



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE BUENAS  
PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA EN TILAPIAS DEL PROYECTO  
PISCÍCOLA JACALURCO, EN LA PROVINCIA DE PASTAZA ”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del título de:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR**

**CECILIA ELIZABETH RODRÍGUEZ HARO**

Riobamba - Ecuador

2010

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.C. Edwin Darío Zurita Montenegro.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Jesús Ramón López Salazar.  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

Dra. M.C. Georgina Hipatia Moreno Andrade.  
**ASESOR DE TESIS**

Riobamba, 25 febrero del 2010.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO, y la ESCUELA DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS PECUARIAS, por la formación profesional, especialmente al Ing. Jesús López, así también mi profundo agradecimiento a mi familia, quienes han guiado la culminación en esta fase de mi vida.

Cecilu

## **DEDICATORIA**

A mi esfuerzo y dedicación y a todos los que hicieron posible e imposible para que pueda alcanzar esta meta.

Dedico especialmente a mi familia, a mi padre Luis R., mi mami Rosita, que ya no está con nosotros, a mis hermanos Luis y Jefferson, también a mis queridos compañeros y amigos que nunca los olvidaré, y finalmente al Director de Tesis Ing. Jesús López, por brindarme todos sus conocimientos y experiencias, quien ha sido un pilar importante en mi vocación profesional.

Cecilu

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	<b>4</b>
<b>A. LA TILAPIA</b>	<b>4</b>
<b>1. <u>Biología reproductiva de la tilapia</u></b>	<b>5</b>
<b>a. Características de la madurez sexual</b>	<b>5</b>
<b>b. Temperatura a la que desova</b>	<b>5</b>
<b>c. Producción de huevos de cada hembra</b>	<b>5</b>
<b>d. Talla óptima de los reproductores</b>	<b>6</b>
<b>e. El desove de la tilapia nilótico</b>	<b>6</b>
<b>2. <u>Principales factores físico químicos de la producción piscícola</u></b>	<b>7</b>
<b>a. Temperatura</b>	<b>7</b>
<b>b. Oxígeno disuelto</b>	<b>9</b>
<b>c. Factores que disminuyen la concentración de OD</b>	<b>9</b>
<b>d. Ph</b>	<b>9</b>
<b>e. Viento</b>	<b>10</b>
<b>f. Lluvia</b>	<b>10</b>
<b>g. Sólidos</b>	<b>11</b>
<b>h. Sólidos en suspensión</b>	<b>11</b>
<b>i. Materiales pesados</b>	<b>12</b>
<b>j. Alcalinidad y Dureza Total</b>	<b>12</b>
<b>k. Fosfatos</b>	<b>13</b>
<b>l. Amonio</b>	<b>13</b>
<b>B. CÓDEX ALIMENTARIUS</b>	<b>15</b>
<b>1. <u>Inocuidad de alimentos</u></b>	<b>16</b>
<b>a. Las Buenas Prácticas Acuícolas: Antecedentes y concepto</b>	<b>18</b>
<b>2. <u>Impacto de las BPA sobre la productividad</u></b>	<b>19</b>
<b>3. <u>Impactos positivos de las BPA en los pequeños productores</u></b>	<b>20</b>

<b>4. <u>Impactos negativos de las BPA en los pequeños productores</u></b>	<b>20</b>
a. Las Buenas Prácticas en la Producción Primaria. (BPP)	21
b. GMP (Buenas Prácticas de Manufactura)	22
c. Higiene Personal	23
d. Limpieza y Desinfección	23
e. Normas de Fabricación	23
f. Control de Plagas	23
g. Equipos e Instalaciones	24
<b>5. <u>Higiene de la carne</u></b>	<b>24</b>
<b>6. <u>Sanidad animal</u></b>	<b>25</b>
<b>7. <u>Procedimientos de inspección ante mortem</u></b>	<b>25</b>
<b>III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	<b>27</b>
<b>A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO</b>	<b>27</b>
1. <u>Ubicación geográfica de la Investigación</u>	27
2. <u>Condiciones meteorológicas</u>	27
<b>B. UNIDADES EXPERIMENTALES</b>	<b>27</b>
<b>C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES</b>	<b>28</b>
1. Equipos y materiales de oficina	28
2. Ropa de trabajo	28
3. Instalaciones	28
4. Materiales para el análisis físico químico del agua	28
a. Temperatura	28
b. Análisis de pH	29
c. Dureza	29
d. Determinación de oxígeno disuelto	29
<b>5. <u>Materiales para análisis microbiológico de carne de tilapia</u></b>	<b>30</b>
a. Recuento de Mesófilos, Staphilococos Mohos y Levaduras	30
<b>6. Materiales para análisis microbiológico y bromatológico para balanceado</b>	<b>30</b>
a. Análisis de E. Coli, Análisis Coliformes, Análisis Hongos	30
b. Análisis Proteína	31
c. Análisis de grasa	31
d. Análisis de fibra	32
e. Análisis de cenizas	32

f.	Análisis de humedad	32
g.	Análisis de materia seca	32
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	33
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	33
1.	Análisis Físico-Químico del agua, antes y después de BPPATi	33
2.	Análisis Microbiológico de la carne de tilapia, antes y después de BPPATi	33
3.	Análisis microbiológico y bromatológico del balanceado para las tilapias	33
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	34
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	34
1.	<u>Descripción del experimento</u>	34
2.	<u>De la planta y campo</u>	34
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	35
1.	<u>De laboratorio</u>	35
a.	Pruebas físico-químico del agua	35
b.	Determinación de Análisis microbiológico carne de tilapia	39
c.	Análisis microbiológico y bromatológico para balanceado	40
d.	Determinación de proteína en %	41
e.	Determinación de la Grasa en %	42
f.	Determinación de fibra %	42
g.	Determinación de sólidos totales y cenizas (%)	43
h.	Determinación de la humedad	43
i.	Determinación de la materia seca	43
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	44
A.	CHECK LIST DE LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA EN TILAPIAS DEL PROYECTO PISCÍCOLA JACALURCO, EN LA PROVINCIA DE PASTAZA	45
B.	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA, ANTES Y DESPUÉS DE BPPATI	47
1.	<u>Temperatura</u>	47
2.	<u>pH</u>	48
3.	<u>Dureza mg/L</u>	48
4.	<u>Oxígeno disuelto mg/L</u>	48

5.	<u>Sólidos en suspensión mg/L</u>	49
6.	<u>Presencia de materia orgánica mg/L</u>	49
7.	<u>Hierro mg/L</u>	50
8.	<u>Amonio % masa</u>	50
9.	<u>Fósforo mg/L</u>	51
C.	<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA CARNE DE TILAPIA, ANTES Y DESPUÉS DE BPPATI</b>	51
1.	<u>Staphylococcus UFC/g</u>	51
2.	<u>Salmonella sp</u>	52
3.	Aerobios mesófilos Gram (+) y gram (-)	52
D.	<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y BROMATOLÓGICO DEL BALANCEADO PARA LAS TILAPIAS</b>	53
1.	<u>Análisis Microbiológico</u>	53
a.	Coliformes totales UFC/g	53
b.	Escherichia coli UFC/g	54
c.	Hongos UFC/g	54
2.	<u>Análisis Bromatológico</u>	54
a.	Proteína (%)	54
b.	Grasa /%	54
c.	Fibra (%)	55
d.	Cenizas (%)	55
e.	Humedad (%)	55
f.	Materia seca (%)	56
E.	<b>PRODUCCION DE ALEVINES</b>	56
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	57
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	59
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	60
	<b>ANEXOS</b>	



## RESUMEN

En las instalaciones del Proyecto de Desarrollo Piscícola Jacalurco del Consejo Provincial de Pastaza, localizado en la Comunidad Putuime, Parroquia Madre Tierra, Cantón Pastaza, se desarrolló e implementó un Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola en Tilapias, mediante el Check list aplicado antes y después de evaluar los parámetros técnicos que comprendieron el análisis físico químico y microbiológico del agua y del alimento para las tilapias, lo cual permitió determinar un incremento en la producción de alevines, debido al proceso de capacitación desarrollado. La dureza del agua se redujo de 39.5mg/l a 31.60 mg/l, los sólidos en suspensión descendieron de 149.10mg/l a 116.80 mg/l, la cantidad de hierro y amonio decrecieron de 1.10mg/l a 0.48 mg/l, y de 0.22% a 0.10% de masa respectivamente; así como la cantidad de fósforo de 1.08mg/l a 0.29 mg/l . El oxígeno disuelto en el agua se incrementó de 1.92mg/l a 2.62 mg/l. La presencia de aerobios mesófilos fue controlada en las tilapias, reduciéndose de 14593.00 a 386.00UFC/g. En el alimento balanceado se redujeron los hongos de 9050.00UFC/g a 400.00UFC/g, la composición bromatológica del alimento se mantuvieron estables, finalmente la producción de alevines se incremento en un 140%, se alcanzó una producción máxima de hasta 65450 alevines mensual. El desarrollo y aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícolas, mejoraron la productividad de la piscifactoría Jacalurco, debido al manejo y el control físico químico y microbiológico del agua y de alimento para las tilapias.

## ABSTRACT

At the installations of the Jacalurco Fish Development Project of the Pastaza Provincial Council, located at the Putuime Community, Madre Tierra Parish, Pastaza Canton, a Manual on Good Water Production Practices in Tilapias was developed through the check list applying before and after evaluating the technical parameters which involved the physical and chemical and microbiological analysis of the tilapia feed, which permitted to determine an increase in the alevin production due to the training process. The water hardness was reduced from 39.5mg/l to 31.60mg/l; the suspensions solids decreased from 149.10mg/l to 116.80mg/l; the iron and ammonium quantity decreased from 1.10mg/l to 0.48mg/l and from 0.22% to 0.10% mass respectively as well as the phosphorous quantity from 1.08mg/l to 0.29mg/l. the oxygen solved in water increased from 1.92mg/l to 2.62mg/l. the mesophyll aerobe presence was controlled in the tilapias decreasing from 14593.00UFC/g to 386.00UFC/g. in the balanced feed the fungi decreased from 9050.00UFC/g to 400.00UFC/g; the bromatological composition of the feed was steady. Finally the alevin production increased by 140%; a maximum monthly production was reached of up to 65450 alevins. The development and application of the Good Practices of water Production improved the productivity of the fish factory Jacalurco, due to handling and physical and chemical and microbiological control of water and feed for the tilapias.

## LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1	PARAMETROS FISICO-QUIMICOS OPTIMOS PARA LA TILAPIA.	7
2	TABLA DE RELACION DE OXIGENO DISUELTO CON RESPECTO A LA TEMPERATURA (mg/l).	8
3	PORCENTAJE DE AMONIO TÓXICO CON RESPECTO A LOS DIFERNETES VALORES DE pH Y TEMPERATURA.	14
4	CONDICIONES METEROLÓGICAS DE JACALURCO.	27
5	CHECK LIST DE LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA EN TILAPIAS. DEL PROYECTO PISCÍCOLA JACALURCO, EN LA PROVINCIA DE PASTAZA.	45
6	RESULTADOS EXPERIMETNALES DEL ANALISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA, ANTES Y DESPUÉS DE BPPATI.	47
7	RESULTADOS EXPERIMETNALES DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LA TILAPIA ANTES Y DESPUÉS DE BPPATI.	52
8	RESULTADOS EXPERIMETNALES DEL ANALISIS BROMATOLOGICO DEL BALANCEADO DE LA TILAPIA ANTES Y DESPUÉS DE BPPATI.	53

## LISTA DE GRAFICOS

Nº		Pág.
1.	Producción de alevines en la Piscifactoría Jacalurco de la provincia de Pastaza	56

## LISTA DE ANEXOS

Nº	Pág.
1. Análisis de laboratorio	62
1. Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola en Tilapias	70

## **I. INTRODUCCIÓN**

La industria agroalimentaria está globalizándose en implementar Normas de Higiene y Sanidad, ya que las enfermedades zoonóticas y las enfermedades de transmisión por alimentos, han cobrado muchas víctimas, y han generado pérdidas económicas a los productores y a las empresas, por no tener en cuenta los peligros físicos, químicos y microbiológicos en los procesos agroalimentarios, en particular, en nuestro país se cumplen a breves rasgos las normativas vigentes y estas no especifican como prevenir los riesgos para la salud de los consumidores, en cada proceso, actualmente en el Gobierno Provincial de Pastaza; se encuentra al ejecutando la construcción e implementación de estanques piscícolas, pero sin un tener previamente desarrollado un Manual de Buenas Prácticas Acuícolas, que son políticas de inocuidad que aseguran la calidad e inocuidad del producto; por cuanto los acuerdos sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias, así como los Obstáculos Técnicos al Comercio que exige la Organización Mundial de Comercio para que un país pueda exportar a otro un determinado tipo de producto alimenticio.

El aseguramiento de la calidad e inocuidad de los alimentos en general y de los productos piscícolas requieren de un profundo análisis de riesgo, es una variable de gran importancia que tiene que ser fortalecida, ya que es un elemento fundamental para la toma de decisiones sobre la base de fundamentos científicos sólidos, (<http://fao.org/documents/show>. 2008).

El plan de muestreo de la calidad del agua a nivel de estanques donde es fundamental especificar y estimar concentraciones máximas o mínimas de contaminantes, detectar cambios o tendencias, estimar percentiles, especificar el margen de error tolerable, y aplicar métodos analíticos apropiados ya sea en el sitio mismo o transportar las muestras a un laboratorio donde los análisis se deben hacer máximo en un tiempo de 4 horas, manteniendo las muestras refrigeradas, mediante la aplicación de un diagnostico de la situación actual de la producción de tilapias, verificando la calidad del agua, del alimento para las tilapias y del producto final destinado para consumo y comercialización.

Debido al interés de gobiernos locales, provinciales, ONGs, OSGs, entre otros, por incursionar en la acuicultura, y siendo una necesidad que en el país se desarrolle una legislación acorde a las normativas exigidas por el Códex Alimentarius, así como implementar programas de capacitación para contribuir a la seguridad e inocuidad de los alimentos que se producen, procesan, comercializan y consumen es necesario desarrollar un Manual de Buenas Prácticas Acuícolas para la Producción de Tilapias, que sirvan de guía y marco de referencia para los actuales y futuros acuicultores, de manera que se lo realice con enfoque de cadena, ya que conlleva a aplicar algunas normas de seguridad e inocuidad como: apreciar que la calidad y la inocuidad alimentaria, tienen distintos significados dependiendo del punto de vista del que se miren.

Para el consumidor representan una garantía para la salud (ausencia de elementos nocivos y maximización de beneficios nutricionales), la mayor frescura, mejor sabor, entre otros, que su bolsillo le permita adquirir. Para el comerciante son atributos del producto a negociar como el precio y el volumen. Para el productor agropecuario (piscicultor), suponen un mayor precio para su producción, mientras que para las agroindustrias son un elemento determinante de su competitividad. Por último, para los oficiales públicos constituyen controles a realizar en diferentes negocios.

El propósito de este estudio es llegar a entender todas y cada una de estas perspectivas e integrarlas en un enfoque sistémico referido a toda la cadena agroalimentaria, y extraer lecciones útiles para mejorar la calidad y la inocuidad de la producción de tilapias que lleva a cabo el Consejo Provincial de Pastaza.

De ahí que al tener un sistema de vigilancia eficiente se puede gestionar adecuadamente la información para el análisis de riesgo y evitar la Presencia de Brotes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs). De tal forma que el Proyecto Piscícola Jacalurco pueda ofrecer tilapias y filetes de tilapias producidos y procesados con normas que aseguren la inocuidad y calidad de los mismos, como se hacen con la aplicación de Buenas Prácticas Acuícolas que la FAO recomienda.

Por lo manifestado anteriormente se plantea los siguientes objetivos.

- Desarrollar un plan de muestreo para analizar la calidad del agua a nivel de estanques donde es fundamental especificar y estimar concentraciones máximas o mínimas de contaminantes
- Controlar y monitorear la calidad del alimento utilizado durante las distintas fases de desarrollo de las tilapias
- Describir los principios de las Buenas prácticas de Producción Acuícola para Tilapias, las cuales abarcan la fase de cultivo de crías y engorda a talla comercial hasta la captura
- Capacitar a los Piscicultores del Proyecto Jacalurco y los beneficiarios indirectos para asegurar la inocuidad en las tilapias tanto en canal como en filetes y verificar la correcta aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas a lo largo de la cadena agroalimentaria.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### C. LA TILAPIA

Huet, M. (1998), menciona que las tilapias, forman un género de peces del orden Perciformes, familia Cichlidae. Son peces robustos con pocas exigencias respiratorias, que soportan muy bien el calor. Son peces de agua caliente. Su óptimo de desarrollo se sitúa en temperaturas superiores a los 20°C, llegando hasta los 30°C, e incluso más.

Lozano, D. y López, F. (2001), reportan, que la tilapia *Oreochromis niloticus*, es un pez nativo de África, que ha sido introducido a muchos países del mundo. Es resistente a enfermedades, se reproduce con facilidad, consume una gran variedad de alimentos y tolera aguas con bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Comúnmente, es cultivada en estanques, jaulas y arrozales inundados. Las tilapias son peces exóticas de mayor éxito en la piscicultura mundial, apoyadas en el avance significativo de las técnicas para el cultivo intensivo y súper intensivo conjugadas con la aparición de un sinnúmero de híbridos comerciales de gran aceptación no sólo por parte de los piscicultores, sino también por parte de los consumidores en los mercados nacionales e internacionales. De este grupo de peces ubicados en seis géneros de la tribu Tilapini que son: *Tilapia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis*, *Tristamella*, *Danikila* y *pelmatochromis*, con más de 70 especies y 100 subespecies identificadas, de las cuales cinco especies confinadas en dos géneros; *Oreochromis* y *Tilapia*, intentando aprovechar la gran capacidad que tienen para adaptarse a condiciones adversas al medio, los rápidos incrementos en talla y peso, su gran capacidad para reproducirse en diferentes condiciones del medio, alta resistencia a enfermedades, altos índices de supervivencia y una pronta solución a las deficiencias nutricionales en ciertas regiones tercermundistas y algunos de los países desarrollados. Las tilapias son excelentes peces para el consumo, con carnes de muy suave textura y una gran reducción ósea, crecen en un amplio rango de alimentación natural y artificial, aprovechan el plácton obtenido con el uso de fertilización orgánica o química, puede sobrevivir con salinidad de 0% a

27% o de 0ppm a 27ppm, es decir desde aguas continentales hasta aguas oceánicas.

El éxito del cultivo comercial del híbrido de tilapia roja, está basado en un mercado con creciente demanda, que paga altos precios por su carne y filetes de llamativa presentación, mesenterio totalmente blanco, olor y sabor agradables, rápidos incrementos de talla y peso en cultivos intensivos y su similaridad con especies comerciales de origen marino como el pargo rojo.

### **3. Biología reproductiva de la tilapia**

Lozano, D. y López, F. (2001), señalan las siguientes características.

#### **a. Características de la madurez sexual**

A continuación se resumen las principales características y requerimientos de la *Oreochromis niloticus*, sexualmente madura cultivada en estanques.

Edad: 4-6 meses

Peso: 50-100 gramos

Longitud: 10-12 cm

#### **b. Temperatura a la que desova**

Optima: 25°C-30°C

Mínima: 21°C

#### **c. Producción de huevos de cada hembra**

Rango: 100 a 2000 huevos/desove

Promedio: 100 a 400 huevos/desove

Una hembra de 200gr.: 250 a 500 larva/ 4 a 5 semanas

#### **d. Talla óptima de los reproductores**

1000 a 2000 gr.

#### **e. El desove de la tilapia nilótico**

A continuación Lozano, D. y López, F. (2001), describen la secuencia de eventos característicos del comportamiento reproductivo (apareamiento), de la *Oreochromis niloticus* en cautividad.

- Después de 3 a 4 días de sembrados los reproductores se acostumbran a los alrededores.
- En el fondo del estanque el macho delimita y defiende un territorio. Limpiando un área circular de 20 a 30 cm. de diámetro forma su nido. En estanques con fondos blandos el nido excavado con la boca y tiene una profundidad de 5 a 8 cm.
- La hembra es atraída hacia el nido en donde es cortejada por el macho.
- La hembra deposita sus huevos en el nido para que inmediatamente después sean fertilizados por el macho.
- La hembra recoge a los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido.
- El macho continúa cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse el cortejo y desove requieren de menos de un día.

