deben estar libres de patógenos, enfermos o con mal aspecto.
- La fuente de huevos o juveniles debe ser registrada y especificar de dónde proviene (proveedor comercial, laboratorio propio o capturado del medio natural.)

- Antes de transportar a los organismos al lugar donde serán cultivados, deben de proporcionárseles las condiciones adecuadas de oxígeno, temperatura y protección.

- Dentro de la unidad nueva de producción, se deberá de asignar un número de lote.

- Para llevar a cabo la aclimatación, deben de colocarse los nuevos organismos dentro de tanques, con la finalidad de proporcionar las condiciones necesarias para su recuperación después del transporte.

- Una vez aclimatados, son trasladados a los estanques/jaulas para su cultivo.

- Una vez seleccionados, debe mantenerse una densidad de siembra adecuada, pues los peces necesitan un espacio amplio para crecer y desarrollarse. Esto se realiza mediante técnicas de cultivo especiales para la Tilapia, que consideran entre otras cosas: la edad y talla de los peces, la capacidad de o estanques o jaulas, y la talla esperada al momento de la cosecha.

- Deben de quedar plenamente satisfechas las necesidades nutrimentales de los peces recién adquiridos, para que puedan crecer satisfactoriamente. Esto debe realizarse mediante alimentos especializados, balanceados y de buena calidad.

- La calidad del agua también influye en el correcto crecimiento y desarrollo de los peces. Por eso es necesario vigilar la densidad

adecuada de acuerdo a la capacidad de carga. La alimentación debe consumirse por completo, para que no deje residuos en el medio.

- Es necesario que en todo el ciclo productivo, se realicen monitoreos periódicos en busca de enfermedades y patógenos que afecten de alguna forma a los peces, en caso de encontrarse algún problema deberá ser tratado de inmediato para evitar pérdidas considerables.
- Si por alguna causa, hay mortandad de peces, debe investigarse a fondo la razón y desecharse de forma sanitaria para evitar la aparición de enfermedades.
- Debe monitorearse el número de lote, la siembra de las crías, densidad, fecha etc., para tener un control completo de la cosecha.

7.3 Cultivos Monosexo

El cultivo monosexo, consiste en tener una población únicamente de machos (o hembras) y se lleva a cabo debido a que:

- a) Existe una notoria diferencia de crecimiento entre el macho y la hembra.
- b) Se debe evitar las cruza, degeneración de la raza, sobrepoblación de los estanques, etc.

El cultivo monosexo se logra por diferentes maneras:

- a) **Sexado manual de los peces:** consiste en revisar la papila urogenital de ejemplares de Tilapia mayores a 10 cm. y de 30-50 gramos de peso. La hembra posee tres orificios mientras que el macho sólo

dos, por lo tanto esa diferencia se puede observar coloreando la papila con violeta de genciana. Este método no es muy recomendable pues depende principalmente de la experiencia del técnico encargado de realizarlo, así mismo puede ir alguna hembra y reproducirse en el estanque, degenerando la raza. (Figura 16 y 17).

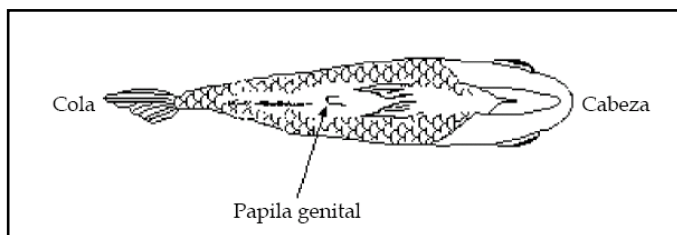


Figura 16. Vista ventral de la tilapia

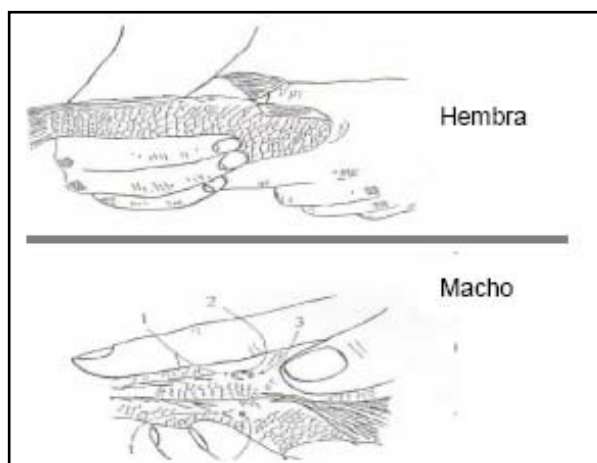


Figura 17. Diferencia entre papilas genitales de Tilapia

b) Reversión sexual por alimentación: este método se realiza suministrando oralmente un complejo hormonal con 60 ppm de 17-alfa-metil-testosterona durante los primeros 30 días de edad. Esta hormona se incluye en el alimento vehiculizada mediante alcohol y suministrada aproximadamente a

razón de 15% de la biomasa/día, en un promedio de 8 raciones. El efecto de la introducción hormonal en los peces, es que convierte el tejido gonadal de hembras, en testículos, es decir, revierte las hembras en machos fisiológicos. Las larvas no deben tener más de 13 mm de longitud total para el comienzo del tratamiento.

c) Producción de híbridos: un híbrido es un pez que se obtiene mediante el cruce de dos o más especies genéticamente diferentes. El entrecruzamiento es realizado con la finalidad de producir 100% machos, evitando los problemas de sobrepoblación en cultivos de ambos sexos. Ésta técnica busca el incremento de vigor híbrido, es decir, la obtención de mejores atributos de los progenitores.

7.4 Manipulación de las crías

El empleo de mallas suaves es la forma más recomendable de manipular alevines, dado que evita el contacto directo y permite un manejo rápido de gran volumen de animales. Los métodos desde la orilla son los más indicados, pero también se pueden realizar barridas totales de los estanques de reproducción.

7.5 Etapas de Desarrollo de la Tilapia

7.5.1 Siembra

Es importante tener en cuenta para la siembra de cría los siguientes aspectos:

- a) Conteo preciso de una muestra o del total de la cría (volumétrico, por peso o manual, es decir conteo individuo por individuo).
- b) Aclimatación de temperatura: el agua de las bolsas de transporte de alevines se debe mezclar por lo menos durante 30 minutos con el agua del estanque que se va a sembrar.

7.5.2 Crianza

Esta fase comprende la crianza de alevines con pesos entre 1 a 5 gramos. Generalmente, se realiza en estanques con densidad de 100 a 150 peces por m³, buen porcentaje de recambio de agua (del 10 al 15% día) y con aireación, mientras que para esta misma fase pero sin aireación, se sugiere densidades de 50 a 60 peces por m y recubrimiento total del estanque con malla antipájaros para controlar la depredación. Los alevines son alimentados con alimento balanceado conteniendo 45% de proteína, a razón de 10 a 12% de la biomasa distribuido entre 8 a 10 veces al día. (Figura 18).



Figura 18. Estanque de crianza

7.5.3 Pre-engorda

Esta comprendido entre los 5 y 80 gramos. Generalmente se realiza en estanques con densidad de 20 a 50 peces por m³, buen porcentaje de

recambio de agua (5 a 10% día) y recubrimiento total de malla para controlar la depredación (en caso de que sean exteriores).

Los peces son alimentados con alimento balanceado cuyo contenido en proteína es de 30 o 32%, dependiendo de la temperatura y el manejo de la explotación. Se debe suministrar la cantidad de alimento equivalente del 3% al 6% de la biomasa, distribuidos entre 4 y 6 raciones al día. (Figura 19).



Figura 19. Pre-engorda

7.5.4 Engorda

Esta fase comprende la crianza de la tilapia desde entre los 80 gramos hasta el peso de cosecha. Generalmente se realiza en estanques con densidades entre 1 a 30 peces por m³. (Figura 20)

En densidades mayores de 12 animales por m³ es necesario contar con sistemas de aireación o con alto porcentaje de recambio de agua (40 a 50%). En esta etapa, por el tamaño del animal, ya no es necesario el uso de sistemas de protección antipájaros. Los peces son alimentados con alimentos balanceados de 30 o 28% de contenido de proteína, dependiendo de la clase de cultivo (extensivo, semi-intensivo o intensivo), temperatura del agua y manejo de la explotación. Se sugiere suministrar entre el 1.2% y el 3% de la biomasa distribuida entre 2 y 4 dosis al día.



Figura 20. Engorda

Capítulo 8. Alimentación

El éxito de correcto desarrollo de los peces se debe principalmente a la alimentación y a las técnicas utilizadas.

La Tilapia es un organismo omnívoro, y su requerimiento y tipo de alimento varía con la edad. Durante la fase juvenil se alimentan tanto de fitoplancton, zooplancton y pequeños crustáceos.

El alimento representa aproximadamente el 50% de los costos de producción, es por esto que un mal manejo de alimento, o un programa inadecuado de alimentación disminuye la rentabilidad de la granja considerablemente.

La cantidad y el tipo de alimento a suministrar debe ser controlado y evaluado periódicamente para evitar costos excesivos.

Así mismo, del alimento también depende el sabor del producto, si el pez no tiene cubierto los requisitos diarios, entonces buscara alimentos del fondo del estanque, y su carne adquirirá un sabor desagradable.

8.1 Método de Alimentación

El método en el que se va a llevar a cabo la alimentación depende del manejo de la granja, del tipo de explotación, de la edad y los hábitos de la especie, sin embargo se han determinado ciertos mecanismos para facilitar este procedimiento:

a) Alimentación en un solo sitio: se lleva a cabo como su nombre lo indica, únicamente en un lugar del estanque, es altamente eficiente en sistemas

intensivos (300-500 peces/m³), y en animales con un peso de hasta 50 gramos, pues no exige una gran actividad de nado. Sin embargo es la menos conveniente si se trata de otro tipo de cultivo, pues la acumulación de materia orgánica se realiza en un solo lugar, provocando que solo una parte de la población coma, incrementando el porcentaje de peces pequeños.

b) Alimentación en forma de "L": se lleva a cabo en dos orillas del estanque. Está sugerida para animales que pesan de 50 a 100 grs, y se recomienda que se realice en la orilla de salida del desagüe y en uno de los dos lados, con la finalidad de sacar la mayor cantidad de heces en el momento de la alimentación

c) Alimentación Periférica: se realiza por todas las orillas del estanque. Sugerida para peces mayores a los 100 grs, dado que por encima de este peso se acentúan los instintos territoriales de la Tilapia.

d) Alimentadores Automáticos: de péndulo, automatizado, por bandejas, etc. De fácil utilización, sin embargo requieren de una fuerte inversión inicial, por lo que es necesario que la relación costo-beneficio se encuentre sobrepasada para que no represente una pérdida considerable.

8.2 Horario de Alimentación

Es conveniente alimentar a los organismos cuando la temperatura ambiental es la más elevada, pues los niveles de secreciones digestivas y la acidez aumentan con el incremento de la temperatura en el tracto digestivo.

Se recomienda que en cultivos extensivos o semi-extensivos no se agregue una cantidad de alimento cuyo tiempo de consumo y flotabilidad supere los 15 minutos, ya que esta abundancia provoca que el pez coma en exceso y

no asimile adecuadamente el alimento. En sistemas intensivos el alimento debe permanecer de 1 a 2 minutos.

La transición de la dieta desde las etapas de juvenil hasta la de adulto es gradual aunque también puede presentarse abruptamente. Las Tilapias normalmente son omnívoras, sin embargo su alimentación varía según la variedad.

En el cultivo comercial, es necesaria la utilización de alimentos y suplementos balanceados, diferentes para cada etapa de crecimiento, cuyo suministro debe estar perfectamente controlado para evitar carencias o excesos. Se debe recordar que a parte del alimento suministrado, los peces se alimentarán también del fitoplancton que crece en los estanques. La alimentación de realizarse manualmente, observando ciertas características como: la demanda del alimento, tamaño del bocado, talla de los peces, densidad de la población, entre otras. (Cuadro 18).

Tabla 18. Alimentación de la Tilapia con base a su Etapa de Desarrollo

Edad de la Tilapia (Días)	Etapas	Peso de la Tilapia (gramos)	Cantidad de Alimento (gramos)
10-15	Alevín (crecimiento)	0.12	0.048
15-30	Alevín (crecimiento)	4.7	0.0047
30-45	Juvenil (crecimiento)	50	0.0025
45-60	Juvenil (crecimiento)	100	0.0030
60-75	Adulto	150	0.0030
75-90	Adulto	200	0.0036
90-105	Adulto (engorda)	275	0.0046
105-120	Adulto (engorda)	325	0.0052

120-135	Adulto (engorda)	400	0.0060
135-150	Adulto (engorda)	450	0.0063
150-165	Adulto (engorda)	500	0.0065
165-180	Adulto (engorda)	550	0.0066
180-175	Adulto	600	0.0067

8.3 Aspectos Nutricionales del Alimento

8.3.1 Proteínas

El nivel de proteína va a determinar el crecimiento del organismo. A medida en que el cultivo avanza, el requerimiento de ésta disminuye. En la elaboración de alimentos balanceados para el cultivo intensivo de Tilapia, el suplemente de proteína puede llegar a representar más del 50% del costo del alimento.

El nivel de proteína, se ve influenciado por múltiples factores:

- El contenido de energía en la dieta
- El estado fisiológico del pez (edad, peso y madurez)
- Factores ambientales (temperatura del agua, salinidad y oxígeno disuelto).
- La calidad de la proteína (nivel y disponibilidad de aminoácidos esenciales).
- Tasa de alimentación.