Antes de la eclosión los huevos son incubados de 3 a 5 días dentro de la boca de la hembra. Las larvas jóvenes (con saco vitelino), permanecen con su madre por un periodo adicional de 5 a 7 días, escondiéndose en su boca cuando el peligro acecha. Las hembras no se alimentan durante los periodos de incubación y cuidado de las larvas. La hembra estará lista para aparearse de nuevo aproximadamente una semana después de que ella deja de cuidar a sus hijos. Después de dejar a sus madres los pececillos forman grupos blancos que pueden ser fácilmente capturados con redes de pequeñas aberturas. Bancos grandes de pececillos pueden ser vistos de 13 a 18 días después de la siembra de los reproductores.

#### 4. Principales factores físico químicos de la producción piscícola

Riehl, R. y Baensch, H. (1996), reportan que la reproducción de la tilapia, se realiza a una temperatura entre 25-27°C, agua medianamente dura (6-10° dGH) y ligeramente ácida hasta neutral (pH 6.5-7). El cuadro 1, especifica los parámetros físico-químicos, adecuados para las tilapias.

Cuadro 1. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS OPTIMOS PARA LA TILAPIA.

Parámetro	Tilapia	Tilapia azul ( <i>Oreochromis aurea</i> )
Oxígeno disuelto (mg/l)	Mayor de 3.0	Límite inferior 1.2
Salinidad (%)		Sobrevivencia y desarrollo: 36 a 44 Reproducción: 19 Puede aclimatarse a 54
pH	4.5 a 11	4.0 a 10.0
Alcalinidad total (mg/l)	Menor a 175	Hasta 3000
CaCO <sub>3</sub>	Óptima: 75	
Turbiedad (mg/l)		13000
Dióxido de carbono (mg/l)		Menor de 73.0
Amonio no ionizado		0.5 a 2.35
N-NH <sub>3</sub> (mg/l)		
Amonio Total (mg/l)		Menor e 20.0
Nitrito, N-NO <sub>2</sub> (mg/l)	Óptimo: 0.1	Hasta 0.45
Temperatura (°C)	22 a 36	Límite inferior: 8.8 Límite superior: 40.0 Óptimo: 30.5 a 36.6

Fuente: [http://www.enfoqueacuicola.com/manual\\_buenas\\_practicas\\_tilapia.pdf](http://www.enfoqueacuicola.com/manual_buenas_practicas_tilapia.pdf). (2008).

##### a. Temperatura

Huet, M. (1998), menciona que la temperatura influye considerablemente en las principales actividades vitales de los peces, particularmente en su respiración, crecimiento y reproducción.

Lozano, D. y López, F. (2001), indican que la temperatura está relacionada inversamente a la latitud. Las latitudes más altas son las más frías, en tanto que en el Ecuador la temperatura es más elevada, en la zona amazónica, la temperatura no varía mucho, es tropical de no mediar factores moderadores

como la elevación y los cuerpos de agua. La temperatura del agua así como la presión atmosférica inciden directamente en la concentración de oxígeno disuelto en el agua. La temperatura afecta directamente en la solubilidad del oxígeno en agua así como también afecta a la cantidad de oxígeno requerido para la actividad metabólica de los peces, la concentración de oxígeno es inversamente proporcional a la temperatura del agua y a menor temperatura mayor concentración de oxígeno, como se describe en el cuadro 2.

Cuadro 2. TABLA DE RELACION DE OXIGENO DISUELTO CON RESPECTO A LA TEMPERATURA (mg/l).

<b>TEMPERATURA DEL AGUA °C</b>	<b>OXIGENO DISUELTO</b>
0°C	8.32mg
1 °C	8.10mg
2 °C	7.88mg
3 °C	7.66mg
4 °C	7.45mg
5 °C	7.28mg
6 °C	7.10mg
7 °C	6.92mg
8 °C	6.76mg
9 °C	6.60mg
10 °C	6.45mg
11 °C	6.31mg
12 °C	6.17mg
13 °C	6.04mg
14 °C	5.91mg
15 °C	5.79mg
16 °C	5.67mg
17 °C	5.56mg
18 °C	5.46mg
19 °C	5.35mg
20 °C	5.25 mg

Fuente: Lozano, D. y López, F. (2001).

## **b. Oxígeno disuelto**

Lozano, D. y López, F. (2001), puntualizan que el oxígeno y la temperatura quizá son los parámetros más importantes en los cultivos de especies hidrobiológicas, al estar directamente relacionados con el potencial de hidrógeno (pH), hay que tratarlos en conjunto. Los rangos óptimos para el cultivo de la mayoría de especies de aguas cálidas, están comprendidas por encima de 4ppm de OD, temperatura de 24°C a 32°C y pH de 6.5 a 9. Generalmente las mediciones del OD, se deben realizar en horas muy tempranas o a la madrugada, siendo por la noche se produce el efecto fotosintético del plancton, por ende la concentración de oxígeno disminuye.

## **c. Factores que disminuyen la concentración de OD**

- Descomposición de materia orgánica
- Alimento no consumido
- Heces secretadas por los peces
- Animales muertos
- Aumento de la tasa metabólica por incremento de la temperatura
- Respiración del plancton
- Desgasificación; salida del oxígeno del agua hacia la atmósfera
- Nubosidad; en días opacos no existe fotosíntesis y la productividad primaria no produce el suficiente oxígeno para los peces
- Aumento de sólidos en suspensión; residuos de barro y arena en el agua, heces, residuos de alimento pulverizado
- Densidades de siembra

## **d. pH**

<http://www.lenntech.es/ph-y-alcalinidad.htm#ixzz0eInlqKGZ>. (2009), determina que la calidad del agua y el pH son a menudo mencionados en la misma frase. El pH es un factor muy importante, porque determinados procesos químicos solamente pueden tener lugar a un determinado pH. Por ejemplo, las reacciones

del cloro solo tienen lugar cuando el pH tiene un valor de entre 6,5 y 8. El pH es un indicador de la acidez de una sustancia.

Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno ( $H^+$ ), en una sustancia. La acidez es una de las propiedades más importantes del agua. El agua disuelve casi todos los iones. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua. El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (iones  $H^+$ ), y el número de iones hidroxilo ( $OH^-$ ). Cuando el número de protones iguala al número de iones hidroxilo, el agua es neutra. Tendrá entonces un pH alrededor de 7. El pH del agua puede variar entre 0 y 14. Cuando el pH de una sustancia es mayor de 7, es una sustancia básica. Cuando el pH de una sustancia está por debajo de 7, es una sustancia ácida. Cuanto más se aleje el pH por encima o por debajo de 7, más básica o ácida será la solución. El pH es un factor logarítmico; cuando una solución se vuelve diez veces más ácida, el pH disminuirá en una unidad. Cuando una solución se vuelve cien veces más ácida, el pH disminuirá en dos unidades. El término común para referirse al pH es la alcalinidad.

#### **e. Viento**

Lozano, D. y López, F. (2001), aclaran que la influencia del viento es importante en la piscicultura, pues hace circular el agua del estanque, favoreciendo su oxigenación; así mismo la evaporación se ve favorecida con el aumento de la velocidad del viento.

#### **f. Lluvia**

Lozano, D. y López, F. (2001), deliberan que la lluvia, esta fuera de toda discusión, pues es la causa que determina el entorno del agua de la atmósfera a la superficie terrestre, haciéndola disponible para múltiples usos. En el caso de la amazonía la piscicultura se ve favorecida con un nivel apropiado de precipitación. Sin embargo, los valores elevados son inconvenientes pues remueven rápidamente los nutrientes del agua, necesarios para la producción biológica, fundamentalmente en los estanques presa y aún si se relaciona con la naturaleza del suelo, magnitud del valle, etc.

## **g. Sólidos**

Según, [http://química .utn.edu.mx/contenido/temas/%206/tema6.htm](http://química.utn.edu.mx/contenido/temas/%206/tema6.htm). (2009), todos los contaminantes del agua, con excepción de los gases disueltos, contribuyen a la “carga de sólidos”. Pueden ser de naturaleza orgánica y/o inorgánica. Proviene de las diferentes actividades domésticas, comerciales e industriales. La definición generalizada de sólidos es la que se refiere a toda materia sólida que permanece como residuo después de una evaporación y secado de una muestra de volumen determinado, a una temperatura de 103°C a 105°C. Se componen en; Sólidos Totales (ST). Consisten en la cantidad de materia que queda como residuo después de una evaporación entre los 103°C a 105°C. Sólidos Volátiles (SV). Los sólidos Totales sometidos a combustión a una temperatura de 600°C, durante 20 minutos, transforman la materia orgánica a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Esta pérdida de peso se interpreta en términos de materia orgánica o volátil (SV), los sólidos que no volatilizan se denominan sólidos fijos (SF). Sólidos suspendidos (SS). Constituyen uno de los límites que se fijan a los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Los SS se determinan como la cantidad de material retenido después de filtrar un determinado volumen de muestra (50 ml), a través de crisoles “GOOCH” o filtros de fibra de vidrio que utilizan como medio filtrante. En la actualidad se prefiere utilizar filtros de membrana con un tamaño de poro de aproximadamente 1.2 micrómetros (1.2 x 10<sup>-6</sup> metros).

## **h. Sólidos en suspensión**

Lozano, D. y López, F. (2001), puntualizan que los sólidos en suspensión aumentan la turbidez en el agua, disminuyendo el oxígeno disuelto en la misma, los sólidos se deben controlar con sistemas de desarenadores y filtros.

De acuerdo con la concentración de sólidos, se clasifica a los estanques de la siguiente manera.

- Estanques limpios: sólidos menores a 25mg/l
- Estanques intermedios: sólidos entre 25mg/l a 100mg/l
- Estanques lodosos: sólidos mayores es a 100mg/l



### **i. Materiales pesados**

Lozano, D. y López, F. (2001), aseveran que la mayoría de envenenamientos por minerales ocurridos en piscifactorías son causados por cobre, mercurio, zinc y hierro. Es difícil determinar límites de seguridad para estos contaminantes, ya que dependen de su concentración, del tiempo de exposición, de la edad de los peces, de la temperatura, del pH, de cantidad de oxígeno disuelto, etc. La mayoría de estos contaminantes no deben sobrepasar los límites de 0,1mg/l.

### **j. Alcalinidad y Dureza Total**

Lozano, D. y López, F. (2001), afirman que la alcalinidad es una medida de la concentración de iones carbonato y bicarbonato en el agua y se expresa en mg/l de carbonato de calcio equivalente.

La presencia de los iones de confiere al agua una capacidad amortiguadora del pH, y en consecuencia a mayor concentración de carbonato y facilita los cambio del pH en un perfil de 24 horas.

En piscicultura la alcalinidad estaría generalmente entre 30 y 200 mg/l de Ca CO<sub>3</sub> equivalente, aunque alcalinidades más altas o más bajas no perjudiquen en los cultivos.

Se puede aumentar la alcalinidad y la dureza pasando el agua a través de camas de piedras caliza o conchas de ostras.

Por su parte la dureza total está determinada por la concentración de cationes divalentes, principalmente calcio y magnesio, y se expresa en mg/l, de CO<sub>3</sub>Ca, equivalente, según la dureza el agua.

- Aguas blandas tienen de 0 a 75 mg/l de Ca CO<sub>3</sub>.
- Aguas moderadamente duras de 75mg/l a 150mg/l de Ca CO<sub>3</sub>.
- Aguas duras tienen de 150 a 300mg/l de Ca CO<sub>3</sub>.
- Aguas muy duras tienen de 300 mas de Ca CO<sub>3</sub>.

En piscicultura las mejores aguas, respecto a la alcalinidad y dureza, se dan cuando tienen valores similares. Cuando existe mucha diferencia el pH puede variar fuertemente, fundamentalmente subir a niveles altos durante la fotosíntesis.

Se puede corregir estos parámetros, cuando son muy bajos, mediante el calentamiento, pero es imposible bajarlos cuando tienen niveles elevados.

#### **k. Fosfatos**

Lozano, D. y López, F. (2001), señalan que los fosfatos son el resultado de la actividad biológica de los peces y de la alimentación con concentrado (generalmente por sobrealimentación). Una concentración alta causa un florecimiento excesivo de fitoplacton provocando bajas de oxígeno en la noche. Su valor debe fluctuar entre 0.06ppm y 1.5ppm, como Fosfato ( $\text{PO}_4$ ), su toxicidad aumenta con pH ácido.

#### **l. Amonio**

Lozano, D. y López, F. (2001), mencionan que el amonio se encuentra en el agua proviene del producto final del metabolismo de las proteínas las cuales son el principal ingrediente del alimento balanceado, el cual al ser digerido y metabolizado por el pez se transforma en excreción en forma de amoníaco el cual es eliminado directamente en el agua a través de heces y orina así como por las agallas durante el proceso de respiración, los peces en general excretan entre el 60% y 90% del Nitrógeno de desecho, a través de las branquias en forma de amonio por lo que son considerados aminafélicos. También es el resultado de la descomposición de la materia orgánica (degradación de material vegetal y de las proteínas de alimento no consumido). El amonio, en compañía de nitritos y nitratos son típicos indicadores de la contaminación de las aguas.

Lozano, D. y López, F. (2001), indican que en el medio acuático la presencia del amoníaco se determina en dos formas; la forma ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ), el cual no representa toxicidad para los peces y en forma no ionizada ( $\text{NH}_3$ ), el cual es supremamente tóxico para la mayoría de peces en niveles que excedan 0.03 mg/l. El amoníaco no ionizado se presenta en forma gaseosa y es el primer producto de excreción de los peces, la toxicidad del amonio en forma no ionizada aumenta con una concentración baja de oxígeno, un pH alcalino (alto), temperaturas altas. Con un pH ácido (bajo), se reduce ostensiblemente su toxicidad, volviéndose inocuo.

Si la concentración de NH<sub>3</sub> en el agua sobrepasa de 0.03 ppm o mg/l, se produce un bloqueo del metabolismo energético del cerebro, daño en las branquias, afecta el balance de las sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades, reducción en el crecimiento y sobrevivencia, exoftalmia (ojos brotados), y ascitis (acumulación de líquido en el abdomen). El cuadro 3, relaciona al amonio tóxico, de acuerdo con el pH y la temperatura.

Cuadro 3. PORCENTAJE DE AMONIO TÓXICO CON RESPECTO A LOS DIFERENTES VALORES DE pH Y TEMPERATURA.

pH	TEMPERATURA °C					
	20°C	21°C	22°C	23°C	24°C	25°C
6.0	0.0397	0.0427	0.0459	0.0493	0.0530	0.0569
6.1	0.0500	0.0538	0.0578	0.0621	0.0667	0.0716
6.2	0.0629	0.0677	0.0727	0.0782	0.0839	0.0901
6.3	0.0792	0.0852	0.0916	0.0984	0.106	0.113
6.4	0.0997	0.107	0.115	0.124	0.133	0.143
6.5	0.125	0.135	0.145	0.156	0.167	0.180
6.6	0.158	0.170	0.183	0.196	0.211	0.226
6.7	0.199	0.214	0.230	0.247	0.265	0.284
6.8	0.250	0.269	0.289	0.310	0.333	0.358
6.9	0.315	0.338	0.364	0.390	0.419	0.450
7.0	0.396	0.425	0.457	0.491	0.527	0.566
7.1	0.498	0.535	0.575	0.617	0.663	0.711
7.2	0.626	0.673	0.723	0.776	0.833	0.894
7.3	0.786	0.845	0.908	0.975	1.05	1.12
7.4	0.988	1.06	1.14	1.22	1.31	1.41
7.5	1.24	1.33	1.43	1.54	1.65	1.77
7.6	1.56	1.67	1.80	1.93	2.07	2.22
7.7	1.95	2.10	2.25	2.41	2.59	2.70
7.8	2.44	2.63	2.82	3.07	3.24	3.47
7.9	3.06	3.28	3.52	3.77	4.04	4.33
8.0	3.82	4.10	4.39	4.70	5.03	5.38
8.1	4.76	5.10	5.47	5.85	6.26	6.69
8.2	5.92	6.34	6.79	7.25	7.75	8.27
8.3	7.34	7.86	8.39	8.96	9.56	10.20
8.4	9.07	9.69	10.3	11.0	11.7	12.50
8.5	11.2	11.9	12.7	13.5	14.4	15.30

Fuente: Lozano, D. y López, F. (2001).

Dejar que la acción bactericida natural del sol conjuntamente con la remoción del fondo del estanque liberen las concentraciones altas de amoniaco.

Para mejorar las concentraciones de amonio se deben aplicar ciertas medidas de manejo.

- Secar los estanques y encalar con carbonato de calcio o cloruro de calcio dependiendo del pH del suelo en proporciones.
- pH<5 2.500 a 3.500 Kg/Ha.
- pH de 5 a 7 1.500 a 2.500 Kg/Ha.
- pH> 7 de 500 a 1.000 Kg/Ha.

#### **D. CÓDEX ALIMENTARIUS**

El Códex fue creado por las Naciones Unidas en 1963, como comisión conjunta de la FAO y la OMS. Con el objeto de proteger la salud del consumidor, al mismo tiempo que se cumplan con prácticas justas para el comercio de alimentos.

El Códex está apoyado por la ONU y por más de 160 países incluido Ecuador, por lo que sus acciones tienen una gran influencia a nivel mundial.

Desde su creación, el Códex ha trabajado en la elaboración de estándares, guías y recomendaciones relacionadas con los alimentos para el consumo humano.

Existen varias comisiones dentro del Códex, las cuales definen las guías y estándares en alimentos, destinados a proteger la salud de los consumidores a nivel mundial, entre ellos podemos mencionar.

- Comité del Códex en Peces y productos de la Pesca.
- Comité del Códex en Higiene de Alimentos.
- Comisión Intergubernamental de Investigación
- Comisión del Códex en Aditivos y Contaminantes en Alimentos.
- Comité del Códex en Residuos de Medicamentos Veterinarios en Alimentos.
- Comisión Intergubernamental de Investigación Ad Hoc en Alimentos Derivados de la Biotecnología.
- Comité del Códex en Sistemas de inspección y Certificación de Alimentos Importados y Exportados. (<http://fao.org/documents/show>. 2004).

#### **8. Inocuidad de alimentos**

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), constituyen un problema muy expandido y a la vez creciente de salud pública en el mundo, que afectan

principalmente a niños, mujeres embarazadas y personas de edad. Los informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2004), señalan que cientos de millones de niños sufren de casos de diarrea cada año, a consecuencia de los cuales fallecen aproximadamente tres millones de niños. Estas cifras son sólo un indicador de la situación real, puesto que se estima que la incidencia informada de ETA representa menos del 10%, o incluso menos del 1% de la incidencia real. Así mismo la OMS ha señalado que se cree que hasta un 70% de esos casos de diarrea podrían estar asociados al consumo de alimentos contaminados. En América Latina y el Caribe se sabe que las enfermedades diarreicas representan aún una causa importante de morbilidad durante la primera infancia, y que por falta de tratamiento precoz o adecuado, en muchas ocasiones resultan mortales para los infantes. Los principales agentes bacterianos causales de los brotes fueron diferentes especies de Salmonella, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens y Escherichia coli entre otros. Los alimentos asociados en estos brotes fueron, principalmente, los de origen animal entre los cuales la carne y sus productos, los pescados, la leche y sus productos, los huevos y productos a base de huevo, tuvieron la mayor participación como vehículos en los brotes. Respecto del lugar de ocurrencia de los brotes, la información señala que alrededor del 40% de los brotes de ETA ocurren en hogares, mientras que un 31% ocurren en comedores y escuelas y sólo un 6.4% de los brotes de ETA provienen de restaurantes. (<http://fao.org/documents/show>. 2004).

Para aumentar la disponibilidad de alimentos, a fin de cubrir las necesidades crecientes de la población, se deberán intensificar la producción agrícola y ganadera; se deberá contar con sistemas más eficientes de manipulación, elaboración y distribución de alimentos; y con la introducción de tecnologías de punta, incluyendo la aplicación adecuada de la biotecnología. En consecuencia, la inocuidad es un requisito básico de la calidad de los alimentos e implica la ausencia o presencia en niveles aceptables de contaminantes, adulterantes, toxinas, de tal suerte que no sean nocivos y no ocasionen daños a la salud del consumidor. En este contexto, la venta callejera de alimentos, que ha tenido un extraordinario crecimiento, requiere especial atención para garantizar la inocuidad y calidad de los alimentos. La calidad e inocuidad de los alimentos debe comenzar en la explotación agropecuaria y continuará a lo largo de la cadena de

elaboración y distribución, hasta el almacenamiento y preparación por los consumidores o por las industrias de servicios alimentarios. Para proteger la salud de los consumidores, son esenciales unas Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), y de fabricación (BPM), incluidas la elaboración, distribución y comercialización. Todo factor que ocasione una exposición a agentes químicos o biológicos peligrosos o que determine una ingestión insuficiente o excesiva de nutrientes, que obstaculice su utilización óptima, contribuye a la mal nutrición. (<http://fao.org/documents/show>. 2004).