El consumo de proteína depende del estadio del organismo. (Cuadro 19)

Cuadro 19. Requerimiento Proteico

Peso de la Tilapia (g)	Requerimiento Proteico (%)
Larva (0.5)	40-45%
0.5-10	35-40%

10-30	30-35%
30-250	30-35%
250-talla de mercado	25-30%

Fuente: Manual de Crianza Tilapia. Nicovita

8.3.2 Lípidos

Los lípidos en el alimento tienen dos funciones principales:

- a) Recurso de energía metabólica
- b) Recurso de ácidos grasos esenciales

Constituyen el mayor recurso energético y está ligado al nivel de proteína en la dieta de la siguiente manera:

- 40% de Proteína- 6-8 % Lípido.
- 35% Proteína-4.5-6% Lípidos
- 25-30% Proteína-3-3.5 Lípidos

8.3.3 Carbohidratos

Los carbohidratos son la fuente más barata de energía en la dieta; además de contribuir en la conformación física del pez y su estabilidad en el agua. Los niveles de carbohidratos en la dieta de tilapia deben de estar alrededor del 40%.

8.3.4 Vitaminas y Minerales

La mayor parte de las vitaminas no son sintetizadas por el pez, por que deben estar suplementadas en una dieta balanceada. Su importancia radica en el factor de crecimiento, ya que catalizan todas las reacciones metabólicas. Los minerales son importantes ya que afectan los procesos de osmorregulación (intercambio de sales) a nivel de las células. También influyen en la formación de huesos, escamas y dientes. (Cuadro 20).

Tabla 20. Alimentación de la Tilapia

Tabla de Alimentación (Cultivo Semi-intensivo Intensivo)				
Edad (Semanas)	Peso Promedio (gramos)	Crecimiento Diario (gr/día).	Alimento Diario (% de peso).	Conversión. Alimenticia.
0	1		15	0.83
1	3	0.27	10	0.85
2	5	0.27	8	0.85
3	7	0.34	5.8	0.86
4	10	0.36	5.7	0.9
5	13	0.46	5.5	0.9
6	17	0.58	5.1	0.9
7	22	0.71	5.1	0.91
8	29	0.93	5.0	0.95
9	37	1.14	4.5	0.98
10	46	1.29	4.3	0.98
11	56	1.51	4.2	1.0
12	69	1.79	4.1	1.03
13	83	2.07	4.0	1.03
14	100	2.43	4.0	1.1
15	120	2.85	3.5	1.15
16	140	2.86	3.4	1.15
17	162	3.14	3.2	1.25
18	184	3.14	2.9	1.25
19	207	3.29	2.8	1.26
20	231	3.43	2.6	1.28
21	256	3.57	2.4	1.28
22	282	3.71	2.3	1.28
23	309	3.85	2.2	1.3
24	337	4.0	2.1	1.37
25	355	4.0	1.9	1.37
26	393	4.0	1.8	1.37
27	422	4.14	1.7	1.37
28	451	4.14	1.6	1.37
29	480	4.14	1.5	1.34
30	509	4.14	1.4	1.34
31	538	4.14	1.4	1.35
32	567	4.14	1.4	1.45

33	596	4.14	1.3	1.47
34	629	4.14	1.3	1.49
35	654	4.14	1.2	1.49
36	683	4.14	1.1	1.65

Fuente: Manual de Crianza Tilapia. Nicovita

8.4 Selección del Alimento

El alimento es el factor determinante para alcanzar los objetivos de producción adecuados de la Tilapia. Sin embargo puede ser una fuente de contaminación que ponga en riesgo la calidad e inocuidad del producto.

La alimentación apropiada, elaborada con ingredientes de calidad y formulado adecuadamente de acuerdo a los requerimientos de la tilapia, permitirá un crecimiento y desarrollo óptimo, permitiendo que a partir de una buena nutrición, los peces sean más resistentes a enfermedades y a factores adversos.

Es muy importante que a parte de una selección adecuada del alimento, se realice una selección de acuerdo al tamaño de las partículas adecuado para la talla de los peces, de manera que puedan ingerirlos por completo y que no haya sobrantes en los estanques.

8.5 Manejo del Alimento

Es de vital importancia que esto lo realice alguien que tenga un conocimiento adecuado sobre la forma de alimentación de los peces, ya que si se sobrealimentan puede resultar nocivo para el cultivo, así mismo si se lleva a cabo en una etapa de crecimiento distinta al indicado por el suplemento, etc.

Para conservar la calidad de los alimentos, se deben mantener en buenas condiciones, protegidos de cualquier tipo de contaminación y cuidado que su manejo (transporte, almacenamiento, etc.), se lleve a cabo por personal capacitado y adecuado. Se debe de tomar en cuenta también que el alimento no esté fabricado con fármacos o que la utilización de éstos sea justificada y controlada.

Para un adecuado manejo del alimento dentro de la granja, y la prevención de peligro de cualquier tipo de contaminación es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

- Contar con un almacén o bodega que sirva únicamente para guardar y mantener el alimento. Si es posible debe contar con sistemas de ventilación y enfriamiento, evitar humedad y goteras, evitar la intromisión de animales o personal no autorizado.
- La ubicación del almacén debe ser estratégica para facilitar la recepción del alimento y su distribución en la granja. Debe contar con un acceso separado que permita reducir el riesgo de transmisión de enfermedades.
- Debe contar con las dimensiones suficientes que permitan el almacenamiento del alimento en lotes etiquetados y diferenciados de acuerdo a su tipo, fecha de compra y caducidad.
- Se debe contar con un registro constante de la alimentación brindada a los peces en el transcurso del día, para evitar confusiones, desaparición del alimento, etc.

- El alimento no debe almacenarse cerca o en contacto con plaguicidas, herbicidas, combustibles u otros agentes químicos.
- Se debe designar al personal que estará a cargo del manejo del alimento, capacitarlo para realizar esta tarea.
- Cuando se realice la compra del alimento, debe hacerlo un técnico especializado en éste, y fijarse en las indicaciones, fecha de caducidad, características y otras cualidades del mismo.
- El empaque del alimento no debe estar en contacto con la pared del almacén, ni situados directamente sobre el suelo. No deben amontonarse de forma que se ponga en riesgo la ventilación de todos los costales y por consiguiente su calidad.
- La utilización se hace mediante el sistema PEPS, que quiere decir Primeras Entradas, Primeras Salidas, lo que significa que se debe utilizar aquél que llegó primero y que está almacenado con más antigüedad, para evitar el crecimiento de microorganismos y la producción de aflatoxinas.
- La cantidad de alimento a ofrecer en cada uno de los estanques estará en función de la biomasa del cultivo y de la temperatura del agua. La frecuencia de la alimentación también depende de las características de pez, así como del tipo de cultivo, puede variar entre 4 veces hasta 8 si el cultivo se realiza en canales de flujo rápido.

8.6 Monitoreo, inspección y control de la Alimentación

Se requiere tener formatos que controlen adecuadamente la alimentación del cultivo y evitar así pérdidas, riesgos, etc. Esta hoja de control debe considerar:

- Lugar y fecha (nombre de la granja, localización, etc.)
- Lote de alimento (características, descripción, fecha de compra, arribo, apertura).
- Tipo de alimento (calidades)
- Utilización (fecha, cantidad, estanques, etc.)
- Observaciones (presencia de peligros, uso de fármacos, químicos, etc.)
- Nombre y firma del responsable

Todo esto se realiza con la finalidad de tener un control adecuado sobre la granja, un control que pueda ser comprobable en caso de que se presentara algún tipo de problema, así como una identificación oportuna de algún peligro para el cultivo y el consumidor.

Capítulo 9. Cosecha

Una vez que los peces han alcanzado la talla idónea, se lleva a cabo la cosecha y depuración de los estanques, es decir, se selecciona aquellos individuos que están listos para sacrificarse o comercializarse vivos. Existen ciertas consideraciones que se deben tomar en cuenta antes de la cosecha y que se resumen en los siguientes puntos.

9.1 Manejo Precosecha

Se refiere a aquellos procedimientos que se llevan a cabo antes de la captura de los peces, y que promueve un manejo adecuado de los organismos para evitar que la calidad e inocuidad del producto final esté en riesgo. Este manejo pre-cosecha consta de 3 pasos, descritos a continuación:

- a) **Selección:** en primer lugar se debe tener determinado el estanque en el que se va a realizar la captura, es decir, el estanque donde los peces hayan alcanzado la talla máxima necesaria para su comercio, puede ser total o parcial, es decir puede ser todo el estanque o solo los organismos deseados.

Previo a realizar la selección es necesario suspender la alimentación por un período aproximado a las 24 horas, esto se realiza de forma que no se hayan engordado intencionalmente los organismos. Así mismo el estanque de captura deberá estar libre de tratamientos con antibióticos y sustancias químicas por lo menos desde aproximadamente 30 días, pues pueden poner en riesgo al consumidor. El proceso de selección puede realizarse manualmente, aunque en la

actualidad también existen herramientas que lo hacen de forma mecánica.

- b) **Movilización:** la movilización hace referencia al acto de transportar del estanque de engorda al estanque de depuración a los peces seleccionados para el comercio.

Se debe llevar a cabo mediante algún método que no cause estrés o daños físicos en los organismos.

- c) **Depuración:** en este estanque, los peces permanecerán de 2 a 4 días con la finalidad de mejorar la textura de la carne de la tilapia y eliminar cualquier sabor que le provoque el alimento y el agua estancada, es por esto necesario que el estanque esté construido con un material que evite el crecimiento de algas y fitoplancton, y que sea inerte. Así mismo la alimentación seguirá suspendida y el flujo de agua será constante.

Es necesario evitar alimentar a los peces en este período, pues al sacrificarlos, existe un deterioro acelerado de la carne por la proliferación de organismos en las vísceras, dañando así el producto final.

9.2 Cosecha

La cosecha y sacrificio de los organismos, se lleva a cabo una vez que ha transcurrido el tiempo necesario de los mismos en los estanques de depuración.

Esto se realiza dependiendo del proceso al que se va a someter el pescado hasta su presentación final

9.2.1 Cosecha de Producto Vivo

Se lleva a cabo extrayendo los peces del estanque de depuración, con redes de maya que no contengan nudos y transfiriendo a los animales inmediatamente a un transportador con agua limpia y fresca, con temperatura entre los 18 y 24 °C, con equipo de aireación y de oxigenación que garanticen que la Tilapia llegará viva a su destino. (Figura 21)



Figura 21. Cosecha con redes

En el transportador debe haber un máximo de 200 kg de Tilapia por cada 1,000 litros de agua, esto si el recorrido que se va a realizar con el producto tiene una duración menor a una hora. Si el tiempo es mayor, entonces debe colocarse un aproximado de 150 kg de tilapia en cada 1,000 litros de agua.

sto se realiza con la finalidad de reducir los daños por la densidad, así como efectos de estrés entre los organismos, que pongan en riesgo la calidad del producto. (Figura 22)



Figura 22 Recolección de tilapia con redes

9.2.2 Cosecha de Producto Fresco

El sacrificio de los peces destinados a comercialización en fresco, se lleva a cabo transportando a los mismos desde el estanque de depuración hasta un contenedor con agua fría y limpia.

Dentro de este contenedor, existen cuatro métodos que se pueden emplear para realizar el sacrificio de los animales, y son:

- Shock Eléctrico
- Shock Térmico (haciendo descender drásticamente la temperatura con hielo).
- Insensibilización del pez con CO₂, y corte de los arcos branquiales en agua fría.

Cuando se ha llevado a cabo el sacrificio de los organismos, el productor debe decidir si será eviscerada en la granja o no. En ambos casos el pescado debe ser lavado con agua y algún sanitizante permitido, así como enfriada con hielo y sal. El hielo debe estar fabricado conforme a la norma, para evitar que sea fuente de contaminación del producto.

Una vez que la tilapia ha sido enfriada, se empaca en una caja térmica en capas, es decir, una capa de pescado y otra de hielo, una de pescado y hielo y así sucesivamente, hasta que la última capa sea de hielo. (Figura 23)

Posteriormente, se coloca la caja en refrigeración, y se traslada en vehículos con sistemas de refrigeración, hasta su destino final.



Figura 23. Producto Fresco

9.3 Recomendaciones para el aseguramiento de la calidad y la inocuidad en la cosecha de Tilapia.

- Durante todo el manejo precosecha y el proceso de cosecha de la tilapia, se deben utilizar instrumentos, materiales e instalaciones limpias y desinfectadas, que se encuentren en buen estado.
- Una vez que se realizó el proceso de selección, depuración y sacrificio deberán limpiarse nuevamente todos los materiales, aún cuando se vuelva a realizar el procedimiento.
- Se debe llevar a cabo, en todos los procesos, un método con técnicas adecuadas que eviten el daño físico y el deterioro en los peces.
- No se debe someter a variación de temperatura extrema o brusca, ni tampoco directamente en los rayos de sol, pues esto provoca una proliferación de bacterias y microorganismos que llevan a cabo la putrefacción del pescado.
- Cuando se lleva a cabo la cosecha, la tilapia se somete a un proceso de lavado para quitar todo rastro de materia y sedimento que traigan consigo.
- El personal debe seguir las recomendaciones de higiene que se han descrito con anterioridad.
- Los desechos deberán ser eliminados de acuerdo a las normas y a las buenas prácticas, para evitar la proliferación de microorganismos, plagas, etc.