Los países en desarrollo para acceder a los mercados internacionales, deben satisfacer los requisitos reglamentarios de los países importadores, ya que los productos que no reúnen estos requisitos son objeto de rechazos, con perjuicio para las economías nacionales. Para facilitar la corrección de la situación antes enunciada, se estableció el Códex Alimentarius, término que proviene del latín, que traducido literalmente significa Ley de los Alimentos o código Alimentario, y que sirve para actualizar la legislación alimentaria. La mayoría de los países utilizan las normas, directrices y recomendaciones de carácter internacional. (<http://fao.org/documents/show>. 2004).

El organismo encargado de promover este conjunto de normas, directrices y recomendaciones es la Comisión de Códex Alimentarius, creado en 1962 para implementar el Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, y cuyos principales objetivos son a) proteger la salud de los consumidores; b) asegurar prácticas equitativas en el comercio de alimentos y d) coordinar el trabajo sobre normas alimentarias a nivel internacional, y para conseguirlos tiene gran importancia reforzar la labor del Punto de Contacto o Punto Focal del Códex y el Comité nacional del Códex, en que están representados todos los sectores interesados, incluyendo la industria y los consumidores. En el Ecuador se conformó el Comité Nacional del Códex el 20 de marzo del 2003, y está integrado por las siguientes instituciones, SESA (Agrocalidad) – Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP, Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca (Presidencia); Ministerio de Salud Pública (Vicepresidencia); INEN – MICIP (secretaría técnica). (<http://fao.org/documents/show>. 2004).

## **b. Las Buenas Prácticas Acuícolas, antecedentes y concepto**

El imperativo actual del mercado se enfoca en la productividad y en su afán por obtenerla, los recursos tanto naturales como humanos son exigidos al máximo. En este contexto, tanto las personas con síntomas de intoxicación por la ingestión de alimentos contaminados o por el uso irracional de pesticidas, como la sostenibilidad de la actividad agropecuaria, constituyen dos caras de una misma moneda que en los últimos años ha comenzado a acuciar a los gobiernos como consecuencia de reclamos cada vez más fuertes y frecuentes de consumidores informados y por perspectivas de mercados inseguros. La respuesta de algunas instituciones preocupadas por los temas de inocuidad y sostenibilidad, ha sido la de promover conceptos, consultar opiniones e instrumentar políticas sobre Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), en conjunto con los distintos actores de la cadena agroalimentaria. (<http://fao.org/documents/show>. 2004).

Las BPA en la actualidad más que un atributo, son un componente de competitividad, que permite al productor rural diferenciar su producto de los demás oferentes, con todas las implicancias económicas que ello hoy supone (mayor calidad, acceso a nuevos mercados, consolidación de los actuales, reducción de costos, etc.). Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), constituyen una herramienta cuyo uso persigue la sustentabilidad ambiental, económica y social de las explotaciones agropecuarias, especialmente la de los pequeños productores subsistenciales, lo cual debe traducirse en la obtención de productos alimenticios y no alimenticios más inocuos y saludables para el autoconsumo y el consumidor. (<http://fao.org/documents/show>. 2004).

Una definición de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), es sencillamente hacer las cosas bien y dar garantías de ello. La FAO, ha elaborado una definición, más descriptiva y explícita, al señalar que consiste en la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que se procuran la viabilidad económica y la estabilidad social. La aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), implica el conocimiento, la comprensión, la planificación y mensura,

registro y gestión orientados al logro de objetivos sociales, ambientales y productivos específicos. (<http://fao.org/documents/show>. 2004).

Por otra parte, para los países de América Latina y el Caribe, las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), constituyen un desafío y una oportunidad, ya que de su cumplimiento dependerá la entrada de sus productos agropecuarios a los mercados con mayor sensibilidad ambiental y creciente exigencia en calidad, ya sean éstos externos o locales. En este sentido, es necesario que los productores agropecuarios comiencen a interiorizarse seria y rápidamente de estos aspectos. (<http://fao.org/documents/show>. 2004).

En esta línea, la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe ha elaborado un documento que brinda un importante marco conceptual sobre Buenas Prácticas Agrícolas. A su vez, ante la necesidad de profundizar en esta materia, la FAO a través del Grupo de Agricultura con el apoyo de la Fundación Chile, se han propuesto organizar una conferencia electrónica entre expertos para discutir aspectos y temas relacionados a la puesta en marcha de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), en cadenas productivas selectas de los países del Cono Sur. (<http://fao.org/documents/show>. 2004).

## **9. Impacto de las BPA sobre la productividad**

Se ha llegado al consenso de que la aplicación de BPA debería mejorar la productividad en un período de mediano a largo plazo, puesto que a través de algunas de sus implicancias (registros, capacitación, personal más calificado, etc.), en el transcurso del tiempo, el productor contará con un mayor grado de conocimiento de su proceso productivo. Las BPA pueden impactar positivamente sobre la productividad y llevar al productor a una situación de mayor control de su sistema de producción, identificando las fallas o pérdidas y aplicando medidas correctivas, contribuyendo de esta manera a elevar el nivel de organización y en consecuencia al alcance de una gestión de los procesos más eficiente. No obstante, parece ser que en algunos casos la implementación de las BPA puede producir disminuciones en la productividad por caídas de los rendimientos físicos. (<http://fao.org/documents/show>. 2004).



## **10. Impactos positivos de las BPA en los pequeños productores**

<http://fao.org/documents/show>. (2004), detalla, que permite estar preparado para exportar a mercados exigentes y tener mejor acceso a éstos en un futuro. Obtención de un producto diferenciado por calidad e inocuidad, lo que puede implicar un mayor sobreprecio. Control del proceso productivo por la obtención de mejor y nueva información de su propia producción, merced a los análisis de laboratorio y a los sistemas de registros (trazabilidad). Reducción de riesgos en la toma de decisiones por la mejor gestión (administración y control de personal, insumos, instalaciones, etc.) de la finca en términos productivos y económicos. Aumento de la competitividad por reducción de costos (menores pérdidas de insumos, horas de trabajo, tiempos muertos, etc.).

Mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores por.

- Creación de capital humano por la educación recibida (manejo de pesticidas y plagas, reducción de riesgos de intoxicaciones, higiene del predio y durante la cosecha).
- Mejores condiciones de higiene personal que los empleadores deben garantizarle a sus empleados (disponibilidad de baños y de agua potable).
- Aumento de la autoestima por sentirse capaces de alcanzar metas y por tener reconocimiento, acceso a los mercados, etc. (<http://fao.org/documents/show>. 2004).

## **11. Impactos negativos de las BPA en los pequeños productores**

Existencia de una amplia brecha entre la agricultura convencional y la de exportación, hace que aquellos productores que no puedan ajustarse a las exigencias de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas (BPA), queden afuera del mercado. En el corto plazo, con la aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), inicialmente tiende a encarecerse el proceso productivo por los mayores costos incurridos y por la falta de capacidad para afrontarlos. (<http://fao.org/documents/show>. 2008).

### **a. Las Buenas Prácticas en la Producción Primaria. (BPP)**

Cuando hablamos de Buenas Prácticas de Producción nos referimos al conjunto de procedimientos, controles y actividades encaminadas a reducir los riesgos de contaminación química, física y microbiológica de los productos. Las BPP incluyen desde la elección de la ubicación de la unidad de producción –agua y suelo libres de contaminantes, lejanía de áreas destinadas para desechos industriales y basureros, evitando el paso de animales a los campos de cultivo, instalaciones físicas adecuadas a fin de evitar la contaminación cruzada durante la producción, equipos adecuados para la correcta ejecución de las actividades; instalaciones sanitarias y programas de limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y utensilios; manejo adecuado de desechos; el control de plagas, aplicación de los criterios para el uso de sustancias químicas y criterios de sanidad; la higiene y salud de los trabajadores; calidad y manejo de los insumos y movilización de los productos. Es importante mencionar que si bien la presencia de plagas no afecta directamente a la salud humana, la mala aplicación de plaguicidas si tiene efectos adversos tanto en la inocuidad del producto como en la salud humana.

Las Buenas Prácticas de Producción Primaria recomiendan utilizar los siguientes controles.

- Programa de Control de Plagas.
- Programa de Control de enfermedades.
- Programa de capacitación sobre higiene a los trabajadores.
- Programas de limpieza y mantenimiento de instalaciones.
- Control de calidad y uso de insumos (agua y productos químicos).

En producción acuícola las BPP incluyen la selección del sitio de cultivo, la distribución de áreas y equipo dentro de la granja, la separación de actividades, instalaciones y equipo adecuado en la unidad de producción, capacitación del personal, dispositivos para la basura, instalaciones sanitarias y programa de control de plagas. (Vélez, A. 2003).

## **b. GMP (Buenas Prácticas de Manufactura)**

Las GMP desde su lugar de procesos y procedimientos, controlan las condiciones operacionales dentro de un establecimiento tendiendo a facilitar la producción de alimentos inocuos. Un adecuado programa de GMP incluirá procedimientos relativos a: manejo de instalaciones, recepción y almacenamiento, mantenimiento de equipos, entrenamiento e higiene del personal, limpieza y desinfección, control de plagas, rechazo de productos. ([www.panalimentos.org/haccp2/FAQS.html](http://www.panalimentos.org/haccp2/FAQS.html)).

López J. (2001), indica que las Buenas Practicas de Manufactura (BMP), son los principios básicos y practicas generales de higiene, en la manipulación, preparación, elaboración envasado y almacenamiento de alimentos para consumo humano, son el objeto de garantizar que los alimentos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción. Las BPM son una serie de normas o procedimientos establecidos a nivel internacional, que regulan las plantas que procesan alimentos, de tal manera que los mismos sean aptos para el consumo humano, que está en buen estado y se encuentra libre de microorganismos, toxinas, compuestos químicos tóxicos o materia extraña.

¿Qué incluyen las BPM?

- Higiene personal
- Limpieza y desinfección
- Normas de Fabricación
- Equipo e instalaciones
- Control de Plagas
- Manejo de Bodegas

## **c. Higiene Personal**

Normas y disposiciones que deben cumplir los trabajadores del Centro de Acopio

- Uso de Uniformes o Ropas Protectoras

- Hábitos de Higiene Personal (Lavado de Manos)
- Prácticas del Personal. (Jiménez, V. 2000).

#### **d. Limpieza y Desinfección**

Normas de Limpieza y Desinfección de utensilios, instalaciones, equipo y áreas externas; con el fin de que los trabajadores conozcan que se debe limpiar, como hacerlo, cuando, con cuales productos y utensilios. (Jiménez, V. 2000).

#### **e. Normas de Fabricación**

Las normas de fabricación o procedimientos estándar de operación, se utilizan para garantizar que lo que se está produciendo no se deteriore o contamine y que sea realmente lo que el cliente espera, estas normas incluyen.

- Especificaciones de Materia Prima, Materiales de Empaque, etc.
- Procedimientos de Fabricación.
- Controles (Hojas de registro, acciones correctivas).
- Especificaciones de producto final. (Jiménez, V. 2000).

#### **f. Control de Plagas**

Normas y procedimientos que establecen programas y acciones para eliminar plagas tales como: insectos, roedores y pájaros. Incluyen entre otros: mantenimiento de las instalaciones, fumigaciones, trampas, cedazos en puertas y ventanas, manejo de desechos, redes, cerramientos, etc. (Jiménez, V. 2000).

#### **g. Equipos e Instalaciones**

Normas y procedimientos que establecen los requerimientos que deben cumplir.

- Equipo con diseño sanitario.
- Instalaciones apropiadas (diseño y materiales).

- Distribución de planta.
- Manejo apropiado de desechos y sistemas de drenaje adecuados .
- Facilidades para el personal. (Jiménez, V. 2000).

## **12. Higiene de la carne**

[http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet\\_articulo/0,1409,SCID%253D11546%2526ISID%253D464,00.html](http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D11546%2526ISID%253D464,00.html). (2008), aclara que la higiene de la carne se define así: "todas las condiciones y medidas necesarias para garantizar la inocuidad y aptitud de la carne en todas las etapas de la cadena alimentaria". En el contexto de la higiene de la carne, la inocuidad se define en términos de aplicación apropiada de medidas para proteger la salud pública y de satisfacción de los criterios de resultados cuantitativos requeridos para el control de peligros. La aptitud se define en términos de producción de la carne en condiciones higiénicas y cumplimiento de las posibles normas cuantitativas que no se refieran a la inocuidad. Estos objetivos preconizan la definición de políticas y normas para la inspección ante mortem y post mortem. La justificación técnica, viabilidad y eficacia de las normas se basa en los datos de salud pública veterinaria, al igual que la determinación de las competencias del personal de inspección y de los requisitos de formación. Las autoridades nacionales competentes deben ofrecer también un marco institucional apropiado para que los Servicios Veterinarios puedan establecer dichas políticas y normas. Las normas para la inspección ante mortem y post mortem de la carne incluyen dictámenes de decomiso tras la detección de anomalías. No obstante, en muchas situaciones, una alternativa práctica es identificar y retirar todos los tejidos anormales de la cadena alimentaria sin recurrir a un examen sobre su inocuidad o aptitud. De hecho, el enfoque cauteloso inherente a cualquier proceso de evaluación de riesgos refleja una política de conservación con respecto al decomiso de canales y/o vísceras con anomalías.

## **13. Sanidad animal**

[http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet\\_articulo/0,1409,SCID%253D11546%2526ISID%253D464,00.html](http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D11546%2526ISID%253D464,00.html). (2008), menciona que un elemento complementario

y vital de la inspección ante mortem y post mortem es la detección y eliminación de la cadena alimentaria de peligros importantes para la salud de los animales cuando los alimentos (o sus subproductos), puedan ser un medio de transmisión de esos peligros (por ejemplo, transmisión de enfermedades por la alimentación de animales con despojos de carnicería o por carne no destinada al consumo humano, como alimentos no cocinados para animales domésticos). Este objetivo se podrá alcanzar retirando los animales vivos durante la inspección ante mortem o retirando determinados tejidos durante la inspección post mortem.

#### **14. Procedimientos de inspección ante mortem**

[http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet\\_articulo/0,1409,SCID%253D11546%2526SID%253D464,00.html](http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D11546%2526SID%253D464,00.html). (2008), indica que el estatus sanitario de la explotación de origen de los animales destinados al sacrificio y el modo en que han sido criados tienen repercusiones importantes en la inocuidad y la salubridad de la carne. Por consiguiente, se deberá hacer todo lo posible por recopilar y analizar datos que puedan ser importantes para la inspección ante mortem y post mortem. La inspección ante mortem deberá llevarse a cabo de manera sistemática, de conformidad con los procedimientos normales que establezca la autoridad de inspección, y deberá garantizar la retirada de la cadena de producción de alimentos destinados al consumo humano de aquellos animales en los que se detecten enfermedades o defectos que hagan que su carne no sea apta para el consumo humano, así como la debida identificación de los mismos. La inspección ante mortem deberá garantizar que aquellos animales cuya carne puede ser apta para el consumo humano pero que requieren una manipulación especial durante las operaciones de sacrificio y faenado, así como aquellos animales que exigen una atención especial durante la inspección post mortem, son apartados y manipulados o inspeccionados como corresponde. Para hacer pleno uso de la información proveniente de la granja que resulta pertinente para la inspección ante-mortem y post-mortem son esenciales sistemas apropiados de identificación de los animales y de mantenimiento de registros. Los sistemas de acopio y registro de datos deberán reflejar correctamente el estado de salud de los animales en las granjas y permitir un análisis epidemiológico significativo.

Además, deberán ser capaces de responder a los cambios locales o regionales en la salud humana y animal.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Proyecto de Desarrollo Piscícola Jacalurco del Consejo Provincial de Pastaza, localizado en la Comunidad Putuime, Parroquia Madre Tierra, Cantón Pastaza, cuyo período de evaluación fue de 120 días.

##### 1. Ubicación geográfica de la Investigación

163873 E, 9828605 S

m.s.n.m.: 980

##### 2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas, más relevantes de Jacalurco, se detallan a continuación en el cuadro 4.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE JACALURCO.

PARÁMETROS	UNIDAD	AÑO 2008
Temperatura	°C	21,43
Precipitación total	Mm/año	457,46
Humedad Relativa	%	85,00
Viento Dominante	m/s	E 1,92
Evaporación	mm	85,30
Presión atmosférica	hPa	906,86
Heliofanía	horas	125.96

Fuente: INAMHI-PASTAZA, (2008).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para la presente investigación se considero como unidad experimental a un lote integrado por 5 kg de tilapia, 5 kg de muestras de balanceado y 5 litros de muestras de agua de las distintos estanques, todas estas muestras se tomaron



en forma aleatoria antes y después de la aplicación del Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola para cultivo de Tilapias.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

### **1. Equipos y materiales de oficina**

- Computador
- Cámara de fotos.
- Material de oficina
- Registros
- Material bibliográfico

### **2. Ropa de trabajo**

- Cofia.
- Mascarilla
- Overol
- Botas
- Guantes de nitrilo

### **3. Instalaciones**

- Estanques piscícolas
- Laboratorio del proyecto

### **4. Materiales para el análisis físico químico del agua**

#### **a. Temperatura**

- Termómetro

**b. Análisis de pH**

- Equipo, pH-metro para aguas
- Vaso de precipitación
- Solución buffer pH 4.0, 7.01 y 10.00
- Fenolftaleína

**c. Dureza**

- Erlenmeyer
- Bureta
- Vaso de precipitación
- Pipeta volumétrica
- Balanza analítica
- Espátula
- Solución tampón para pH10
- Solución inhibidora de cianuro de potasio
- Solución 0.02 M de titriplex
- Solución indicadora de negro de eriocromo T

**d. Determinación de oxígeno disuelto**

- Botella de tapa esmerilada
- Pipetas
- Bureta
- Erlenmeyer
- Solución de sulfato manganoso
- Solución ácida sódica
- Solución de tiosulfato de sodio
- Solución de almidón

## **5. Materiales para análisis microbiológico de carne de tilapia**

### **a. Recuento de Mesófilos, Staphilococos Mohos y Levaduras**

- Pipetas
- Mechero de bunsen
- Tijera
- Estufa calibrada.
- Aplicador
- Autoclave
- Balanza analítica
- Cuchillo
- Tubos de ensayo con tapas esterilizados
- Frasco toma muestra de cristal
- Agua de peptona taponada 0.1% (diluyente)
- Catálogo de interpretación de resultados.
- Placas petrifilm recuento de Staphylococcus
- Placas petrifilm recuento de Salmonella
- Placas petrifilm recuento de Coliformes y Escherichia Coli
- Placas petrifilm recuento de Hongos

## **6. Materiales para análisis microbiológico y bromatológico para balanceado**

### **a. Análisis de Escherichia Coli, Análisis Coliformes, Análisis Hongos**

- Pipetas
- Mechero de bunsen
- Tijera
- Estufa calibrada
- Aplicador
- Autoclave
- Balanza analítica

- Cuchillo
- Tubos de ensayo con tapas esterilizados
- Frasco toma muestra de cristal
- Agua de peptona taponada 0.1%(diluyente)
- Catálogo de interpretación de resultados
- Placas petrifilm recuento de Coliformes y Escherichia Coli
- Placas petrifilm recuento de Hongos

**b. Análisis Proteína**

- Agitador magnético
- Balón
- Macrokjeldahl
- Matraces
- Ácido sulfúrico
- Dióxido de selenio
- Ácido bórico
- Agua destilada
- Hidróxido de sodio
- Indicador

**c. Análisis de grasa**

- Butirómetro
- Balanza analítica
- Baño María
- Pipeta de 10ml
- Centrifuga
- Ácido sulfúrico
- Alcohol amílico

**d. Análisis de fibra**

- Aparato de calentamiento a reflujo.
- Balanza analítica, sensibilidad 0,1 mg
- Crisoles de porcelana o de sílica
- Desecador con deshidratante adecuado (silicagel con indicador u otro)
- Dispositivo de succión al vacío
- Embudo Büchner de polipropileno tipo California u otra alternativa equivalente
- Estufa a 103 2°C
- Tamiz de malla 1mm.
- Placa calefactora capaz de llevar 200 ml de agua a 25 °C. Hasta ebullición en 15 +2 min.
- Material usual de laboratorio
- Solución de ácido sulfúrico 0.255 N (1.25 g de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> / 100 ml)
- La concentración debe ser chequeada por titulación

**e. Análisis de cenizas**

- Estufa
- Balanza analítica
- Crisoles

**f. Análisis de humedad**

- Estufa
- Crisol
- Balanza analítica

**g. Análisis de materia seca**

- Estufa
- Balanza analítica

## **D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Al considerarse un estudio de diagnóstico se aplicó estadística descriptiva, en tal virtud no se utilizó diseño experimental.