- Si se realiza el eviscerado dentro de la granja, todo el material y utensilios utilizados deberán estar lavados y desinfectados, para evitar algún riesgo de contaminación.

- El área donde se lleva a cabo el procedimiento de lavado, eviscerado etc., debe contar con drenaje colocado adecuadamente, que no tenga descarga a otras fuentes de agua potable y que no contamine los mantos acuíferos adyacentes y sellado para evitar la proliferación de bacterias y organismos patógenos.

- Todo el personal debe estar capacitado en el manejo del producto, de los utensilios, materiales y sustancias que se utilizan durante todo el proceso de cosecha, para que de esta forma, se evite un mal manejo y se asegure la calidad del producto final.

Capítulo 10. Especificaciones de Calidad

En este capítulo se dará un breve vistazo a aquellos atributos necesarios para que la tilapia pueda posicionarse en el mercado bajo un buen esquema de calidad. Estos atributos nos servirán de guía para identificar si nuestro producto está cumpliendo con los parámetros de comercialización nacional e internacional.

Cuadro 21. Atributos externos de la Tilapia.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN O CARACTERÍSTICA IDÓNEA
Ojos	Pupila negra, córnea cristalina, convexos
Agallas	Brillantes, de color rojo o rosa, mucus claro , inodoras
Opérculo	Puede faltar hasta 1.0 para cubrir el arco branquial
Aletas	Pueden faltar hasta dos aletas pélvicas y/o pectorales. Desgaste permitido
Cortes	No se observan
Heridas y lesiones	Puede presentar heridas leves, hasta dos pequeños cortes menores de 1.0 cm que no afecte el tejido muscular.
Hematomas	No se observan
Deformaciones	No se observan
Mucus	Claro
Textura	Firme y elástica, sin marcas cuando se presionan los dedos
Color de la piel	Varía según la especie, se aceptan blanco, rojo, gris, negro, dorado y sus combinaciones *
Escamas	Pérdida de escamas inferior al 15% repartidas en la superficie corporal

*En caso de la tilapia roja no se acepta más del 30% de coloración negra.

Fuente: PC-058-2006 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia. Sagarpa, Bancomext y Secretaría de Economía.

Tabla 22. Atributos externos de la tilapia de acuerdo a los defectos que presenta

CARACTERÍSTICA	GRADO ÓPTIMO	DEFECTO LEVE	DEFECTO GRAVE
Ojos	Convexos, pupila negra, córnea cristalina	Pérdida de claridad en la pupila, puede faltar un ojo	Ojos hundidos, pupila alargada, turbia, lechosa, ausencia de ambos ojos.
Branquias	Brillantes, rojas o rosas, mucus claro, inodoras	Pérdida de brillo, ligero cambio de color	Decoloración café-verdoso, mucus amarillento-café. Mal olor.
Cortes	No se observan	Hasta dos pequeños cortes menores a 1 cm c/u que no afecte el tejido muscular.	1 o varios cortes que afecten la apariencia.
Heridas y Lesiones	Leves heridas por desgaste en las aletas	Hasta 2 heridas de diámetro inferior a 2 mm. Que no comprometan el tejido muscular.	3 ó mas heridas en aletas y presencia de heridas en el cuerpo, que no comprometa la textura.
Hematomas	No se observa	No se observa	No se observa
Deformaciones	No se observa	Leve escoliosis que no afecte la apariencia del pescado. Pueden faltar dos aletas pélvicas o pectorales. En opérculo puede faltar menos de 1 cm. Para	Escoliosis, lordosis severa, mandíbula arqueada, etc. En general cualquier deformación que altere gravemente la apariencia general.

		cubrir el arco branquial	
Mucus	Claro, transparente	Turbio, opaco	Espeso, turbio, copioso
Textura	Firme y elástica. No queda marca en la superficie al presionar con los dedos.	La marca en la superficie se recupera lentamente, luego de presionar con los dedos.	Blanda, la marca en la superficie permanece por un período largo.
Color de la Piel	Típico según la especie: aceptándose los colores blanco, rojo, gris, negro o la combinación de hasta tres de ellos.	Se aprecia oscurecimiento del vientre y las coloraciones laterales se hacen opacas.	Oscurecimiento total del vientre. Franca alteración del color típico de la especie hacía un negruzco opaco.
Escamas	Bien adheridas, con pérdidas inferiores al 15% repartidas en la superficie corporal y/o no concentradas más de un 5% en un solo lugar.	Pérdida moderada, del 15% al 30% repartidas en la superficie corporal y/o no concentradas más de un 10% en un solo lugar.	Pérdida mayor al 30% repartida en la superficie corporal y/o concentrada mas de un 10% en un solo lugar.

Fuente: PC-058-2006 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia. Sagarpa, Bancomext y Secretaria de Economía.

Tabla 23. Atributos de la cavidad ventral de la tilapia eviscerada

ATRIBUTO	CARACTERÍSTICA IDÓNEA
Color	Blanco y gris en diferentes tonalidades

Limpieza	Cuidadosa ausencia de órganos
Olor	Inodora
Heridas y lesiones	No existen
Cortes	No existen
Apariencia	Cavidad y membrana intacta

Tabla 24. Características y defectos de la cavidad ventral de la tilapia eviscerada

ATRIBUTO	GRADO ÓPTIMO	DEFECTOS LEVES	DEFECTOS GRAVES
Color	Blanco y/o gris en diferentes tonalidades, dependiendo de las variedades.	Ligera pérdida del tono natural según la especie que se trate, que no afecta la comercialización.	Pérdida de la coloración natural
Olor	No tiene	Propio característico	Olor extraño
Limpieza	Cuidadosa ausencia de órganos	Residuos de sangre en algunos capilares. Restos de órganos	Residuos de sangre en capilares, restos de órganos
Heridas y Lesiones	No se observan	No se observan	Leves heridas que no afectan la textura
Corte	No se observan	Puede presentar corte superficial hasta e 1 cm. c/u, producto del proceso; máximo dos cortes.	Mas de dos cortes que afectan la apariencia de la cavidad.
Apariencia	Cavidad y membrana intacta	Leve deterioro de la membrana y menos de 5 espinas protuberantes producto de excesiva limpieza. Autólisis mínima.	Auto lisis en franco desarrollo, Espinas protuberantes.

Capítulo 11. Comercialización

La tilapia, hoy en día ocupa el segundo lugar entre las especies más importantes en acuicultura mundial, y el tercer producto de importación en los Estados Unidos. Desde hace varios años la producción mundial de tilapia cultivada y capturada en ambientes naturales, sobrepasa las 900,000 Tons.

Aunque el mercado más importante de tilapia es indudablemente el de los EUA, existe un interés creciente por este grupo de peces en Europa. En el Brasil la industria de la tilapia se ha desarrollado en torno a la pesca deportiva.

En países latinos como Costa Rica la tilapia ocupa los primeros lugares en el renglón de las exportaciones, de igual forma en esos países centroamericanos como Honduras, este cultivo se acrecienta cada día más, en los últimos meses se espera que México dé el paso hacia la industrialización de estos cíclidos; es de aclarar que en esta región los esquemas de producción se llevan a cabo bajo el sistema intensivo.

En cuanto a la producción de tilapia en los países sudamericanos se destaca Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Venezuela, en cada uno de ellos la producción se hace en modelos de producción que van desde extensivo hasta intensivo, pasando por la modalidad de semiintensivo.

En el Ecuador la industria de la tilapia se hace todos los días más importante, la crisis por la que atraviesa la producción del camarón, sobre todos en estos países ubicados en las costas del océano pacífico, han obligado a estos tradicionales camaroneros a buscar alternativas que les permitan recuperar la rentabilidad que no les brinda la industria del crustáceo.

La mayoría de este producto es exportado en presentaciones de entero congelado y filete congelado.

El total exportado por los países Asiáticos en el año 2000 fue de 32,867 Tons.

A pesar de que la mayoría de los proyectos se iniciaron con miras hacia la exportación; actualmente las compañías productoras venden parte de su producto al mercado local, ya que el consumidor ha encontrado en este producto un excelente sustituto de las carnes rojas y de otros productos del mar que cada día son más escasos.

La comercialización de Tilapia esta dividido en cinco categorías:

1. Producto entero vivo
2. Producto entero fresco (con o sin vísceras).
3. Producto entero congelado (con o sin vísceras).
4. Filete congelado (sin piel ni espinas).
5. Filete fresco (sin piel ni espinas).

Uno de los aspectos para asegurar un producto fresco es el medio de transporte ya que por medio de él se evita perder días de vida útil del producto.

Para asegurar un producto de primera calidad, es preciso tomar medidas en aspectos tales como tamaño del filete, uniformidad, frescura, vida útil, olor y sabor.

Asegurarse un buen programa de producción que ofrezca al comparador abastecimiento consistente de producto.

El material de empaque proporciona la seguridad de que el producto va a llegar en buen estado al cliente. Es preciso destacar en la etiqueta del producto si éste está libre de espinas y piel, se cumpla con lo indicado o mejor no indicarlo. Si es producto es congelado aseguran no secarlo antes de congelarlo; ya que eso afecta su calidad. El producto congelado mal procesado y mal congelado tiende a tomar mal color.

En lo que se refiere a la presentación del producto se debe asegurar que tenga buen sabor.

Capítulo 12. Normatividad del Sector Acuícola

Normatividad se define como el conjunto de criterios o fórmulas con las que se rige la conducta humana y que pueden ser de carácter voluntario (morales) u obligatorias (jurídicas).

Toda normatividad jurídica debe cumplir con ciertos requisitos para ser válida, entre los que destacan:

- a) Ser proclamada por una autoridad reconocida
- b) Que comprenda reglas claras y de aplicación general
- c) Tener métodos de coerción o convencimiento
- d) Especificar la penalidad por las infracciones, entre otras.

En el sector acuícola existen una gran diversidad de legislaciones o normas que rigen el comportamiento de los productores. Entre estas encontramos:

Ley Federal del Mar

Secretaría de Marina. Publicada en 8 de enero de 1986 en el Diario Oficial de la Federación.

Rige en las zonas marinas del territorio nacional y en aquellas zonas marinas donde la Nación ejerce derechos de soberanía, jurisdicciones y otros derechos. Establece disposiciones de orden público en el marco del sistema nacional de planeación democrática. Las zonas marinas mexicanas son:

- a) Mar Territorial
- b) Aguas Marinas Interiores
- c) Zona Contigua
- d) Zona Económica Exclusiva,
- e) Plataforma Continental y Plataformas Insulares
- f) Cualquier otra permitida por el derecho internacional.

■ **Ley de Aguas Nacionales**

Secretaría de Marina. Publicada el 1 de diciembre de 1992 en el Diario Oficial de la Federación.

De observancia obligatoria en todo el territorio nacional en materia de aguas nacionales (superficiales o del subsuelo). Sus disposiciones son de orden público e interés social. Regula la explotación, uso o aprovechamiento, distribución y control de dichas aguas, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr un desarrollo sustentable.

■ **Ley de Pesca**

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Publicada el 25 de junio de 1992 en el Diario Oficial de la Federación.

Ley de orden público en lo relativo a los recursos naturales que constituyen la flora y fauna cuyo medio de vida total parcial o temporal sea el agua. Garantiza la conservación, preservación y aprovechamiento racional de los recursos pesqueros y establece las bases para su adecuado fomento y administración.

■ **Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente**

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Publicada el 28 de enero de 1998 en el Diario Oficial de la Federación

Ley reglamentaria que abarca la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente en el terreno nacional y las zonas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

■ **Ley General de Salud**

Secretaría de Salud. Publicada el 7 de febrero de 1984 en el Diario Oficial de la Federación.

En el apartado referente a productos de pesca, acuicultura y sus derivados se establece que la secretaría en coordinación con otras dependencias competentes determinará lo salubre e insalubre de una zona de producción o extracción de productos de la pesca, así como del agua que se destine al abastecimiento de dichas zonas, de acuerdo con los resultados de diferentes análisis de esas aguas.

■ Programa de Inocuidad de Alimentos

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)

Establece políticas, lineamientos, criterios, sistemas, estrategias, programas, proyectos, procedimientos y servicios que coadyuven a mejorar la inocuidad de los alimentos de origen animal, vegetal, acuícola y pesquero. Propone disposiciones generales a través de reglamentos y normas que garantizan la inocuidad de los alimentos y de sus procesos de producción, procesamiento, almacén, empaque, transporte y distribución. Reconoce y autoriza la certificación de los sistemas de producción, procesamiento, verificación e inspección de alimentos con el fin de garantizar su calidad sanitaria.

■ Comisión del *Codex Alimentarius*

Food and Agriculture Organization (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS). Creado en 1963 bajo el Programa conjunto FAO/OMS de Normas Alimentarias.

La comisión del *Codex*, tiene la finalidad de desarrollar normas alimentarias, códigos de prácticas y otros textos relacionados con el objetivo principal de brindar protección a la salud de los consumidores, asegurar prácticas comerciales claras y promocionar la coordinación de todas las normas alimentarias gubernamentales y no gubernamentales. Dentro de la comisión

del *Codex Alimentarius*, existen comités encargados de regular los alimentos de acuerdo a su naturaleza, por lo que encontramos:

- a) Comité del Codex sobre Pescado y Productos Pesqueros
- b) Comité del Codex sobre Higiene de los Alimentos
- c) Comité del Codex sobre Contaminantes de Alimentos.
- d) Comité del Codex sobre Residuos de Medicamentos Veterinarios en los Alimentos.