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

### **1. Análisis Físico-Químico del agua, antes y después de BPPATi**

- Temperatura
- pH
- Dureza
- Oxígeno disuelto.
- Sólidos en suspensión
- Sólidos totales
- Presencia de Materia orgánica
- Hierro
- Amonio
- Fósforo

### **2. Análisis Microbiológico de la carne de tilapia, antes y después de BPPATi**

- Aerobios mesófilos Gram (+), gram (-)
- Salmonella sp
- Staphylococcus
- Recuento de bacterias UFC

### **3. Análisis microbiológico y bromatológico del balanceado para las tilapias**

- Escherichia coli

- Coliformes
- Hongos
- Proteína
- Grasa
- Fibra
- Cenizas
- Humedad
- Materia seca

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

Determinación de medias, desviación Estándar, coeficiente de variación, Prueba t-student, según el caso.

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. Descripción del experimento**

Las pruebas que se detallan a continuación se realizaron como requisito para la presente investigación, ya que debemos identificar la situación actual de la tilapia y poder al final comparar con los resultados obtenidos implementado el Manual de Buenas Prácticas Acuícolas para Tilapia.

### **2. De la planta y campo**

Las pruebas que se detallan a continuación se realizaron como parte inicial del proyecto con el objeto de realizar un diagnóstico de la situación actual de la producción de tilapias del Proyecto Piscícola Jacalurco del Consejo Provincial de Pastaza, para aplicar BPPATi.

- Checklist inicial para BPPATi, e Infraestructura.
- Diagnóstico situación inicial.
- Diagrama de flujo de producción.

- Descripción del producto.
- Descripción del manual de BPPATi.
- Condiciones sanitarias de las instalaciones.
- Capacitación al personal.
- Plan de muestreo para monitorear la calidad del agua, tilapia, alimento.
- Verificación del nivel sanitario en equipo y utensilios.
- Establecimiento: Requisitos de higiene, higiene del personal y requisitos sanitarios, control de plagas y parásitos.
- Aplicación del checklist para la observación y determinación de BPPATi.
- Elaboración del Manual.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

La evaluación microbiológica, bromatológica y físico-química, permite evaluar la calidad, verificando si están de conformidad con las especificaciones legales para la inocuidad alimentaria.

### **1. De laboratorio**

#### **a. Pruebas físico-químico del agua**

Existe la sonda multiparamétrica, que mide a la vez varios parámetros al agua.

- **Determinación de Temperatura**

Introducir el bulbo del termómetro en la muestra y esperar unos segundos a que se establezca el nivel de mercurio, anotar el valor de la lectura.

- **Determinación de pH.**

Tomar en un vaso de precipitación aproximadamente 50 ml de muestra hasta que cubra el bulbo. Introducir el electrodo en la muestra, amillonar el equipo y esperar



que la lectura de la pantalla se estabilice para seguidamente tomar el dato que emite la pantalla.

- **Determinación de la Dureza**

Tomar 25 ml de muestra en un erlenmeyer, agregar 2 ml de solución amortiguadora para obtener un pH de más o menos 10, agregar 1 ml de solución de cianuro de potasio que sirve para ajustar el pH 10, colocar el indicador de negro de ericromo T (en pequeñas cantidades), agregar lentamente el titulador EDTA hasta que desaparezca el tinte rojizo, agregar las últimas gotas a intervalos de 3 a 5 segundos.

En el vire, el color es azul bajo en condiciones normales, se recomienda la luz diurna o lámparas fluorescentes.

- **Determinación del oxígeno disuelto**

La muestra se coge en frascos de boca angosta, tapón esmerilado, de 250 a 300 ml de capacidad.

En el mismo frasco añadir 1 ml de sulfato manganeso y después 1 ml del reactivo alcali-yoduro-nitrato (ácido sódico); sin importar que se riegue el agua, se tapa cuidadosamente y mezclar cuidadosamente por inversión.

Dejar en reposo y en la obscuridad, por el espacio de 15 minutos, hasta que precipite todo completamente y sedimento.

Se trasvasa a un Erlenmeyer, aproximadamente 200 ml.

Se titula con tiosulfato de sodio hasta una coloración paja pálido.

Añadir unas gotas de solución de almidón hasta que toma una coloración azul.

Luego de esto volver a titular con tiosulfato de sodio, hasta incoloro. Como un mililitro de tiosulfato de sodio 0.025 N, equivalente 0.2 mg de OD. Si se titula un volumen de 200 ml de muestra original

- **Determinación de sólidos en suspensión**

Tomar una alícuota de muestra totalmente homogenizada y filtrar en un papel filtro, esperar que toda la muestra haya pasado.

Secar el papel filtro en la estufa por el espacio de dos horas.

Secar y colocar en el desecador.

Finalmente pesar el papel que contiene el residuo.

- **Determinación de sólidos totales**

Lavar perfectamente la cápsula, secarla e introducirla en la estufa a 105°C, por el espacio de dos horas.

Enfriar en el desecador y luego pesar la cápsula.

Agitar vigorosamente el recipiente que mantiene en agua para que esta se homogenice totalmente.

Tomar 25 ml de muestra, poner en la cápsula tarada, someter a evaporación en baño maría.

Secar en la estufa a 105°C durante dos horas, enfriar y pesar.

- **Determinación de presencia orgánica**

Los sólidos totales, sometidos a combustión a una temperatura de 600°C, durante 20 minutos, transforman la materia orgánica a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Esta pérdida de peso se interpreta en términos de materia orgánica o volátil (SV).

- **Determinación de hierro**

En un balón de 100 ml, colocar una cantidad de muestra (50 ml). Añadir 2 ml de ácido clorhídrico concentrado.

Colocar 1 ml de hidroxilamina.

Hervir, usar núcleos de ebullición, hasta reducción de volumen (15-20 ml), se deja enfriar.

Añadir 8 ml de buffer de pH 4-5 (acetato de amonio).

Aforar a un volumen de 100 ml con la misma muestra, se agita y se deja en reposo y en obscuridad por el espacio de 1-15 minutos.

Medir la absorbencia a una longitud de onda de 510nm.

- **Determinación de amonio**

En un balón aforado de 50 ml, se coloca aproximadamente 10 ml de la muestra.

Se adiciona 1 ml de tartrato de sodio y potasio.

Aforar a 50 ml con la muestra o agua destilada cuando la concentración es elevada, homogenizar y guardar en la obscuridad por diez minutos.

Si la concentración es baja se deja por el espacio de 30 minutos, tomando en cuenta que los patrones y testigo deben guardarse por el mismo tiempo.

Se mide la coloración, se lo hace en forma visual, utilizando los tubos de nessler, los mismos que son tubos que contiene soluciones coloreadas con nessler. Fotométricamente, se produce de la siguiente manera:

Luego de pasado el tiempo requerido, se mide la absorbencia a 425nm de longitud de onda.

Se prepara también un blanco testigo para encerrar el equipo.

Preparar una solución patrón, poniendo 0.5 ml de solución patrón de amonios y aforamos con agua destilada, colocando ante los reactivos indicados.

Se mide los valores de absorbencia y se procede a graficar los valores de la absorbencia en el eje de las ordenadas y la concentración se coloca en el eje de la abscisa en ppm.

- **Determinación de fósforo**

En un balón de 100 ml, se coloca 50 ml de muestra a analizar. Adicionar 4 ml de amonio molibato, agitar muy bien.

Añadir 0.5 ml de cloruro de estannoso, agitar.

Aforar a 100 ml con muestra guardar en la obscuridad 5 minutos.

Preparar un patrón y un blanco con el mismo procedimiento indicado.

Transcurrido el tiempo se efectúa la lectura de la absorbencia a 690 nm.

De igual manera se mide las muestras preparadas, para poder determinar la curva de calibración.

Con la curva de calibración preparada procedemos a analizar las muestras problema.

Obtenemos el valor de la absorbencia interpolamos este valor en la curva de la calibración y obtenemos directamente la concentración de fosfatos en la muestra, valor en ppm.

## **b. Determinación de Análisis microbiológico carne de tilapia**

- **Recuento total de microorganismos aerobios mesófilos UFC/ml**

Ayudándonos del aparato para recuento de colonias, y luego de haber identificado los m/o aerobios mesófilos, procedemos a contar el número de colonias desarrollada en cada cultivo, las mismas que se reportaran como UFC/ml.

- **Determinación de la Salmonella sp**

El aislamiento y la identificación se realiza pesando 25 g de muestra y se inocula en 225 ml de agua con peptona, la cual se incuba a 37°C durante 24 horas.

A partir de éste, se inocula 1 ml de cada muestra en 10 ml de caldo Rappaport y Tetracionato (Oxid, Basingstoke, UK).

Posteriormente, se cultivaron en agar XLT4, Salmonella-Shigella-SS, Hekctoén, dexosicolato de lisina y xilosa-XLD (Oxoid, Basingstoke, UK), los cuales se incuban a 37°C por 24 horas.

Las colonias sospechosas se identifican con pruebas bioquímicas convencionales y pruebas serológicas bajo el esquema rutinario de Kauffman-White.

- **Determinación de Staphylococcus**

Suspender 149 g del medio en un litro de agua purificada.

Calentar con agitación suave hasta su completa disolución y hervir durante un minuto.

Esterilizar en autoclave a 121°C (15 libras de presión) durante 15 minutos.

Dejar enfriar a una temperatura entre 45-50°C y vaciar en placas de petri estériles.

Sembrar las placas por el método de estría e incubarlas a 35 + 2°C, durante 24 a 48 horas.

Para observar la fermentación de Manitol, adicionar unas gotas del indicador de azul de bromotimol en el lugar donde previamente se ha tomado una colonia.

**c. Análisis microbiológico y bromatológico para balanceado**

**• Recuento de Coliformes y Escherichia Coli**

Preparar el medio de cultivo según las indicaciones específicas, inocular en las cajas petri 2 ml de muestra y añadir 15 ml de medio de cultivo a 45°C y con movimientos circulares mezclar la muestra y dejar solidificar para esparcir otros 4 ml de medio de cultivo (para inhibir el crecimiento de otros m/o).

Incubar en la estufa a 32°C por 24 horas.

Luego identificar los coliformes que serán de un color violeta o rojo oscuro. Posteriormente según el medio de cultivo, realizando el mismo procedimiento identificar la Escherichia Coli.

Preparación del agua de peptona tamponada: Disolver 25 g del agua de peptona en 1 lt de agua y llenar con 90 ml cada frasco toma muestra y con 9 ml cada tubo de ensayo.

Esterilizar en autoclave los frascos y tubos llenos (121°C por 15 minutos a 3.5 kg/cm<sup>2</sup> de presión). Esterilizar el equipo de vidrio a ser utilizado (121°C por 15 minutos a 3.5 kg/cm<sup>2</sup> de presión).

Flamear la tijera para proceder abrir el empaque del producto, de ser necesario.

Tomar una muestra de producto terminado:

Para productos líquidos tomar 1 ml de la muestra y colocarlo en los tubos de ensayo si se desea hacer diluciones de acuerdo al método de dilución y sino, pasar al punto 5.

Para sólidos cortarlo en pequeños cubos, tomados del centro y exterior del mismo.

Tomar 10 g de éstos cubos y colocarlos en 1 frasco con 90 ml de agua peptona.

Si desea hacer diluciones pasar a 4.1 o sino a 5.

Colocar la placa petrifilm en una superficie plana.

Levantar el film superior.

Con una pipeta perpendicular a la placa Petrifilm colocar 1 ml, de muestra en el centro del film inferior.

Bajar el film superior, no dejar que caiga. Deslizarlo hacia abajo con la cara lisa hacia abajo, colocar el aplicador en el film superior sobre el inculo.

Con cuidado ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular. No girar ni deslizar el aplicador.

Levantar el aplicador, esperar a que solidifique el gel.

Incubar las placas Petrifilm cara arriba en pilas de hasta 20 placas a temperatura de 37°C por 24 horas.

Proceder a contar las colonias existentes en las placas basándose en la guía de interpretación de resultados.

Los resultados se expresan en unidades formadoras de colonias por cm<sup>3</sup>.

- **Recuento de Hongos**

Preparar una dilución del balanceado a 1:10 o superior.

Colocar la placa Petrifilm para recuento de Mohos y Levaduras en una superficie plana.

Levantar el film superior.

Con una pipeta perpendicular a la placa Petrifilm colocar 1 ml de muestra en el centro del film inferior.

Dejar caer el film superior con cuidado evitando introducir burbujas de aire.

Sujetando el aplicador por la barrita del soporte, aplicarlo sobre la placa Petrifilm y ejercer una presión uniforme.

No girar ni deslizar el aplicador.

Levantar el aplicador. Esperar un minuto a que solidifique el gel.

**d. Determinación de proteína en %**

Existen 3 etapas, siendo la primera la de digestión donde colocamos 1 ml de muestra en el balón, añadimos 8 gr. de sulfato de sodio, más 25 ml de ácido sulfúrico y 2 ml de dióxido de selenio (25), llevamos a las hornillas macrokjeldahl por 45 minutos. Continuamos con la etapa de destilación donde colocamos 50 ml de ácido bórico en los matraces erlenmeyer y ubicamos en las terminales del equipo. Al balón con la muestra de la etapa anterior añadimos 250 ml de agua destilada mas 80 ml de hidróxido de sodio (50%), añadimos 3 núcleos de ebullición y llevamos a las hornillas para comenzar con esta etapa. Finalmente en la etapa de titulación colocamos 3 gotas de indicador MK, agitamos en el agitador

magnético y titulamos con HCl al 0.1 N, obtenemos el color grisáceo dando por terminada la titulación y aplicamos la fórmula respectiva obteniendo el % de proteína.

**e. Determinación de la Grasa en %**

Colocar en el butirómetro 10 ml de ácido sulfúrico. Con pipeta añadimos 11 ml de muestra en forma lenta y por las paredes. Añadimos con la otra pipeta 1 ml de alcohol isoamílico.

Tapamos el butirómetro y agitamos unos segundos hasta que se mezcle bien el ácido, la muestra y el alcohol.

Finalmente introducir los butirómetros en la centrífuga y hacer girar por unos 5 minutos, luego sacar y realizar la lectura.

**f. Determinación de fibra**

Pesar a 0.1 mg alrededor de 2 g de muestra preparada y transferir en el matraz del aparato de calentamiento a reflujo. Registrar.

Agregar 1.5 a 2.0 g de fibra preparada.

Agregar 200 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.255 N, hirviendo, gotas de antiespumante y perlas de vidrio.

Conectar el aparato de calentamiento a reflujo y hervir exactamente durante 30 minutos, rotando el matraz periódicamente.

Desmontar el equipo y filtrar a través del embudo Buchner tipo California o sus alternativas.

Lavar con 50 a 75 ml de agua hirviendo, repetir el lavado con 3 porciones de 50 ml de agua o hasta que cese la reacción ácida.

Retornar el residuo al aparato de calentamiento a reflujo y hervir exactamente durante 30 minutos, rotando el matraz periódicamente.

Lavar con 25 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,255 N, hirviendo, con 3 porciones de 50 ml de agua hirviendo y con 25 ml de etanol al 95%.

Remover el residuo y transferir al crisol. Secar en estufa a  $130 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 2 horas, enfriar en desecador y pesar incinerar 30 minutos a  $600 \pm 15^{\circ}\text{C}$ , enfriar en desecador y pesar.

**g. Determinación de sólidos totales y cenizas (%)**

En una cápsula previamente preparada añadir 5 ml de muestra y colocar a baño maría durante 30 minutos. Luego llevar a la estufa a 103° C por 3 horas, enfriar y pesar los sólidos totales. Repetir el calentamiento por periodo de 30 minutos enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

Para determinar las cenizas llevamos la cápsula con los ST a la mufla a 530°C por 3 horas, enfriamos y determinar el % de cenizas. Repetir la incineración por periodo de 30 minutos enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

**h. Determinación de la humedad**

Se selecciona una fracción representativa del material a determinar la humedad.

Se ubica la muestra en un recipiente (tara), previamente pesado. El recipiente debe estar limpio y seco.

Se pesa la muestra en el recipiente, luego se llevan a proceso de secado en horno por un tiempo de 24 horas a 110°C aproximadamente.

Al cabo de las 24 horas, se pesa el conjunto de muestra más recipiente, se vuelve a llevar al horno y se verifica, después de 1 hora, si la masa es constante. La muestra no se debe pesar inmediatamente sacada del horno, se debe facilitar un enfriamiento de ella.

Se desecha la muestra y luego se realizan los cálculos.

**i. Determinación de la materia seca**

En la estufa, se coloca la muestra de 250 gramos de materia húmeda, se secan durante 72 horas en estufa con circulación forzada de aire. Finalizado este periodo se pesa nuevamente la muestra y se estima el % MS por diferencia de peso antes y después de la colocación en estufa.



#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. CHECK LIST DE LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA EN TILAPIAS DEL PROYECTO PISCÍCOLA JACALURCO, EN LA PROVINCIA DE PASTAZA**

Para lograr la disminución de riesgos en granjas ya establecidas, es necesaria la aplicación de las buenas prácticas de producción acuícola de tilapia para establecer las bases de higiene y sanidad necesarias para una producción libre de contaminación que permita ofrecer un producto inocuo para el consumo humano. Paralelamente, es necesario el establecimiento de un programa de capacitación sobre las buenas prácticas de acuicultura para todo el personal de la granja, considerando los diferentes niveles de la estructura de la empresa con el fin de que todo el personal labore bajo la misma política, y asuma las responsabilidades que le competen para garantizar una producción inocua de tilapia.

En el caso de las granjas que ya están establecidas y se encuentran en operación, es necesario investigar las actividades que se realizan en los alrededores del sitio de la granja y en las cercanías de la fuente de agua que utilizan.

Es muy importante conocer la existencia de posibles fuentes de contaminación provenientes de actividades Acuícolas, acuícolas, ganaderas o industriales, o por actividades relacionadas con los asentamientos humanos.

La observación realizada, mediante el Check list, en el proyecto Piscícola Jacalurco, se describe en el cuadro 5.

Cuadro 5. CHECK LIST DE LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA EN TILAPIAS DEL PROYECTO PISCÍCOLA JACALURCO, EN LA PROVINCIA DE PASTAZA.

PERMISOS, LICENCIAS, DOCUMENTOS, ETC	RESPONSABLES	INICIALES EVALUADOR	CUMPLIMIENTO			
			C	NC	CP	NA
<b>GENERAL</b>						
Constitución legal de la empresa	Responsable de la unidad de producción	CR	X			
Organigrama	Responsable de la unidad de producción	CR	X			
Designación de responsables de área	Responsable de la unidad de producción	CR	X			
Estudio del área aledaña al sitio de cultivo (identificación de peligros o fuentes de contaminación química y biológica derivadas de otras actividades cercanas)	Responsable de la unidad de producción	CR		X		
<b>DISMINUCION DE RIESGOS EN LA GRANJA EN OPERACIÓN</b>						
Estudio del suelo y agua in situ (agua y suelo libre de contaminación química y biológica)	Responsables de área	CR	X			
Estudio del área aledaña (identificación de fuentes de contaminación química y biológica del agua derivada de otras actividades cercanas)	Responsables de área	CR	X			
<b>CONSIDERACIONES DE HIGIENE Y SALUD DEL PERSONAL</b>						
Reglamento de higiene y control de salud del personal	Responsables de área	CR		X		
Vestimenta de trabajo del personal limpia	Responsables de área	CR	X			
Disponibilidad de equipos de protección	Responsables de área	CR		X		
<b>INSTALACIONES DE PRODUCCION, SANITARIAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS</b>						
Instalaciones limpias y adecuadas al proceso de producción	Responsables de área	CR			X	
Instalaciones sanitarias limpias y equipadas con drenajes separadas	Responsables de área	CR	X			
Áreas de trabajo y almacenes separados para evitar la contaminación cruzada	Responsables de área	CR			X	
Equipo y utensilios limpios y en su caso desinfectados	Responsables de área	CR			X	
Áreas específicas y limpias para almacenar por separado alimento, sustancias químicas, equipo y utensilios	Responsables de área	CR			X	
<b>SISTEMA DE CONTROL DE PLAGAS</b>						
Programa y procedimientos de control de plagas	Responsables de área	CR			X	
<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>						
Suministro de agua potable	Responsables de área	CR		X		
Verificar que la calidad del agua empleada, se ajuste a la normalidad correspondiente	Responsable de área	CR	X			
<b>MANEJO DE DESECHOS</b>						
Programa de manejo de desechos para la eliminación apropiada de desechos orgánico e inorgánicos	Responsables de área	CR		X		
<b>PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCION</b>						
Programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y utensilios	Responsables de área	CR	X			
Manual de procedimientos de limpieza de instalaciones, equipos y	Responsables de área	CR		X		

utensilios					
<b>CRITERIO DE SANIDAD ACUICOLA</b>					
Política de bioseguridad	Responsable de la unidad de producción y Responsables de área	CR		X	
Depósitos y establecimientos de bioseguridad	Responsable de la unidad de producción y Responsables de área	CR		X	
Programa de vigilancia, seguimiento y control de enfermedades de la tilapia	Responsables de área	CR	X		
Instalaciones para áreas de cuarentena en su caso	Responsables de área	CR	X		
Ausencia de animales domésticos en la granja	Responsables de área	CR		X	
<b>MANEJO DEL AGUA</b>					
Evaluación de fuentes potenciales de contaminación (identificación de peligros químicos y biológicos)	Responsables de área	CR			X
Programa de muestreos para el análisis de los peligros identificados (incluye la identificación de los puntos de muestreo)	Responsables de área	CR		X	
Registros de los parámetros físico-químicos del agua de cultivo	Responsables de área	CR	X		
<b>MANEJO DEL ALIMENTO</b>					
Compra de alimentos de lotes garantizados	Responsable de la unidad de producción y Responsables de área	CR	X		
Registros de recepción, almacenamiento y control de uso del alimento	Responsables de área	CR		X	
Control de alimentos medicados	Responsables de área	CR			X
<b>MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICAS Y FARMACOS</b>					
Formatos de uso y control de químicos	Responsables de área	CR		X	
Formatos de uso y control de medicamentos veterinarios de uso acuícola	Responsables de área	CR		X	
Diagnóstico de enfermedades para la aplicación de químicos y fármacos	Responsables de área	CR	X		
<b>CONSIDERACIONES DURANTE LA COSECHA</b>					
Áreas de cosecha, equipo y utensilios limpios y en su caso desinfectados	Responsables de área	CR			X
Control de higiene del personal en el área de cosecha	Responsables de área	CR			X
Procedimientos de higiene del personal ante y durante la cosecha	Responsables de área	CR			X
Procedimientos de higiene del equipo y utensilios antes, durante y después de la cosecha	Responsables de área	CR			X
Aplicación de medidas para evitar la contaminación cruzada del producto	Responsables de área	CR			X
<b>CAPACITACION</b>					
Programa de capacitación en BPPATi a todos los niveles	Responsable de la unidad de producción y Responsables de área	CR		X	

Fuente: Rodríguez, C. (2010).

## B. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA, ANTES Y DESPUÉS DE BPPATI

### 1. Temperatura

La temperatura del agua que se utiliza en la piscifactoría de Tilapia del proyecto acuícola de Jacalurco en la provincia de Pastaza fue de 23.65 y 23.93 ° C antes y después de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas, entre las cuales no se registró diferencias estadísticas, además se puede manifestar que se registró un coeficiente de variación de 1.03 %, valor que permite manifestar que el agua de este sector el agua tiene una pequeña variación debido a la presencia de lluvias y corrientes de viento, sin embargo se puede manifestar que el tipo de agua que se dispone en el sector corresponde a agua templada diferente a las aguas que están en corriente continua, no sucede esto con el agua de las piscinas puesto que estas al estar parte del tiempo estancadas estas se tiende a calentar, factor que es un indicador, para los otros parámetros, como el pH, amonio, OD, entre otros, que incide directamente en la calidad de agua, valores físico-químicos, que reporta el cuadro 6.

Cuadro 6. RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL ANALISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA, ANTES Y DESPUÉS DE BPPATI.

Variables	Nº	Etapas		T cal	Sign	CV %	Medida aceptable
		Antes	Después				
Temperatura °C	10,00	23,65	23,93	1,23	ns	1,03	22-36
pH	10,00	6,28	6,31	1,09	ns	0,75	6.5-9
Dureza mg/l	10,00	39,50	31,60	9,87	**	21,22	100-110
Oxígeno disuelto mg/l	10,00	1,92	2,62	36,36	**	28,34	1.2 a+3
Sólidos en suspensión mg/l	10,00	149,10	116,80	6,45	**	22,97	25-100
Presencia de Materia orgánica mg/l	10,00	78,90	72,00	5,20	**	9,32	-----
Hierro mg/l	10,00	1,10	0,48	8,29	**	59,73	0.1- 0.5
Amonio % masa	10,00	0,22	0,10	11,47	**	56,98	110% 0.03 -0.10mg/l
Fósforo mg/l	10,00	1,08	0,29	106,10	**	77,22	0.06-1.5

CV: Coeficiente de variación.

Ns: No significativo (P > 0.05).

\*\* : Diferencias altamente significativo.

T cal: T de student calculado.

T (0.05): 2.31.

T (0.01): 3.36.

Fuente: Rodríguez, C. (2010).

## **2. pH**

El pH del agua que se dispone en la piscicultura Jacalurco, antes y después de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas fue de 6.28 a 6.31, valores entre las cuales no se registran diferencias estadísticas, en el cuadro 6, lo que permite manifestar que corresponde a un tipo de aguas que tiende acidificarse, esto quizá se deba al tipo de suelos que se dispone en este lugar, además al estar sujeta a la aplicación de materia orgánica (alimento de la tilapia), esta materia orgánica se acidifica con facilidad por sus componentes bromatológicos.

## **3. Dureza mg/l**

La dureza del agua de la piscifactoría Jacalurco antes de la aplicación de las Buenas Prácticas de Acuícolas fue de 39.50 mg/l, valor que se redujo significativamente ( $P < 0.01$ ), a 31.60 mg/l, en el cuadro 6, esto se debe a que las sales minerales que se incluye en el balanceado, se incorporada en el agua por desperdicio de alimento, además de los desechos del metabolismos de los peces en el sistema digestivo de la tilapia; esta particularidad ocurre normalmente en las piscifactorías, pero al aplicar las Buenas Prácticas Acuícolas el agua se renovaba constantemente (circulación de agua), permitiendo una buena oxigenación y eliminación de las aguas duras y consecuentemente los minerales pesados que producen la dureza del agua.

Según Vinatea, J. y Vega, A. (1993), la dureza del agua debe estar dentro de 100 a 110 ppm, por otra parte Lozano, D. y López, F. (2001), indican que en los niveles permitidos de contaminación en el agua es de hasta 150mg/l.

## **4. Oxígeno disuelto mg/l**

La mayor cantidad de oxígeno disuelto en el agua de la piscifactoría de tilapia se identificó después de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas cuyo valor fue de 2.62 mg/l, el cual difiere significativamente puesto que antes de aplicar estas prácticas se identificó un valor de 1.92mg/l, de acuerdo con el cuadro 6,

esto quizá se deba la descomposición de materia orgánica, alimento no consumido, heces secretadas por lo peces, aumento de la tasa metabólica por incremento de la temperatura ambiental, respiración del plancton, desgasificación; salida del oxígeno del agua hacia la atmósfera, nubosidad; en días opacos no existe fotosíntesis y la productividad primaria no produce suficiente oxígeno para los peces.

## **5. Sólidos en suspensión mg/l**

La presencia de sólidos en suspensión antes de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas fue de 149.10 mg/l, valor que se redujo significativamente después de la aplicación de estas prácticas a 116.80mg/l, que consta en el Cuadro 6, estos sólidos en suspensión presentes en el agua de la piscifactoría de tilapia se debe a la incorporación de alimento para los peces, los mismos que no consumen en su totalidad, quedando residuos en el agua, como residuos en suspensión. Según [http://química .utn.edu.mx/contenido/temas/%206/tema6.htm](http://química.utn.edu.mx/contenido/temas/%206/tema6.htm) (2009).

Lozano, D. y López, F. (2001), especifican que los sólidos en suspensión aumentan la turbidez en el agua, disminuyendo el oxígeno disuelto en la misma, los sólidos se deben controlar con sistemas de desarenadores y filtros.

De acuerdo con la concentración de sólidos, se clasifica a los estanques de la siguiente manera:

- Estanques limpios: sólidos menores a 25mg/l.
- Estanques intermedios: sólidos entre 25mg/l a 100mg/l.
- Estanques lodosos: sólidos mayores es a 100mg/l.

## **6. Presencia de materia orgánica mg/l**

La utilización de alimento balanceado en la tilapia, hace que se disponga de materia orgánica en el agua de las piscifactoría, pudiendo determinarse que antes de la aplicación de las Buenas prácticas acuícolas se encontraron 78.90 mg/l,

valor que reduce significativamente ( $P < 0.01$ ), de la cantidad de materia orgánica encontrada en las aguas luego de la aplicación de estas prácticas, como lo indica el cuadro 6.

Es necesario manifestar que la presencia de materia orgánica es necesaria en una piscifactoría, puesto que ello sirve como alimento del fitoplancton, el cual es alimento del zooplancton el cual se consumen los peces. Siendo necesario la materia orgánica en el agua de las piscifactorías en cantidades adecuadas, evitando la eutroficación (exceso de algas), que producen problemas micóticos en la piel de las tilapias y disminución del OD, mientras que su déficit, causaría desnutrición.

#### **7. Hierro mg/l**

La presencia de hierro en el agua de la piscifactoría Jacalurco antes de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas fueron de 1.10 mg/l, valor que reduce significativamente ( $P < 0.01$ ), luego de la aplicación de las BPPATI, puesto que registró 0.48 mg/l, reportado en el cuadro 6, esto quizá se deba a que la utilización de mayor frecuencia de circulación de agua que permite la evacuación del hierro que se dispone en los suelos, por mantener los desfuegos de agua funcionales. Lozano, D. y López, F. (2001), manifiestan que en cuanto a los niveles permitidos de contaminación en el agua del Hierro es de 1.0 mg/l, pero también indican que el rango óptimo para el cultivo de especies hidrobiológicas, la concentración de Hierro debe ser 0.1mg/l/0.50;0.2.

La mayoría de envenenamientos por minerales ocurridos en piscifactorías en este caso como el Hierro, es difícil determinar límites de seguridad para estos contaminantes, ya que dependen de su concentración, del tiempo de exposición, de la edad de los peces, de la temperatura, del pH, de cantidad de oxígeno disuelto.

#### **8. Amonio % masa**

La presencia de amonio en las aguas de la piscifactoría Jacalurco en la provincia de Pastaza antes de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas fue de 0.22 % de masa, valor que reduce significativamente ( $P < 0.01$ ), luego de la aplicación de las BPPATi, alcanzaron un valor de 0.10 %, como puntualiza el Cuadro 6, esto puede obedecer a que, a mayor circulación de agua, se elimina materia orgánica y con ello en Nitrógeno influyendo en la menor disponibilidad de amonio en el agua y a la acción nitrificante de las bacterias, por alcanzar el equilibrio físico químico.

El límite máximo admisible del nitrógeno amoniacal es de 30mg/100gr, según reporta, Normas Oficiales Mexicanas (1995). Por otra parte Lozano, D. y López, F. (2001), recopilan que el % máximo de saturación del nitrógeno es de 110% y en cuanto a vestigios el amoniaco debe ser de 0.10mg N/l.

#### **9. Fósforo mg/l**

La presencia de fosfatos en la piscifactoría Jacalurco antes de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas, se registra en el Cuadro 6 un valor de 1.08mg/l, valor que reduce significativamente ( $P < 0.01$ ), luego de la aplicación de estas prácticas alcanzaron un valor de 0.29mg/l, esto permite a que las tilapias dispongan oxígeno, como indican Lozano, D. y López, F. (2001), que los fosfatos son el resultado de la actividad biológica de los peces y de la alimentación con concentrado (generalmente por sobrealimentación). Su valor debe fluctuar entre 0.06mg/l y 1.5mg/l, como Fosfato ( $PO_4$ ), su toxicidad aumenta con pH ácido. Los valores registrados antes y después de la aplicación de las BPPATi, se marcaron por debajo de los límites permitidos.

### **C. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA CARNE DE TILAPIA, ANTES Y DESPUÉS DE BPPATI**

#### **4. Staphylococcus UFC/g**

Al realizar el respectivo análisis microbiológico de la tilapia se pudo encontrar ausencia de staphylococcus antes y después de la aplicación de las Prácticas de



Acuícolas, esto se debe a que los técnicos encargados del área de conservación de la tilapia toman las medidas adecuadas para evitar la presencia de este tipo de microorganismos en los alimentos, como indica el cuadro 7.

Cuadro 7. RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA TILAPIA ANTES Y DESPUÉS DE BPPATI.

Variables	Nº	Etapas		T cal	Sign	CV %
		Antes	Después			
Características bromatológicas de la tilapia						
Staphylococcus	10,00	0,00	0,00	0,00	ns	0,00
Salmonella sp	10,00	0,00	0,00	0,00	ns	0,00
Aerobios mesófilos Gram (+) y gram (-)	10,00	14593,00	386,00	2,25	ns	107,56

CV: Coeficiente de variación.

Ns: No significativo (P > 0.05).

\*\* : Diferencias altamente significativo.

T cal: T de student calculado.

T (0.05): 2.31.

T (0.01): 3.36.

Fuente: Rodríguez, C. (2010).

## 5. Salmonella sp

Al igual que la presencia de los microorganismos aeróbios mesófilos, la presencia de salmonella en la tilapia fue ausente, como demuestra el cuadro 7, esto se debe a las Buenas Prácticas Acuícolas de cosecha que toman en consideración para la obtención de un producto sano.

Desde el punto de vista microbiológico, se cumple con las normas del mercado internacional que exige estándares de control por ejemplo ausencia de salmonellas, menos de número de Coliformes totales y Echerichia Coli. Los elementos para el envase son esterilizados. Se mantiene un sistema de registros escritos que involucra, procedimientos, normas de trabajo y puntos de control.

## 6. Aerobios mesófilos Gram (+) y gram (-)

La presencia de Aeróbios mesófilos Gram (+) y Gram (-) en la carne de tilapia se presento antes de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas un una cantidad de 14593.00 UFC/g, que reporta el cuadro 7, a pesar de no registrar

diferencias estadísticas, se redujo sanitariamente a 386 UFC/g, esto se deba a que viven en el ambiente no se puede eliminar estos microorganismos.

#### D. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y BROMATOLÓGICO DEL BALANCEADO PARA LAS TILAPIAS

De acuerdo con los análisis realizados en el alimento balanceado antes y después de Aplicar la Buenas Prácticas de Producción Acuícola, en Tilapias (BPPATI), se recopila a continuación en el cuadro 8.

Cuadro 8. RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y BROMATOLÓGICO DEL BALANCEADO DE LA TILAPIA ANTES Y DESPUÉS DE BPPATI.

Variables	Nº	Etapas		T cal	Sign	CV %
		Antes	Después			
Coliformes totales UFC/g	10,00	85,00	0,00	0,66	ns	154,52
Echerichia coli UFC/g	10,00	0,00	0,00	0,00	ns	0,00
Hongos UPC/g	10,00	9050,00	400,00	14,42	**	100,87
Proteína (%)	10,00	32,29	32,25	0,20	ns	0,94
Grasa (%)	10,00	1,50	1,34	3,58	**	16,11
Fibra (%)	10,00	5,69	5,64	0,16	ns	6,86
Cenizas (%)	10,00	8,17	8,15	0,18	ns	1,39
Humedad (%)	10,00	9,55	9,59	0,10	ns	4,33
Materia seca (%)	10,00	90,45	90,41	0,10	ns	0,46

CV: Coeficiente de variación.

Ns: No significativo ( $P > 0.05$ ).

\*\* : Diferencias altamente significativo.

T cal: T de estudent calculado.

T (0.05): 2.31.

T (0.01): 3.36.

Fuente: Rodríguez, C. (2010).

### 3. Análisis Microbiológico

#### a. Coliformes totales UFC/g

El balanceado que se utilizaba en la alimentación de la tilapia antes de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas se presentó un valor de 85 UFC/g de coliformes totales, como detalla el cuadro 8, valor que se redujo en su totalidad aunque no se registra diferencias estadísticas, se puede notar que se controló en su totalidad, esto se debe a que antes de la aplicación de estas

Prácticas, se encontraba vectores de contaminación (otras especies domésticas y silvestres), los cuales causan contaminación del alimento de la tilapia.

#### **b. Escherichia coli UFC/g**

En la presente investigación, al realizar los respectivos análisis de microorganismos en el alimento balanceado de la tilapia, no se diagnóstico microorganismos como la Escherichia coli, esto posiblemente se deba a la calidad del balanceado, de acuerdo al cuadro 8.

#### **c. Hongos UFC/g**

La presencia de hongos en el alimento balanceado fue de 9050UFC/g, valor que redujo significativamente ( $P < 0.01$ ), a 400 UFC/g, esto quizá se deba a que se mejoró el sistema de almacenamiento del balanceado, además de tomar en consideración las recomendaciones del alimento como el periodo de caducidad de este producto alimenticio, además del cambio de casa comercial, como reporta el cuadro 8.

### **4. Análisis Bromatológico**

#### **a. Proteína (%)**

El balanceado que se utilizaba en la alimentación de la tilapia en la piscifactoría Jacalurco antes de la aplicación de las Buenas Práctica Acuícolas registró 32.29% de proteína, valor que no difiere estadísticamente, después que es de 32.25%, como indica cuadro 8, a pesar de que se cambio de casa comercial; esto se debe a que los técnicos de la formulación de balanceados de las diferentes casas comerciales, elaboran estos productos en base a los requerimientos alimenticios de los peces.

#### **b. Grasa %)**

Al utilizar el balanceado, antes de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas, este poseía 1.50 % de grasa, valor que se redujo significativamente a 1.34 %, como demuestra cuadro 8, al utilizar el balanceado después de aplicar las BPPATi, esta diferencia quizá se deba a que esta segunda casa comercial, consideran que el alimento de la tilapia debe poseer menor cantidad de grasa, para evitar problemas de enranciamiento del balanceado, el mismo que facilita al crecimiento de hongos, factor que se puede corroborar en el literal de hongos en el balanceado,

#### **c. Fibra (%)**

La cantidad de fibra que se registró en el balanceado antes que se utilizaba antes de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas, fue de 5.69 %, a pesar de no existir diferencias estadísticas, luego de la aplicación de estas prácticas el balanceado de la tilapia registró 5.64% de fibra, esto se debe a que se utilizó balanceado de otra casa comercial, la proporción de fibra se encuentra dentro de los parámetros, esto se debe a que estas especies requieren hasta el 8% de fibra según indica <http://www.monografias.com/trabajos60/dieta-suplementaria-tilapia-roja/dieta>. (2010).

#### **d. Cenizas (%)**

La cantidad de cenizas que se determinó en el balanceado de tilapia antes de la aplicación de las Buenas Prácticas Acuícolas el balanceado que se utilizaba antes en la Piscifactoría Jacalurco fue de 8.17%, valor que no difiere significativamente al contrastar con los resultados de los análisis luego de aplicar las Prácticas, de 8.15%, de acuerdo con el cuadro 8, esta característica de las cenizas del balanceado se debe a los técnicos de la casa comercial quienes realizan el balanceado acorde a los requerimientos nutricionales de la tilapia.

#### **e. Humedad (%)**

La humedad del alimento balanceado de tilapia en la piscifactoría Jacalurco de la provincia de Pastaza antes de la aplicación de las Buenas Prácticas fue de 9.55%

al utilizar el balanceado antes, valor que no varió significativamente del balanceado después, el cual arrojó un valor de 9.59%, lo que indica el cuadro 8, esto es por lo que casas comerciales formulan el balanceado con una humedad promedio, para el tiempo que dure la vida de anaquel.

**f. Materia seca (%)**

El balanceado que se suministró antes y después de las Buenas Prácticas Acuícolas registraron 90.45 y 90.41%, como revela el cuadro 8, valor entre las cuales no difieren significativamente, esto se debe a que este balanceado se realiza en función de los requerimientos nutricionales de los animales.

**E. PRODUCCION DE ALEVINES**

La producción de Alevines antes de la aplicación de la Buenas Prácticas Acuícolas en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio fue de 15080, 13400, 17500, 2500, 19200, 16100 y 23100 alevines respectivamente, los cuales al aplicar las respectivas prácticas esta producción se mejoró considerablemente, puesto que se alcanzó en el mes de julio, agosto y septiembre producciones de 62450, 65450 y 36920 alevines, de esta manera se puede manifestar que el correcto manejo de las piscifactorías, permiten tener rendimientos productivos en las empresas, manifestándose que la producción en el mes de septiembre redujo la producción debido a factores ambientales.

Sin embargo fue superior a la producción de los meses antes de la aplicación de las BPPATi, tal como se representa a continuación en el grafico 1.