Así mismo, la Comisión del *Codex Alimentarius* ha elaborado normas en materia de productos pesqueros, tales como:

- a) CODEX STAN 36-1981. Norma del Codex para Pescados no eviscerados y eviscerados congelados rápidamente
- b) CODEX STAN 165-1989. Norma del Codex para Bloques de Filete de Pescado, Carne de Pescado Picada y Mezclas de Filetes y de Carne de Pescado Picada, congelados rápidamente.
- c) CODEX STAN 190-1995. Norma General para Filetes de Pescado Congelado Rápidamente.
- d) CAC/RCP 52-2003. Código de Prácticas para el Pescado y Productos Pesqueros.

■ **Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Acuicultura, Inocuidad, Seguridad, Higiene y Manejo de Desechos.**

- a) NOM-010-PESC-1993. Secretaría de Pesca: establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura u ornato en el Territorio Nacional.
- b) NOM-011-PESC-1993. Secretaría de Pesca: regula la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de

enfermedades certificables y notificables en la importación de organismos acuáticos vivos en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en el Territorio Nacional.

- c) NOM-027-SSA1-1993. Secretaría de Salud: bienes y servicios. Productos de la Pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones Sanitarias
- d) NOM-048-SSA1-1994. Secretaría de Salud: establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales
- e) NOM-120-SSA1-1994. Secretaría de Salud: bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.
- f) NOM-128-SSA1-1994. Secretaría de Salud: bienes y servicios. Establece la ampliación de un sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en la planta industrial procesadora de productos de la pesca.
- g) NOM-129-SSA1-1995. Secretaría de Salud: bienes y servicios. Productos de la pesca: secos-salados, ahumados, moluscos cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- h) NOM-001-SEMARNAT-1996. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: establece los límites máximos permisibles de

contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

- i) NOM-005-STPS-1998. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacén de sustancias peligrosas.
- j) NOM-010-STPS-1999. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias química capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- k) NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Y Secretaría de Salud: Protección ambiental. Salud Ambiental. Residuos peligrosos biológicos infecciosos. Clasificación y Especificaciones de manejo.
- l) NOM-127-SSA1-1994. Secretaría de Salud: Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano, Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- m) NOM-201-SSA1-2002. Secretaría de Salud: Productos y Servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.
- n) NOM-031-ECOL-1993: Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado.

- o) NOM-028-SSA1-1993. Secretaría de Salud: bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados en conserva. Especificaciones sanitarias.

- p) NOM-117-SSA1-1994. Secretaría de Salud: bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.

- q) NOM-23-SSA1-2002. Secretaría de Salud: agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.

- r) PROY-NOM-089-ECOL-1994. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de las actividades de cultivo acuícola.

Capítulo 13. Bitácoras y Registros

Bitácora 1. Registro de Historial de la Unidad Productiva

	Emisión: ___ 07	Logo de la empresa
	Revisión:	
Título del Documento:		Código:
REGISTRO DE HISTORIAL DE LA UNIDAD PRODUCTIVA		Página 125 de 143

PRODUCTOR PROVEEDOR		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

TIPO DE SUELO	ARCILLOSO	FRANCO ARCILLOSO	FRANCO	FRANCO ARENOSO	ARENOSO
Marque con una X					
Observaciones					

Años con el cultivo actual	Cultivo	Tipo de manejo	Mejoras al terreno

Marque con una X

Otros usos del terreno	Potrero	Almacén	Establo	Desechos

USOS DE TERRENOS COLINDANTES

Norte	Sur	Este	Oeste	Observaciones

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bitácora 2. Registro de Calidad del Agua

	Emisión: __ 07	Logo de la empresa
	Revisión:	
Título del Documento:		
REGISTRO DE CALIDAD DEL AGUA		Código:
		Página 126 de 143

PRODUCTOR PROVEEDOR		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

FECHA DE MUESTREO	FOLIO DE LA MUESTRA	PUNTO DE MUESTREO	RESULTADOS DEL ANÁLISIS REALIZADO									
			MICROBIOLÓGICO	FISICO/QUIMICO								
				TEMP	O2	PH	ALC	SOLIDOS	GASES	AMONIO/NITRITO	OTROS	

		Emisión: __ 07	Logo de la empresa
		Revisión:	
Título del Documento:			Código:
REGISTRO DE CALIDAD DEL AGUA			Página 127 de 143

OBSERVACIONES	
FECHA	

MANTENIMIENTO Y ACCIONES CORRECTIVAS AL AGUA

Describe acciones correctivas al agua (Incluya fecha)	SANEADOR	DOSIS	FRECUENCIA

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bitácora 3. Registro de Trazabilidad

	Emisión: __ 07	Logo de la empresa
	Revisión:	
Título del Documento:		
REGISTRO DE TRAZABILIDAD		Código:
		Página 128 de 143

PRODUCTO R PROVEEDO R		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

Lote	Siembra	Cosecha	Enfermedades en el ciclo	Tratamiento	Fecha de inicio y término	Medicamento	Presentación	Destino

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bitácora 4. Registro de Siembra

	Emisión: ___ 07	Logo de la empresa
	Revisión:	
Título del Documento:		Código:
REGISTRO DE SIEMBRA		Página 129 de 143

PRODUCTOR PROVEEDOR		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

FECHA	ORIGEN	TAMAÑO DEL LOTE	FOLIO	MÉTODO DE SIEMBRA	ESTANQUE	RESPONSABLE

OBSERVACIONES	
FECHA	

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bitácora 5. Registro de Limpieza y Desinfección de Depósitos de Agua

	Emisión: ____ 07	Logo de la empresa
	Revisión:	
Título del Documento:		Código:
REGISTRO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE DEPÓSITOS DE AGUA		Página 130 de 143

PRODUCTOR		GRANJA	
PROVEEDOR			
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

FECHA DE MUESTREO	FOLIO DE LA MUESTRA	PUNTO DE MUESTREO	DESINFECTANTE	CONCENTRACIÓN	RESPONSABLE

OBSERVACIONES	
FECHA	

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bitácora 6. Registro de Limpieza y Sanitización de las Instalaciones

		Emisión: __ 07	Logo de la empresa
		Revisión:	
Título del Documento:			
REGISTRO DE LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN DE INSTALACIONES			Código:
			Página 131 de 143

PRODUCTOR PROVEEDOR		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

FECHA	AREA DE TRABAJO	SUSTANCIAS LIMPIADOR / DESINF.	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN (ml/lt)	REALIZO

	Emisión: __ 07	Logo de la empresa
	Revisión:	
Título del Documento:		
REGISTRO DE LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN DE INSTALACIONES		Código:
		Página 132 de 143