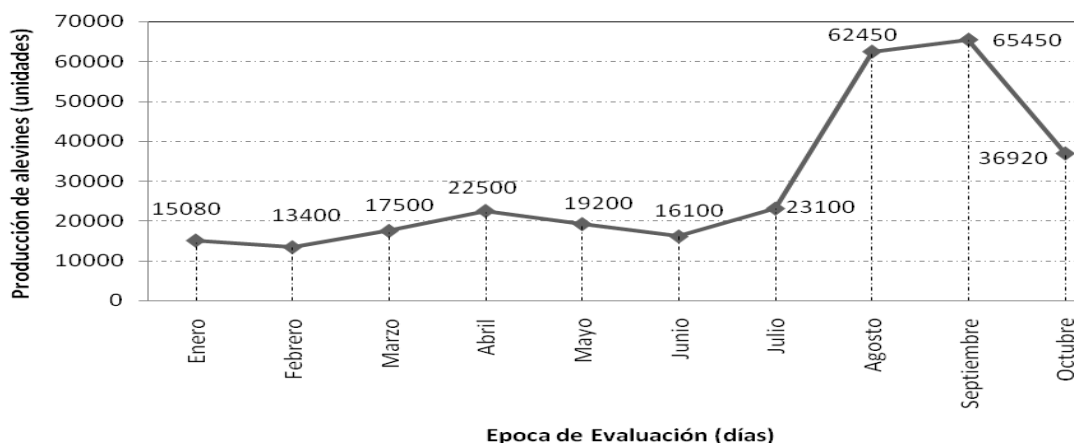


Gráfico 1. Producción de alevines en la Piscifactoría Jacalurco de la provincia de Pastaza.

## V. CONCLUSIONES

- Se capacitó a técnicos, trabajadores y beneficiarios, del Proyecto Piscícola Jacalurco de la provincia de Pastaza, lo cual favoreció al conocimiento y entrenamiento de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola en Tilapia.
- Mediante el plan de muestreo y análisis utilizado en la piscifactoría se estableció un descenso significativo en: la dureza del agua de 39.50 mg/l a 31.60 mg/l, los sólidos en suspensión bajaron de 149.10 mg/ a 116.80 mg/l, la materia orgánica de 78.90 mg/l a 72 mg/l, el hierro de 1.10 mg/l a 0.48 mg/l, el amonio de 0.22 % de masa a 0.10 % de masa y el fósforo, antes de la aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola se diagnosticaron 1.08 mg/l, a 0.29 mg/l, por otro lado la presencia de oxígeno disuelto se incrementó de 1.92 mg/l a 2.62 mg/l, mejorando significativamente.
- En la tilapia, únicamente se diagnosticó la presencia de aerobios mesófilos puesto que estos son microorganismos que se encuentran en el ambiente.
- La presencia de hongos en el alimento para tilapias, antes de la aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola se encontró una carga de 9050.00 UFC/g, cuyos valores descendieron significativamente a 400 UFC/g, luego de su desarrollo e implementación.

- Mediante el Check list aplicado en la piscifactoría Jacalurco ubicada en la provincia de Pastaza, se diagnosticó inicialmente una baja producción de alevines, debido a la falta de Buenas Prácticas de Producción Acuícola como; reciclaje permanente de las aguas, presencia de animales domésticos y salvajes, sobre alimentación, aguas con un alto contenido de sólidos en suspensión (turbias), entre otras; donde los parámetros, tanto físico-químicos, microbiológicos y bromatológicos que fueron controlados adecuadamente, lo que incidió en el incremento de la producción de alevines.
- La producción de alevines con la aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícolas fue mejorando desde julio a octubre con 187920 unidades, en contraste con la producción antes de aplicar las BPPATi, de marzo a junio que tubo una producción de 75300 alevines, lo que evidencia un incremento neto del 140% de producción por efecto de las BPPATi implementadas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Utilizar frecuentemente el Check list, como herramienta de evaluación cada semestre, el mismo que nos permite plantear metas y determinar la factibilidad productiva y económica.
- Mantener y supervisar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola, porque garantizan; aguas menos pesadas, poca presencia de sólidos en suspensión y metales pesados. Además permiten controlar otros factores como el pH, la temperatura, amonio, entre otros que hacen disminuir el OD, en perjuicio de la producción.
- Abastecer de alimento balanceado cada semana para evitar la presencia de hongos los cuales producen micotoxinas y aflatoxinas, que causan pérdidas económicas en la producción de tilapia, por lo que se debe controlar la humedad durante el almacenaje y suministro de alimento.
- Realizar permanentes investigaciones en el área de Inocuidad y Seguridad Alimentaria, ya que al garantizar una producción alimenticia inocua, esta trazabilidad permite la preferencia arancelaria de exportación de la tilapia, y mitigar los problemas económicos y sociales de la región amazónica.



## VII. LITERATURA CITADA

1. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, 2008. Estación Meteorológica, Puyo, Pastaza.
2. <http://fao.org/documents/show>. 2004.
3. [http://www.enfoqueacuicola.com/manual\\_buenas\\_practicas\\_tilapia.pdf](http://www.enfoqueacuicola.com/manual_buenas_practicas_tilapia.pdf). 2008.
4. <http://www.lenntech.es/ph-y-alcinidad.htm#ixzz0eInlqKGZ>. 2009.
5. <http://www.monografias.com/trabajos60/dieta-suplementaria-tilapia-roja/dieta>. 2010.
6. <http://www.panalimentos.org/haccp2/FAQS.html>. 2008.
7. <http://www.química.utn.edu.mx/contenido/temas/%206/tema6.htm>. 2009.
8. [http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet\\_articulo/0,1409,SCID%D11546%2526ISID%253D464.0.html](http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%D11546%2526ISID%253D464.0.html). 2008.
9. HUET, M 1998. Tratado de piscicultura, 3a ed, Madrid, España, Edit. Mundi-Prensa pp 309, 310.
10. JIMÉNEZ V, 2000. Consejo Nacional de Producción. Folleto sobre Buenas Prácticas de Manufactura, Costa Rica. p5.
11. LOPEZ, J, 2001. Control Sanitario, 1a ed, Riobamba, Ecuador. p26.
12. LOZANO, D. Y LOPEZ, F, 2001. Manual de piscicultura para la región amazónica, Quito, Ecuador. Edit. Mossaico pp 147, 148, 149, 152.
13. RIEHL R, Y BAENSCH H, 1996. Atlas del acuario, 2a ed, Melle, Alemania, Edit. Mergus, p 778.

14. MEXICO, NORMAS OFICIALES MEXICANAS, 1995, N° 027-SSA1, México, México.

15. VÉLEZ A, . 2003. Las Buenas Prácticas y la Inocuidad Alimentaria. Programa de Calidad de los Servicios Rurales, México. p12.

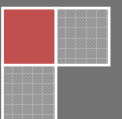
**ANEXOS**

2010

# MANUAL DE BUENAS PRACTICAS DE PRODUCCION ACUICOLA EN TILAPIAS



CECILIA RODRIGUEZ  
ESPOCH-FCP  
25/02/2010



# INTRODUCCION

La industria agroalimentaria está globalizándose en implementar Normas de Higiene y Sanidad, ya que las enfermedades zoonóticas y las enfermedades de transmisión por alimentos, han cobrado muchas víctimas, y han generado pérdidas económicas a los productores y a las empresas, por no tener en cuenta los peligros físicos, químicos y microbiológicos en los procesos agroalimentarios, en particular, en nuestro país se cumplen a breves rasgos las normativas vigentes y estas no especifican como prevenir los riesgos para la salud de los consumidores, en cada proceso, actualmente en el Gobierno Provincial de Pastaza; se encuentra al ejecutando la construcción e implementación de estanques piscícolas, pero sin un tener previamente desarrollado un Manual de Buenas Prácticas Acuícolas, que son políticas de inocuidad que aseguran la calidad e inocuidad del producto; por cuanto los acuerdos sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias, así como los Obstáculos Técnicos al Comercio que exige la Organización Mundial de Comercio para que un país pueda exportar a otro un determinado tipo de producto alimenticio.

El aseguramiento de la calidad e inocuidad de los alimentos en general y de los productos piscícolas requieren de un profundo análisis de riesgo, es una variable de gran importancia que tiene que ser fortalecida, ya que es un elemento fundamental para la toma de decisiones sobre la base de fundamentos científicos sólidos.

Mediante la aplicación de un diagnóstico de la situación actual de la producción de tilapias, verificando la calidad del agua, del alimento para las tilapias y del producto final destinado para autoconsumo y comercialización.

# DESCRIPCION DEL MANUAL

## **Normas ecuatorianas e internacionales de control sanitario para aplicar a la producción de tilapia**

### **Normas nacionales**

El Ministerio de Salud Pública maneja el Sistema de Alimentos, para garantizar la inocuidad de los alimentos para la protección a los consumidores y a la salud pública. Para cumplir con esa misión el Estado ha emitido la legislación sanitaria de alimentos constituida por las disposiciones de la Constitución Política de la República, Código de la Salud, Reglamento de Alimentos, reglamento de buenas prácticas de manufactura de alimentos procesados, reglamento de tasas por control sanitarios y permisos de funcionamiento, reglamento de registro y control sanitario.

Agrocalidad, es la agencia ecuatoriana que certifica, las BPA, BPM, HACCP, entre otros, para importar y exportar productos alimenticios destinados para el consumo animal.

### **Objetivo**

Evitar que la alimentación sea un riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos ETAS, mediante la ejecución del Sistema de Inspección, Registro y Certificación Oficial, confiables. Uso de instrumentos técnicos diseñados con todos los parámetros sujetos de inspección, en aplicación de la legislación sanitaria de alimentos basada en la ciencia y la técnica, para el registro, certificación y control.

Donde se mencionan las siguientes normas:

### **Código de la Salud**

### **Ley Orgánica de Salud**

**Tasas de control sanitario y permisos de funcionamiento** por Control Sanitario y Permisos de Funcionamiento Art. 3, Art. 4 literal b y Art.10.

**Marco Jurídico de Alimentos. Reglamento de Alimentos. Reglamento de buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados. Solicitud de registro de establecimiento de alimentos.**

Para que el establecimiento de alimentos pueda ser inspeccionado para el permiso de funcionamiento debe ingresar la solicitud completamente llena, suscrita y adjuntada la documentación requerida con lo cual inicia el trámite de permiso de funcionamiento.

### **Formulario de inspección de establecimientos de alimentos**

Para verificar el cumplimiento del Reglamento de Alimentos, el formulario recoge todos los parámetros sujetos de control, llenos y suscritos sirve de respaldo técnico para la aprobación del permiso de funcionamiento.

### **Formulario de Buenas Prácticas de Manufactura de alimentos**

El formulario de BPM o GMP en Inglés, contiene los Parámetros de verificación del cumplimiento del Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura de alimentos procesados, utilizada como la

herramienta básica del autocontrol, requisito para el certificado de operación o certificado técnico de funcionamiento.

#### **Formato de Prerequisitos de materia prima**

En la producción de alimentos para el consumo humano la materia prima es muy importante por eso se requiere establecer las especificaciones de recepción.

#### **Formulario toma de muestras controles**

En los controles del producto se requiere tomar muestras para los análisis de laboratorio.

#### **Formulario de Control de Información de Etiquetas y Comercialización**

Los parámetros de control establecidos en las disposiciones del reglamento de alimentos, la Ley Orgánica de Defensa de los Consumidores y las Normas INEN de etiquetado, deben ser verificados empezando desde el establecimiento de producción, comercialización, transporte hasta la distribución al consumidor y los importados desde las aduanas.

## Normas Internacionales

Organización	Documento	Contenido
Comisión de las Comunidades Europeas, Consejo de la Unión Europea	Reglamento n° 852/2004 higiene de los productos alimenticios Reglamento n° 853/2004 normas específicas de higiene aplicables a los productos alimenticios de origen animal Reglamento n° 854/2004. normas específicas de organización de los controles oficiales referentes a productos de origen animal destinados al consumo humano	Legislación relativa a higiene alimentaria, policía sanitaria vinculada a la comercialización y a controles oficiales a los productos de origen animal. Los protagonistas que componen la cadena alimentaria serán responsables de la seguridad alimentaria y de la aplicabilidad a todos los productos alimenticios y a todos los operadores de una política única en cuanto a higiene e instrumentos eficaces para garantizar la seguridad alimentaria y administrar cualquier crisis en el sector.
	Directiva 96/23/CE del Consejo, de 29 de abril de 1996, relativa a las medidas de control aplicables respecto de determinadas sustancias y sus residuos en los animales vivos y sus productos	Medidas de control aplicables respecto a determinadas sustancias y sus residuos en los animales vivos y sus productos.
	Directiva 93/43/CEE del Consejo, de 14 de junio de 1993, relativa a la higiene de los productos alimenticios	Documento relacionado a todos los aspectos de la higiene de los alimentos.
	Directiva 93/54/CEE del Consejo de 24 de junio de 1993 por la que se modifica la Directiva 91/67/CEE relativa a las condiciones de policía sanitaria aplicables a la puesta en el mercado de animales y de productos de la acuicultura	Documento relacionado con el control de la salud para la producción y puesta en el mercado de productos de la acuicultura.
	Reglamento (CE) n° 178/2002, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la inocuidad alimentaria.	Documento que establece los principios y requisitos generales de la legislación alimentaria y la trazabilidad de los productos.
Organización Mundial de la Salud	Control of Foodborne Trematode Infections (WHO, 1995)	Informe que señala los problemas de salud pública que crean las trematodiasis de transmisión alimentaria. Estas infecciones se adquieren por haber ingerido pescado de agua dulce, mariscos y plantas acuáticas crudos o insuficientemente elaborados.
	Food Safety Issues Associated with Products from Aquaculture (WHO, 1999)	Se mencionan los problemas ocasionados por el consumo de alimentos crudos o cocinados inadecuadamente y las estrategias para introducir cambios en hábitos de consumo



## BUENAS PRÁCTICAS

Las Buenas Prácticas de Producción Acuícola para la Inocuidad Alimentaria son los procedimientos que tienen como objetivo asegurar un producto aceptable al público y a los consumidores en términos de inocuidad y calidad. En general los códigos de buenas prácticas deben ser guías flexibles para usarlos en sistemas específicos para una producción responsable y su uso debe de ser guiado por el sentido común.

Las buenas prácticas en el cultivo de tilapia están dirigidas a asegurar la producción sostenida e inocuidad alimentaria del producto reduciendo el impacto al medio ambiente, logrando con ello la sustentabilidad de la actividad.

Para elaborar el presente manual, se consideraron diversos aspectos teóricos y prácticos en la producción acuícola para reducir los riesgos de contaminación en la tilapia cultivada. Así mismo, también se consideraron diversos aspectos relacionados con la implementación de las BPPATi en las granjas, los cuales involucran a los diversos sectores que participan en la actividad, como por ejemplo:

- El conocimiento y sensibilización por parte de las personas y organizaciones que participan en la producción de tilapia, sobre los problemas potenciales de contaminación de los productos derivados de la acuicultura.
- El efecto positivo o negativo, de otras actividades humanas sobre la inocuidad para el consumo de los productos acuícolas.
- El conocimiento de los aspectos legales relacionados con la aplicación de los sistemas de reducción de riesgos de contaminación en los alimentos para que en su caso, se propongan modificaciones a los mismos a través de las instituciones competentes.
- Los procedimientos para la implementación de las BPPATi y la creación de grupos que las promuevan.
- Los procedimientos de verificación (interna y externa) y cumplimiento de las BPPATi.

El manejo adecuado de los peces durante el proceso productivo, por ejemplo evitar el uso de densidades altas de peces que causan estrés, y la incorporación de medidas sanitarias preventivas ayudan a disminuir las probabilidades de aparición de enfermedades infecciosas y el uso de fármacos y otros compuestos químicos.

El uso de alimentos balanceados que cumplan los requerimientos nutricionales de los peces y de las normas que rigen la calidad sanitaria de los mismos.

Se debe tener un control estricto sobre el manejo del alimento y la alimentación de los peces en la granja.

Procedimientos de producción adecuados durante el ciclo de cultivo que eviten la contaminación de los peces. Por ejemplo, la utilización de cualquier sustancia química en la granja debe realizarse de forma responsable y por personal capacitado.

El uso de huevos o alevines producidos en criadero, que estén libres de cualquier contaminación biológica o química y con calidad certificada.

Todo el personal que labora en la granja debe tener un entrenamiento o capacitación que le permita entender la importancia de una adecuada aplicación de las BPPATi.

## DESCRIPCION DEL PRODUCTO

### Biología de la Especie.

- \* Rango de pesos adultos: 1 000 a 3 000 gramos.
- \* Edad de madurez sexual: Machos (4 a 6 meses), hembras (3 a 5 meses).
- \* Número de desoves: 5 a 8 veces/ año.
- \* Número de huevos/ hembra/ desove: bajo buenas condiciones mayor de 100 huevos hasta un promedio de 1 500 dependiendo de la hembra.
- \* Vida útil de los reproductores: 2 a 3 años.
- \* Tipo de incubación: bucal.
- \* Tiempo de incubación: 3 a 6 días.
- \* Proporción de siembra de reproductores: 1.5 a 2 machos por cada 3 hembras.
- \* Tiempo de cultivo: bajo buenas condiciones de 7 a 8 meses, cuando se alcanza un peso comercial de 300 gramos (depende de la temperatura del agua, variación de temperatura día vs. noche, densidad de siembra y técnica de manejo).



### Condiciones y Parámetros de Cultivo.

Hábitat	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Aguas cálidas (25 a 34°C)	Cichlidae	<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia plateada
Aguas lénticas		<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia plateada
		<i>Oreochromis sp.</i>	Tilapia roja



Son especies aptas para el cultivo en zonas tropicales y subtropicales. Debido a su naturaleza híbrida, se adapta con gran facilidad a ambientes lénticos (aguas poco estancadas), estanques, lagunas, reservorios y en general a medios confinados.

### Parámetros Físico-Químicos.

#### Oxígeno.

Es el requerimiento más importante, al igual que la temperatura, para los cultivos de las especies hidrobiológicas.

Su grado de saturación es inversamente proporcional a la altitud y directamente proporcional a la temperatura y el pH. El rango óptimo está por encima de las 4 ppm medido en la estructura al salir del estanque.



Oxígeno (ppm)	Efectos...
0.0 - 0.3	Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
0.3 - 2.0	Letal en exposiciones prolongadas.
3.0 - 4.0	Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
> 4.5	Rango deseable para el crecimiento del pez.

Factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto:

- \* Descomposición de la materia orgánica.
- \* Alimento no consumido.
- \* Heces.



- \* Animales muertos.
- \* Aumento de la tasa metabólica por el incremento en la temperatura (variación de la temperatura del día con respecto a la noche).
- \* Respiración del plancton (organismos microscópicos vegetales y animales que conforman la productividad primaria).
- \* Nubosidad: en días opacos las algas no producen el suficiente oxígeno.
- \* Aumento de sólidos en suspensión: residuos de sedimentos en el agua, heces, etc.
- \* Densidad de siembra.

La tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (1.0 mg/ l), no obstante, el efecto de estrés al cual se somete es la principal causa de infecciones patológicas. Los niveles mínimos de oxígeno disuelto para mantener un crecimiento normal y baja mortandad se debe mantener un nivel superior a los 3.0 mg / l, valores menores a éste reducen el crecimiento e incrementan la mortandad.

Consecuencias de las bajas prolongadas de oxígeno:

- \* Disminuye la tasa de crecimiento del animal.
- \* Aumenta la conversión alimenticia (relación alimento consumido/ aumento de peso).
- \* Se produce inapetencia y letargia.
- \* Causa enfermedad a nivel de branquias.
- \* Produce inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades.
- \* Disminuye la capacidad reproductiva.

Tipos de Aireación:

- \* Natural: caídas de agua, escaleras, chorros, cascadas, sistemas de abanico.
- \* Mecánica: Motobombas, difusores, aireadores de paletas, aireadores inyección O<sub>2</sub>, generadores de oxígeno líquido.



Ventajas de una buena aireación:

- \* Permite incrementar las densidades de siembra hasta en un 30% y manejar densidades más altas por unidad de área, como en el caso de las jaulas.
- \* Buenos rendimientos (crecimiento, conversión alimenticia, incremento de peso y menor mortandad).
- \* Control de los excesos en los niveles de amonio, fósforo y nitritos.
- \* Compensa los consumos de oxígeno demandados en la degradación de la materia orgánica, manteniendo niveles más constantes dentro del cuerpo de agua.
- \* Controla el crecimiento excesivo de algas, ya que evita altas concentraciones de nutrientes.
- \* Elimina los gases tóxicos.



### Temperatura.

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

- \* El rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias fluctúa entre 28 y 32°C, con variaciones de hasta 5°C.
- \* Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno.
- \* Variaciones grandes de temperatura entre el día y la noche deben subsanarse con el suministro de alimentos con porcentajes altos de proteína (30%, 32%, etc.).

### Dureza.

Es la medida de la concentración de los iones de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  expresada en ppm de su equivalente a carbonato de calcio. Existen aguas blandas (< 100 ppm) y aguas duras (>100 ppm).

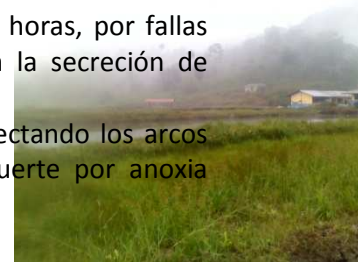
- \* Rango óptimo: entre 50-350 ppm.
- \* Debe tener una alcalinidad entre 100 ppm a 200 ppm. La alcalinidad esta relacionada directamente con la dureza.
- \* Mantener un pH entre 6.5 a 9.0 (pH < 6.5 son letales).
- \* Dureza por debajo de 20 ppm ocasionan problemas en el porcentaje de fecundidad (se controlan adicionando carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), o cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ )).
- \* Dureza por encima de 350 ppm se controlan con el empleo de zeolita en forma de arcilla en polvo, adicionada al sistema de filtración.



### pH.

Es la concentración de iones de hidrógeno en el agua.

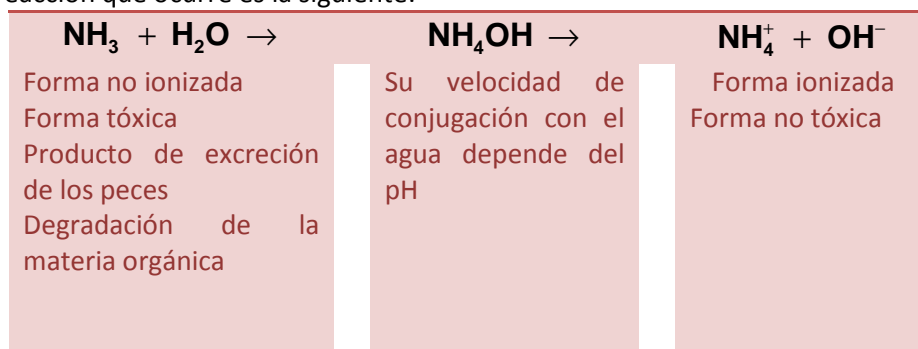
- \* El rango óptimo está entre 6.5 a 9.0.
- \* Valores por encima o por debajo, causan cambios de comportamiento en los peces como letargia, inapetencia, disminuyen y retrasan la reproducción y disminuyen el crecimiento.
- \* Valores de pH cercanos a 5 producen mortandad en un período de 3 a 5 horas, por fallas respiratorias, además causan pérdidas de pigmentación e incremento en la secreción de mucus.
- \* Cuando se presentan niveles de pH ácidos el ion  $\text{Fe}^{++}$  se vuelve soluble afectando los arcos branquiales y disminuyendo los procesos de respiración, causando la muerte por anoxia (asfixia por falta de oxígeno).



El pH en el agua fluctúa en un ciclo diurno, principalmente influenciado por la concentración de  $\text{CO}_2$ , por la densidad del fitoplancton, la alcalinidad total y la dureza del agua. El pH para tilapia debe de ser neutro o muy cercano a él, con una dureza normalmente alta para proporcionar una buena condición de mucus en la piel.

### Amonio.

Es un producto de la excreción, orina de los peces y de la descomposición de la materia (degradación de la materia vegetal y de las proteínas del alimento no consumido). El amonio no ionizado (en forma gaseosa) y primer producto de excreción de los peces es un elemento tóxico. La reacción que ocurre es la siguiente:



La toxicidad del amonio en forma no ionizada ( $\text{NH}_3$ ), aumenta con una baja concentración de oxígeno, un pH alto (alcalino) y una temperatura alta. En pHs bajos (ácidos) no causa mortandades.

Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 a 0.1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos). El amonio es tóxico, ya que depende del pH y la temperatura del agua, los niveles de tolerancia para la tilapia se encuentra en el rango de 0.6 a 2.0 ppm.

Una concentración alta de amonio en el agua causa bloqueo del metabolismo, daño en las branquias, afecta el balance de las sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión



y susceptibilidad a enfermedades, reducción del crecimiento y la supervivencia, exoftalmia (ojos brotados) y ascitis (acumulación de líquidos en el abdomen).

El nivel de amonio se puede controlar con algunas medidas de manejo como:

- \* Secar y encalar dependiendo del pH del suelo (pH < 5: 2 500 a 3 500 kg/ ha, pH de 5 a 7: 1 500 a 2 500 kg/ ha, pH > de 7: de 1 000 a 500 kg/ ha).
- \* Adición de fertilizantes inorgánicos, fosfatados (SFT, 25 kg/ ha o al 20%, 45 kg/ ha), durante 5 días continuos.
- \* Implementar aireación: aireadores de paletas para estanques de profundidad de 1.5 m o aireadores de inyección para estanques con profundidades mayores de 1.8 m.

### **Nitritos.**

Son un parámetro de vital importancia por su gran toxicidad y por ser un poderoso agente contaminante. Se generan en el proceso de transformación del amoniaco a nitratos y su toxicidad depende de la cantidad de cloruros, de la temperatura y de la concentración de oxígeno en el agua. Es necesario mantener la concentración por debajo de 0.1 ppm, haciendo recambios fuertes, limitando la alimentación y evitando las concentraciones altas de amonio en el agua.

### **Alcalinidad.**

Es la concentración de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Los valores de alcalinidad y dureza son aproximadamente iguales. La alcalinidad afecta la toxicidad del sulfato de cobre en tratamientos como alguicida (en baja alcalinidad aumenta la toxicidad de éste para los peces). Para valores por debajo de 20 ppm es necesario aplicar 200 g/ m<sup>2</sup> de carbonato de calcio, entre dos y tres veces por año.

### **Dióxido de Carbono.**

Es un producto de la actividad biológica y metabólica, su concentración depende de la fotosíntesis. Debe mantenerse en un nivel inferior a 20 ppm, porque cuando sobrepasa este valor se presenta letargia e inapetencia.

### **Gases Tóxicos.**

Son gases producidos en los estanques por la degradación de materia orgánica. Las concentraciones deben estar por debajo de los siguientes valores:

- \* Sulfuro de hidrógeno: < 10 ppm.
- \* Ácido cianhídrico: < 10 ppm.
- \* Gas metano: < 25 ppm.

Estos gases incrementan su concentración con la edad de los estanques y con la acumulación de materia orgánica en el fondo, produciendo mortandades masivas y crónicas. Se pueden controlar con la adición de cal y zeolita a razón de 40 kg/ ha, además, del secado (entre cosechas).

### **Sólidos en Suspensión.**

Aumentan la turbidez en el agua, disminuyendo el oxígeno disuelto en ella. Los sólidos se deben controlar con sistemas de desarenadores y filtros.

De acuerdo con la concentración de sólidos disueltos podemos clasificar los estanques de la siguiente manera:

- \* Estanques limpios: Sólidos menores a 25 mg/ l.
- \* Estanques intermedios: Sólidos entre 25 - 100 mg/ l.
- \* Estanques lodosos: Sólidos mayores a 100 mg/ l.

### **Fosfatos.**

Son un producto de la actividad biológica de los peces y de la alimentación con concentrado (generalmente por sobrealimentación) Una concentración alta causa aumento en la población de fitoplancton provocando bajas de oxígeno por la noche.



Su valor debe fluctuar entre 0.6 y 1.5 ppm como  $\text{PO}_4^-$ . Su toxicidad aumenta a pH ácido.

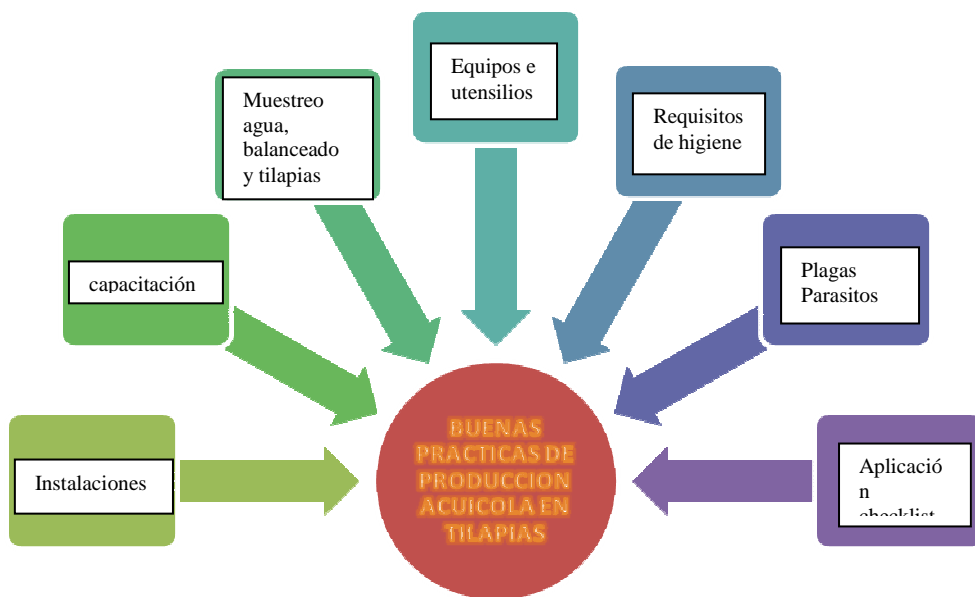
**Cloruros y Sulfatos.**

Al igual que los fosfatos, se derivan de la actividad metabólica de los peces y del aporte de los suelos y aguas subterráneas utilizadas en las piscícolas. El límite superior para cada uno es 10 ppm y 18 ppm respectivamente.

**Riesgos potenciales de producción**

Tipo de riesgo	Características del riesgo	Parte del sistema en donde ocurre el riesgo
Antibióticos	Los residuos pueden representar un riesgo crónico para la salud humana. Su uso puede promover la resistencia a los antibióticos, lo que amenaza la salud animal y humana.	Usados como aditivos en los alimentos. Usados para tratar infecciones en los animales.
Enfermedades parasitarias	Pueden causar enfermedades agudas o crónicas en los seres humanos.	Los parásitos se encuentran vivos en los animales, el agua o el suelo.
Microorganismos patógenos	Pueden causar enfermedades agudas en los seres humanos o los animales. Secuelas a largo plazo en los seres humanos.	Algunos viven en el tracto digestivo de los animales y los seres humanos, otros en el ambiente. Pueden introducirse en cualquier punto del sistema alimentario.
Plaguicidas	Su uso inadecuado puede causar enfermedades agudas o crónicas, o la muerte en los trabajadores agropecuarios. Los residuos en los alimentos o en el agua pueden causar enfermedad humana crónica o aguda.	Aplicados en la producción, la elaboración o la distribución.
Micotoxinas	Pueden causar enfermedades crónicas en los seres humanos.	Ocurren en las plantas y en los productos de origen animal cuando el alimento se almacena inadecuadamente en condiciones que permiten el crecimiento de hongos.
Metales pesados o desechos tóxicos	Pueden causar enfermedades agudas o crónicas en los seres humanos.	Entran por el suelo, el agua o los alimentos contaminados.

**DIAGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA APLICACIÓN DE LAS BUENAS PRACTICAS DE PRODUCCION ACUICOLA EN TILAPIAS**





#### **Ventajas de implementación:**

- ✓ Asegurar la inocuidad de la tilapia que se produce en la granja.
- ✓ Reduce costos por una productividad eficiente
- ✓ Permite facilitar la exportación

#### **CONDICIONES SANITARIAS DE LAS INSTALACIONES**

Una selección adecuada del sitio de cultivo indica que la granja deberá utilizar un abastecimiento de agua que no este en riesgo de contaminación por descargas de otros afluentes. Se debe contar con una buena calidad del agua, tanto química como microbiológica, durante todo el ciclo de cultivo y en cantidad suficiente de acuerdo a la capacidad de carga de la granja y las metas de producción. Así mismo, los parámetros físico-químicos del agua en la granja deben cumplir con los requerimientos para la especie.

El sitio elegido o sus alrededores no debe tener un historial de uso agrícola que haya ocasionado la contaminación del suelo con plaguicidas u otras sustancias químicas.

El diseño y construcción de un centro de producción acuícola adecuado a las necesidades del cultivo, en donde las diferentes áreas del proceso de cultivo sean independientes.

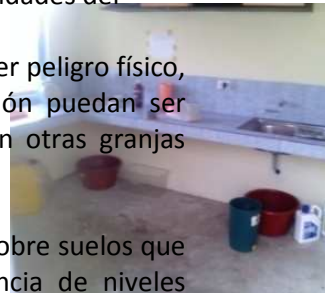
Las granjas deben ubicarse en áreas donde el riesgo de contaminación por cualquier peligro físico, químico y biológico sea mínimo, y donde las posibles fuentes de contaminación puedan ser controladas. Es importante considerar la ubicación de la granja en relación con otras granjas cercanas.

- La construcción de los estanques o canales de corriente rápida debe realizarse sobre suelos que estén libres de concentraciones de químicos que puedan ocasionar la presencia de niveles inaceptables de contaminación en los peces.
- Las granjas de peces no deben construirse en áreas de frágil equilibrio ecológico o en lugares donde es impráctica la corrección de problemas relacionados con la selección del sitio, como es el caso de los suelos altamente ácidos, orgánicos o permeables.
- Las entradas y salidas del agua de la granja deben estar separadas, de manera que las fuentes de agua y los efluentes de cada uno de ellos no se mezclen.

En relación con las instalaciones, se debe disponer de secciones o áreas adecuadas para los diferentes procesos de producción.

Es importante indicar que también se debe contar con los servicios de apoyo, mantenimiento y reparación con la frecuencia necesaria. A continuación se describen los puntos más importantes que deben considerarse para mantener la inocuidad del producto y que están relacionados con las instalaciones y equipos acuícolas:

- Una de las principales fuentes de contaminación es la que proviene de las personas, equipo, materiales y vehículos que ingresan a la granja. Las políticas de ingreso a las instalaciones de la granja de cualquier persona, equipo y material deberán estar claramente definidas y se debe



asegurar que se cumplan estas disposiciones. La entrada de personal ajeno a la granja deberá estar controlada. Así mismo, se debe contar con una cerca o barda para establecer claramente los límites de la granja.

Para evitar contaminaciones químicas o biológicas entre las diferentes áreas y que puedan afectar adversamente la aptitud para el consumo del producto, las áreas de producción deben estar físicamente separadas, señalizadas y ubicadas estratégicamente. En caso que existan otras actividades diferentes a las de cultivo (por ejemplo: estanques de demostración, para la pesca u otros) se deberá contar con áreas específicas separadas para estas actividades.

Debe existir espacio suficiente en cada área para permitir la instalación de equipos e instrumentos que se requieran para que el personal efectúe sus labores correctamente, también las instalaciones deben estar diseñadas para que se realicen con facilidad todos los servicios de limpieza y de mantenimiento. Así mismo, se deberá contar con áreas de tránsito que permitan el paso de equipo, material, personal y la intercomunicación entre las áreas que así lo requieran.

La granja debe contar con una cantidad suficiente de agua para las instalaciones sanitarias y de higiene del personal, y además se debe contar con las instalaciones adecuadas para su almacenamiento y correcta distribución.

Estas instalaciones deben estar separadas de las instalaciones de abastecimiento de agua para la producción de los peces. Así mismo, se deberá contar con un drenaje separado para las descargas de efluentes de las instalaciones sanitarias y éstas no se deben descargar a la fosa de sedimentación o en conjunto con las descargas de los sistemas de producción de la granja. Es recomendable la instalación de sistemas de desinfección (pediluvios) en los accesos a la granja. Así mismo, se debe contar con tapetes sanitarios a la entrada de las instalaciones donde se realicen actividades sensibles a la contaminación biológica, como por ejemplo la sala de incubación de huevos y cultivo de alevines.



## ATENCIÓN CON LAS INSTALACIONES



### CUIDE SU SECTOR

- Mantenga sus utensilios de trabajo limpios.
- Arroje los residuos en el cesto correspondiente.



## RESPECTE LOS "NO" DEL SECTOR

- NO** fumar.
- NO** beber.
- NO** comer.
- NO** escupir.



## LIMPIEZA FÁCIL

- Para facilitar las tareas de limpieza se recomienda:
- Pisos impermeables y lavables.
- Paredes claras, lisas y sin grietas.
- Rincones redondeados.

## CAPACITACION

Un programa de capacitación por niveles jerárquicos sobre buenas prácticas de producción acuícola de tilapia (BPPATi), requiere que las empresas cuenten con un organigrama claramente establecido donde cada persona cumpla con funciones específicas. Este organigrama puede estar estructurado (de acuerdo a la capacidad de organización de la granja)

Los responsables de área son apoyados a su vez, por un grupo de técnicos quienes se encargan de realizar tareas específicas. Cuando la empresa es pequeña, la asignación de tareas puede definirse utilizando una tabla con los nombres del personal responsable.

Para el desarrollo de las BPPATi es recomendable contar con personal que posea diferentes conocimientos, habilidades y experiencias, de tal forma que se desarrolle un sistema efectivo para su implementación.





## CALIDAD DE AGUA, TILAPIA Y ALIMENTO

### AGUA

La tilapia constituye un organismo muy atractivo para su cultivo, debido a que tolera un rango muy amplio de calidad de agua, altas densidades de organismos y resistencia a enfermedades, consumen una gran variedad de alimentos tanto naturales como artificiales y se desarrolla rápidamente. Estas características favorecen el cultivo de estos peces en estanques de tierra, tanques de concreto o lona y jaulas.

La calidad del agua no solamente debe de cubrir los requerimientos fisicoquímicos de la especie, sino que debe estar libre de contaminantes químicos y biológicos que puedan afectar la inocuidad del producto final y en consecuencia al consumidor. La selección del sitio es el primer paso importante tanto para el éxito del cultivo como para asegurar la inocuidad del producto final.

Si durante la elección del sitio se detectan niveles de contaminación de cualquier producto químico o de cualquier agente biológico que sean inaceptables, que representen un peligro para la salud del hombre y que no se pueda eliminar mediante acciones correctivas, el sitio se debe declarar inaceptable para llevar a cabo prácticas de cultivo de tilapia.



### Formato de registro de análisis de agua

Identificación de la muestra	Fecha de muestreo	Fecha de recepción	Fecha de reporte	Laboratorio que realiza el análisis	Resultado

### Formato de control de calidad de agua en caso de sospecha de contaminación química

Fecha y hora de la prueba o análisis	Estanque o jaula	Análisis del agua y causa del análisis	Producto del análisis y razón	Plan de muestreo	Resultados

### Formato de aplicación de medicamentos y compuestos químicos

Fecha y hora de aplicación	Estanque o jaula	Diagnóstico (razón del uso)	Tratamiento y fármaco empleado	Dosis	Forma de aplicación	Fecha del último tratamiento	Tiempo de la última dosis	Periodo de retiro



### Formato de registro de aplicación de fármacos

Nombre de la granja:							
Número de estanque o jaula:							
Enfermedad diagnosticada	Agente terapéutico	Método de uso	Dosis	Tiempo de eliminación en días	Fecha y hora de Aplicación	Responsable del tratamiento	Fecha programada de cosecha

## ALIMENTO

La adecuada utilización del alimento en la granja permite obtener mejores tasas de conversión alimenticia y reducir el impacto en el medio ambiente originado por los sistemas de producción de peces. Además, un buen manejo reduce los riesgos de contaminación del alimento. Una vez que el alimento llega a la granja, la calidad de fábrica del mismo puede verse afectada por diversos factores.

Por lo que se debe establecer un control para asegurar que el alimento es utilizado de forma adecuada para prevenir su deterioro y para garantizar que no se contaminará durante su almacenamiento y manejo en la granja. Durante el manejo del alimento por parte del personal de la granja, se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La granja debe tener un almacén o bodega adecuados donde exclusivamente se guarde el alimento. Este lugar debe estar ventilado y con paredes y techo a prueba de goteras para proveer un ambiente fresco y seco. Así mismo debe estar situado estratégicamente para la adecuada recepción del alimento y su distribución en la granja. Generalmente el almacén se ubica en un área aislada de las instalaciones de cultivo y con un acceso separado, lo que permite reducir el riesgo de transmisión de enfermedades a través del personal o de los vehículos de entrega.
- El almacén debe tener un tamaño suficiente que permita el almacenamiento de los alimentos en lotes perfectamente marcados de acuerdo a su tipo, fecha de compra y caducidad. Debe mantenerse un registro de permanencia del alimento en el almacén.