FRECUENCIAS

AREA DE TRABAJO		FECUENCIA
Estanques	Precría	
	Engorda	
Acondicionamiento	Proceso	
	Sanitarios	
Almacenes	Herramientas	
	Producto terminado	
	Insumos	
Oficinas		
Otros		

Nombre y firma de quien supervisa la limpieza: _____

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bitácora 7. Controles de Higiene del Personal

	Emisión: ____ 07	Logo de la empresa
	Revisión:	
Título del Documento:		
CONTROLES DE HIGIENE DE PERSONAL		Código:
		Página 133 de 143

PRODUCTOR PROVEEDOR		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

SUPERVISIÓN

CONCEPTO DE SUPERVISIÓN	FECHAS (mes/año)											
Ropa adecuada a labores												
Cabeza cubierta (gorra, sombrero, otro)												
Sin joyería												
No fumar, comer, beber.												
Sin Afecciones gastrointestinales												
Adecuado lavado de manos												

INSTRUCCIÓN DE LLENADO:

Marque con una viñeta √ el campo que ha sido observado. En caso de incumplimiento marque con una X y describa las causas y acciones realizadas.

Causa	FECHAS (mes/año)											

FRECUENCIA EN QUE SE LLEVA A CABO ESTA SUPERVISIÓN: _____

Nombre y firma del Supervisor: _____

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bitácora 8. Verificación de Limpieza de Instalaciones Sanitarias

		Emisión: <u> </u> 07	Logo de la empresa
		Revisión:	
Título del Documento:			Código:
VERIFICACION DE LIMPIEZA DE INSTALACIONES SANITARIAS			Página 135 de 143

PRODUCTOR PROVEEDOR		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

VERIFICACION DE PRÁCTICAS DE LIMPIEZA DE INSTALACIONES SANITARIAS

FECHA	JABÓN	PAPEL	TOALLA	LIMPIEZA DE SANITARIO		REALIZO	OBSERVACION
				SI	NO		

Nombre y firma de quien supervisa la limpieza: _____

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bitácora 9. Registro de Aplicaciones

	Emisión: ____ 07	Logo de la empresa
	Revisión:	
Título del Documento:		Código:
REGISTRO DE APLICACIONES		Página 136 de 143

PRODUCTOR PROVEEDOR		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

FECHA	ESTA NQUE	MOTIVO DE LA APLICACIÓN	TIPO DE TRATAMIE NTO	PRODUCTO			
				NOMBRE COMERCI AL	NOMBRE TÉCNICO	DOSIS	FORMA DE APLICACIÓN

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bitácora 10. Listado de Plaguicidas, Fármacos y Fertilizantes

	Emisión: ____ 07	Logo de la empresa
	Revisión:	
Título del Documento:		
LISTADO DE PLAGUICIDAS, FÁRMACOS Y FERTILIZANTES		Código:
		Página 137 de 143

PRODUCTOR PROVEEDOR		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

LISTADO DE PLAGUICIDAS Y FÁRMACOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN:

	Nombre comercial	Ingrediente activo	Categoría toxicológica	DL	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

	Emisión: ____ 07	Logo de la empresa
	Revisión:	
Título del Documento:		
LISTADO DE PLAGUICIDAS, FÁRMACOS Y FERTILIZANTES		Código:
		Página 138 de 143

LISTADO DE FERTILIZANTES UTILIZADOS EN LA PRODUCCION:

	Nombre común	Ingrediente activo / Fórmula	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bitácora 11. Registro de Eventos de Capacitación

	Emisión: ____ 07	Logo de la empresa
	Revisión:	
Título del Documento:		
REGISTRO DE EVENTOS DE CAPACITACIÓN		Código:
		Página 139 de 143

PRODUCTOR PROVEEDOR		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

FECHA	TEMA	TIPO DE CURSO	INSTRUCTOR	ASISTENTES***	OBSERVACIONES

***Asistentes (se anexa lista de asistentes con firma).

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

FRECUENCIA EN QUE SE LLEVA A CABO ESTA SUPERVISIÓN: _____
Nombre y firma del Supervisor: _____

Bitácora 12. Mantenimiento de Maquinaria y Equipo

		Emisión: ____ 07	Logo de la empresa
		Revisión:	
Título del Documento:			
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO			Código:
			Página 140 de 143

PRODUCTOR PROVEEDOR		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

FECHA	MAQ/EQUIPO	DIAGNÓSTICO	MTTO. REALIZADO	RESPONSABLE

OBSERVACIONES	
FECHA	

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bitácora 13. Acciones Correctivas

		Emisión: __ 07	Logo de la empresa
		Revisión:	
Título del Documento:			Código:
ACCIONES CORRECTIVAS			Página 141 de 143

PRODUCTOR PROVEEDOR		GRANJA	
SUPERFICIE		CULTIVO ACTUAL	

FECHA	NÚMERO O FOLIO	DESCRIPCIÓN	ACCIONES CORRECTIVAS	AREA RESPONSABLE	FECHA DE CUMPLIMIENTO

Elaborado por: (nombre y firma)

Revisado por: (nombre y firma)

Bibliografía

- Alceste Cesar, 2002, **Mercado y comercialización de Tilapia en los Estados Unidos y la Unión Europea**, Panorama Acuícola. Vol. 7 No. 2
- Arredondo Figueroa, Jose Luis, **El hueso faríngeo, una estructura útil para la identificación de especies de la tribu tilapiini (pisces; cichlidae), introducidas en México**. Secretaria de Pesca, Dirección general de acuicultura. México D. F. 1988
- 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.
- Arredondo y Lozano **La acuicultura en México**. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 2003
- Castillo. **Tilapia roja 2003, una evolución de 22 años. De la incertidumbre al éxito**. 2003. Disponible en: <http://www.promar.or.cr/oceanoticias/2003/diciembre/docs/Tilapia.pdf>
- 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_1.pdf
- **El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 1998**. FAO 2004. Disponible en:

http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=///docrep/w9900s/w9900s00.htm

- **Exportaciones de Tilapia.** Câmara Nacional de Acuicultura-Ecuador 2005. Disponible en: <http://www.cna-ecuador.com>
- **Manual de Crianza Tilapia.** Nicovita y Alicorp. Alimentos Balanceados. Disponible en: http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf
- Martins D. **Manual de Piscicultura Tropical**, Proenca, IBAMA, Brasilia, Brasil 1994
- Morales, A. **Datos biológicos. El cultivo de la tilapia en México.** Instituto Nacional de la Pesca. INP/si:1974. 24-25 p.
- Trewavas, E. Bull. Brit; On the Cichlid Fish of the Genus [Pelmatochromis] on the Relationships between Pelmatochromis and Tilapia and the Recognition of Sarotherodon as a Distintic Genus. Mus. (Nat. Hist.) Zool 1973.1-26.25
- PC-058-2006 **Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tilapia** . Sagarpa, Bancomext y Secretaria de Economía. México D. F. 2006