- El almacén debe ser vigilado y protegido contra la introducción de aves, roedores u otro tipo de plaga. Así mismo, debe mantenerse limpio y no debe almacenarse cerca o en contacto con plaguicidas, herbicidas, combustibles u otros agentes químicos que representen un riesgo para la inocuidad de los alimentos.

## TILAPIA

### Nutrición

Los requerimientos de proteína para tilapia según su peso son los siguientes:

Rango de peso (gramos)	Nivel óptimo de proteína (%)
0.5 a 10	40 - 35%
10 a 30	30 - 35%
30 a 250	30 - 35%
250 a talla comercial	25 - 30%

Los requerimientos de proteína del pez varían según el sistema de cultivo utilizado.

Igualmente los requerimientos de aminoácidos esenciales para tilapia se han determinado y se presentan en la siguiente Tabla:



Aminoácido	% del aminoácido en la dieta
Arginina	4.2
Histidina	1.7
Isoleucina	3.1
Lisina	5.1
Leucina	3.4
Metionina	2.7
Fenilalanina	3.8
Treonina	3.8
Triptófano	1.0

Los lípidos en el alimento para tilapia tienen dos funciones principales:

- \* Como fuente de energía metabólica.
- \* Como fuente de ácidos grasos esenciales.

Los lípidos constituyen el mayor recurso energético (hasta 2.25 veces más que la proteína), y está muy ligado al nivel de proteína en la dieta. Así para niveles de 40% de proteína se recomienda niveles de grasa de 6 a 8%. Con 35% de proteína el nivel de grasa es de 4.5 a 6 % y con niveles de 25 a 30% de proteína se recomienda de 3 a 3.5% de grasa.

Como fuente de ácidos grasos esenciales se recomienda para tilapia utilizar niveles de 0.5 a 1% de omega 3 y un 1% de omega 6. Las grasas requeridas para los peces son poliinsaturadas livianas y fácilmente asimilables. La relación proteína-grasa es crucial para cualquier dieta, un exceso de grasas en el alimento contamina el agua y un nivel insuficiente afecta el crecimiento.

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

La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el pez, por lo tanto deben de ser suplidas en una dieta balanceada. Las vitaminas son importantes dentro de los factores de crecimiento, ya que catalizan todas las reacciones metabólicas. Los peces de aguas cálidas requieren entre 12 y 15 vitaminas en su dieta.



El nivel de vitaminas utilizadas va a variar dependiendo del sistema de cultivo empleado. Una premix general recomendada es la siguiente:

Vitamina	Nivel en la dieta
Tiamina	0.1 mg/ kg
Riboflavina	3.5 mg/ kg
Piredoxina	0.5 mg/ kg
Ácido pantoténico	3 - 5 mg/ kg
Niacina	6 - 10 mg/ kg
Biotina	0 - 0.5 mg/ kg
Ácido fólico	0 - 0.5 mg/ kg
Cianocobalamina	0.01 mg/ kg
Inositol	300 mg/ kg
Colina	400 mg/ kg
Ácido ascórbico	50 mg/ kg
Retinol	500 UI/ kg
Vitamina D	200 UI/ kg
Vitamina E	10 mg/ kg
Vitamina K	0 - 1 mg/ kg

Los minerales con importantes ya que afectan los procesos de osmorregulación (intercambio de sales).

También influyen en la formación de huesos, escamas y dientes. Los requerimientos en minerales son:

Mineral	Requerimiento en la dieta
Calcio	0
Fósforo	5 - 10 g/ kg
Magnesio	0.5 - 0.7 g/ kg
Potasio	2.0 g/ kg
Hierro	30 mg/ kg
Manganeso	2.4 mg/ kg
Cobre	5.0 mg/ kg
Selenio	0.1 mg/ kg
Cromo	1.0 mg/ kg

El buen aprovechamiento del alimento dentro de una estación piscícola depende de varios aspectos:

- \* Líneas parentales utilizadas. Buena calidad de semilla.
- \* Calidad del agua. La apetencia del pez es directamente proporcional a la calidad del agua.
- \* Palatabilidad del alimento. Aceptación del alimento por parte del pez.
- \* Presentación del alimento. Peletizado o extruido, alimento flotante o de hundimiento lento.
- \* Técnica de alimentación. Manejo y forma de alimentar.
- \* Control de la temperatura. Manejo de la temperatura dentro del cuerpo de agua.

### Almacenamiento del Alimento.

Muchos de los problemas con el alimento se presentan por un mal sistema de almacenamiento. Los requerimientos básicos para un buen bodegaje de alimentos concentrados son:

- \* Protección de temperaturas altas y humedad. Una bodega seca, libre de humedad, evita la oxidación de grasas y la proliferación de hongos y bacterias. Debe contar con pisos y paredes impermeables, con suficiente espacio para una ventilación óptima y buena iluminación, sin permitir la entrada directa de los rayos del sol.
- \* Protección contra insectos y roedores. Los programas de fumigación y trampas para roedores evitan la contaminación del alimento.
- \* Rotación de inventarios. Almacenajes por períodos cortos evitan la pérdida de nutrientes.
- \* Entre las consecuencias más importantes de un almacenamiento inadecuado están la proliferación de hongos, que se presentan con humedades superiores al 70% y se hace máxima a temperatura entre los 35 y 40°C.
- \* Los sacos de alimento deben almacenarse sobre estibas de madera o plástico, pero nunca en contacto directo con el piso. Entre estibas debe haber una distancia de por lo menos 50 cm. La zona de almacenamiento debe mantenerse completamente limpia.



### Los hongos producen:

- \* Micotoxinas. Dentro de este grupo, las aflatoxinas se cuentan como las más importantes y tóxicas. Provocan mortandades en concentraciones altas y daños en el hígado.
- \* Reducción del valor nutricional del alimento (pérdida de lípidos y proteínas).
- \* Deterioro de la apariencia física (grumos y bloques de concentrado).
- \* Cambios en el color, consistencia y condiciones normales del alimento.
- \* Disminución de la palatabilidad y rechazo por parte del animal.



**En cuanto a las plagas como insectos (gorgojos) y roedores (ratas), afectan también el alimento, provocando daños como:**

- \* Consumo directo del alimento.
- \* Contaminación por excrementos y orina, olores indeseables (feromonas) y la proliferación de bacterias patógenas.
- \* Indirectamente pueden ocasionar calor adicional e incremento en la humedad. Se deben hacer programas semestrales de fumigación para plagas.

### Criterios en sanidad acuícola

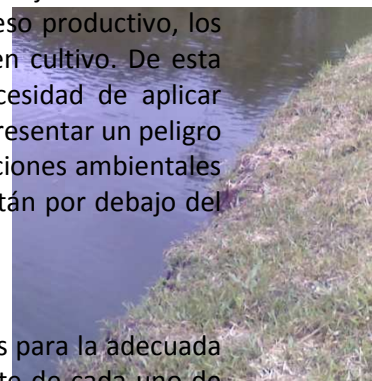
La sanidad acuícola es el estudio de las enfermedades que afectan a los organismos acuáticos cultivados, silvestres y de ornato, así como al conjunto de prácticas encaminadas a la prevención, diagnóstico y control de las mismas



Uno de los objetivos de estas acciones es la prevención de enfermedades, para evitar la aplicación de algún tratamiento químico para recuperar el buen estado fisiológico de los organismos. La mayor

parte de las acciones encaminadas a la prevención de enfermedades en los peces tendrán un efecto positivo en las características de aptitud para el consumo del producto.

Un factor fundamental para asegurar la calidad del producto acuícola es el manejo adecuado de los diferentes factores físico-químicos y biológicos que intervienen en el proceso productivo, los cuales ayudan a reducir el estrés en el que se pueden encontrar los peces en cultivo. De esta forma se reducen las posibilidades de aparición de enfermedades y la necesidad de aplicar compuestos químicos en alguna etapa del ciclo reproducción y que pueden representar un peligro a la salud humana. El estrés ocurre cuando cambian repentinamente las condiciones ambientales necesarias para el cultivo adecuado de la tilapia o cuando esas condiciones están por debajo del óptimo



### **VERIFICACION DEL NIVEL SANITARIO EN EQUIPO Y UTENSILIOS**

En la granja se debe contar con las instalaciones, equipo y utensilios necesarios para la adecuada ejecución de las labores de producción. Esto implica tener el número suficiente de cada uno de ellos, así como mantenerlos en buenas condiciones de uso. Por ejemplo, en el caso de las redes, cepillos para la limpieza y equipos similares, se debe tomar en cuenta el desgaste que presentan con el tiempo y reemplazarlos por equipos nuevos antes de que sufran deterioro.

La granja debe contar con un área exclusiva para el almacenamiento de los compuestos químicos que se utilizan en la misma. Los productos

químicos deberán estar debidamente etiquetados con instrucciones para evitar el uso incorrecto y provocar una contaminación del producto. Así mismo, debe existir un área especial para la adecuada disposición de guantes, mandiles, botas, cubiertas para la cabeza y otro tipo de equipo de protección.



- El equipo y materiales necesarios para realizar las labores de limpieza en la granja deberán estar presentes en cantidades suficientes y en buenas condiciones. Todo el equipo y utensilios en la granja deben mantenerse limpios y en caso necesario, también deben desinfectarse. Es importante que el equipo y material de limpieza que esté asignado a una sección específica de la granja sea utilizado exclusivamente para esa área y no sea utilizado en otra área para prevenir la contaminación cruzada.

- La granja debe contar con instrumentos de precisión y calibración apropiados para las labores de pesado y medición del tamaño de los peces. Así mismo, se sugiere contar con un microscopio para la observación de organismos parásitos y microorganismos.

- Es importante hacer notar que todas las instalaciones de los servicios auxiliares, como las de energía eléctrica, agua, drenaje, gas y otros.



### **ESTABLECIMIENTO: REQUISITOS E HIGIENE**

Los desechos derivados del proceso de producción, la basura y otros materiales de desecho deberán colectarse, almacenarse en contenedores adecuados y exclusivos para este fin y ser removidos de las instalaciones.

**Establecimiento de un programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilios**  
Para asegurar que todas las instalaciones, equipos y utensilios estén limpios, se deberá contar con un manual de procedimientos y con un programa permanente de limpieza y desinfección que puede incluir algunas de las siguientes etapas:



- Pre-limpieza: Preparación del área y equipo. En esta etapa se incluye la remoción de materia orgánica e inorgánica con la finalidad de facilitar las labores subsecuentes y evitar contaminación del producto. Estas actividades incluyen, por ejemplo, cepillar las paredes o pisos en el caso de las instalaciones, o cepillar las superficies de los equipos y utensilios.

- Pre-enjuague: Enjuagar con agua limpia, para remover grandes piezas de sedimento y exceso de lodos, así como cualquier otro desecho.

- Limpieza: Tratar las superficies de las instalaciones o equipos con productos de limpieza biodegradables. El tratamiento puede realizarse con cepillos o esponjas limpias.

- Enjuague: Con agua limpia para remover la suciedad y los residuos de detergentes.

- Desinfección: En caso de usar desinfectantes, se debe aplicar solamente los productos de grado alimenticio y en las concentraciones adecuadas. Si se requiere, se puede aplicar calor para destruir los microorganismos que puedan estar presentes sobre la superficie a desinfectar.

- Post-enjuague: Un enjuague final apropiado con agua potable para remover todos los residuos de desinfectantes.

- Almacenamiento: Los utensilios, contenedores y equipo deben estar limpios y desinfectados antes de ser almacenados para evitar su contaminación.

- Verificación de la eficiencia de la limpieza: se deberá verificar si las instalaciones, materiales y equipos fueron limpiados de forma eficaz. La verificación puede realizarse de manera visual.

El personal deberá estar capacitado en temas de higiene y sobre el uso de herramientas y productos especiales de limpieza y desinfección, así como también debe conocer la importancia de la contaminación y de los peligros involucrados. Es importante determinar la periodicidad de las actividades de limpieza y desinfección de acuerdo a las actividades de producción y a la frecuencia de uso de los materiales y equipos.

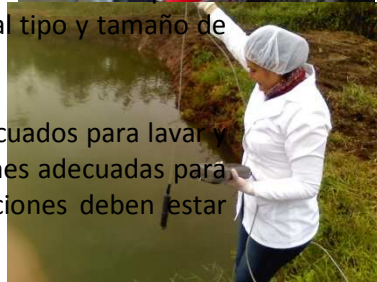
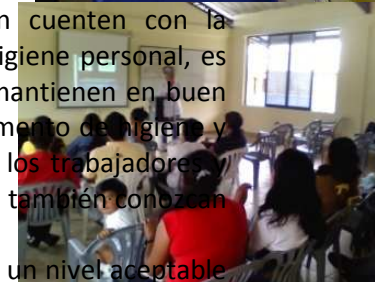
### **HIGIENE DE PERSONAL Y REQUISITOS SANITARIOS**

Además de las prácticas de higiene y salud relacionadas con las instalaciones y equipos utilizados en las actividades de producción en las granjas, las buenas prácticas de producción acuícola de tilapia también consideran importante la higiene personal y la salud de todos los trabajadores de la granja. Es importante que se tenga un alto nivel de higiene personal y que este nivel se mantenga durante todas las etapas de la producción para evitar la contaminación de los peces. Lo anterior involucra la participación de todo el personal técnico y de administración de la granja, ya que para que los trabajadores que laboran en las áreas de producción cuenten con la infraestructura, equipos y materiales necesarios para mantener una buena higiene personal, es importante que la empresa asegure que éstos estarán disponibles y que se mantienen en buen estado. Es recomendable que los responsables de la granja elaboren un reglamento de higiene y control de salud del personal, el cual deberá ser del conocimiento de todos los trabajadores, y estar colocado en un lugar visible para que los visitantes temporales a la granja también conozcan este reglamento.

A continuación se enlistan los principios que deben considerarse para alcanzar un nivel aceptable de higiene personal en la granja. Estos principios deben aplicarse de acuerdo al tipo y tamaño de la granja, así:

- Las instalaciones de la granja deben contar con los equipos y materiales adecuados para lavar y secar las manos de forma higiénica. Así mismo, se debe contar con instalaciones adecuadas para baños y cuartos donde el personal puede cambiarse de ropa. Estas instalaciones deben estar adecuadamente localizadas, designadas, señalizadas y mantenidas.

- Las descargas de las instalaciones sanitarias en la granja deben disponerse de forma adecuada de tal manera que no exista un riesgo de contaminación del agua utilizada para la producción de los peces.





- El personal de la granja deberá ser capacitado en temas de higiene de acuerdo a su actividad. Es importante que el personal conozca y aplique los principios de higiene personal para prevenir la contaminación química o biológica de los peces.

- El personal de la granja deberá contar con indumentaria de trabajo limpia.

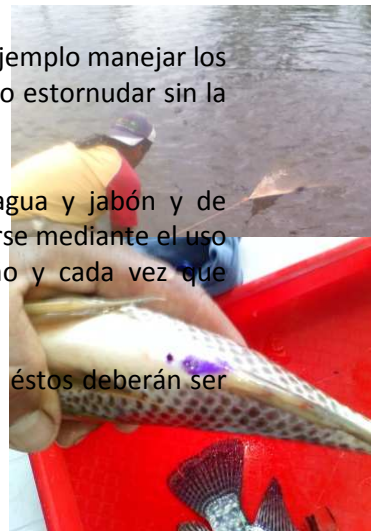
En los casos requeridos se debe contar con la indumentaria y equipo adecuados en número y calidad de acuerdo a tipo de labor a desempeñar. Por ejemplo durante la cosecha, en el manejo de huevos y crías.

- Durante la cosecha evitar el uso de todo tipo de joyas, adornos, relojes y maquillaje. Asimismo, en el caso de que algún trabajador padezca una enfermedad infecto-contagiosa que pueda ser transmitida a través de los alimentos (tifoidea, hepatitis, tuberculosis u otras), no deberán trabajar con los productos y/o manipularlos hasta que se hayan recuperado. La misma recomendación aplica si presenta heridas infectadas o infecciones en la piel.

- Se deben evitar las acciones que puedan contaminar el producto, como por ejemplo manejar los peces con las manos sucias, fumar o comer en las áreas de producción, toser o estornudar sin la debida protección.

- Antes de iniciar labores, todo el personal debe lavarse las manos con agua y jabón y de preferencia también utilizar un desinfectante. Estas acciones pueden promoverse mediante el uso de señalamientos. La misma situación se aplica para después de ir al baño y cada vez que interrumpa sus actividades.

En el caso de la utilización de guantes que están en contacto con el producto, éstos deberán ser impermeables y estar limpios y desinfectados.



## ATENCIÓN PERSONAL

### VESTUARIO

- Deje su ropa y zapatos de calle en el vestuario
- No use ropa de calle en el trabajo, ni venga con la ropa de trabajo desde la calle.





### HIGIENE PERSONAL

- Cuide su aseo personal.
- Mantenga sus uñas cortas.
- Use el pelo recogido bajo la cofia.
- Deje su reloj, anillos, aros o cualquier otro elemento que pueda tener contacto con algún producto y/o equipo



### VESTIMENTA DE TRABAJO

- Cuide que su ropa y sus botas estén limpias.
- Use calzado adecuado, cofia y guantes en caso de ser necesario.



### LAVADO DE MANOS

#### ¿CUANDO?

- Al ingresar al sector de trabajo.
- Después de utilizar los servicios sanitarios.
- Después de tocar los elementos ajenos al trabajo que está realizando.

#### ¿COMO?

- Con agua caliente y jabón.
- Usando cepillo para uñas.
- Secándose con toallas descartables.

### LAVADO DE BOTAS

- Lave sus botas cada vez que ingresa al sector de trabajo.



### ESTADO DE SALUD

- Evite, el contacto con alimentos si padece afecciones de piel, heridas, resfríos, diarrea, o intoxicaciones.
- Evite toser o estornudar sobre los alimentos y equipos de trabajo.



### CUIDAR LAS HERIDAS

- En caso de tener pequeñas heridas, cubrir las mismas con vendajes y envoltura impermeable.

### CONTROL DE PLAGAS Y PARASITOS

La presencia de plagas tales como insectos, roedores u otros animales en las instalaciones acuícolas, puede ocasionar problemas de contaminación biológica y química en el producto final. Un peligro biológico son los organismos vivos y productos de origen un efecto negativo en la salud de los consumidores y de los peces, así como en la calidad del producto final. Los peligros biológicos en los peces cultivados que pueden causar un daño en la salud de los consumidores son los parásitos y las bacterias patógenas.

#### Plagas

La contaminación biológica se da cuando las plagas son fuente transmisora de enfermedades a través de la cadena alimentaria. La contaminación química en el producto acuícola se puede ocasionar cuando se utilizan de forma inadecuada las sustancias químicas para el control de plagas en la granja. Por lo que se debe atender las siguientes observaciones:

- Es importante implementar un programa de control de plagas que incluya la prevención, detección y erradicación de las mismas. Este programa debe considerar un manejo integral para el control de la fauna nociva, el cual incluye las instalaciones, la aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola y los mecanismos de control como lo son la fumigación y los dispositivos adecuados requeridos para ello.
- Evitar la creación de un ambiente en la granja que atraiga a roedores u otras plagas. Existen lugares en la granja, como por ejemplo el almacén de alimentos, que son más susceptibles a la invasión por plagas. Los problemas con plagas se pueden evitar aplicando las buenas prácticas de higiene y un control periódico de la fauna nociva.
- Los agentes biológicos, químicos y físicos que se apliquen para el control de plagas deben ser aplicados por personal debidamente calificado y siguiendo cuidadosamente las instrucciones de aplicación para cada producto

Las entradas y salidas de la granja deben estar controladas para prevenir la entrada de otras especies de animales no deseados, como aves de corral, perros, nutrias entre otros.



## Parásitos

Los parásitos que pueden causar enfermedades al hombre y que son transmitidas por el consumo de pescado se conocen como helmintos. Las principales enfermedades derivadas de los parásitos son las nematodiasis, cestodiasis y trematodiasis. Entre los parásitos que se pueden encontrar en los peces producidos por acuicultura están los nemátodos (*Anisakis spp.*, *Pseudoterranova spp.*, *Eustrongylides spp.* y *Gnathostoma spp.*), los cestodos o solitarias (*Diphylllobothrium spp.*) y los trematodos (*Chlonorchis sinensis*, *Opisthorchis spp.*, *Heterophyes spp.*, *Metagonimus spp.*, *Nanophyetes salmonicola* y *Paragonimus spp.*). El peligro de los parásitos provenientes de los peces se presenta cuando el pescado se consume crudo o no está suficientemente cocido, como es el caso cuando se prepara en ceviche o marinado.

## Bacterias patógenas

El nivel de contaminación por bacterias en el pescado dependerá del medio ambiente y de la calidad del agua en la cual los peces son de bacterias patógenas en los peces, están la temperatura y salinidad del agua, la proximidad de la granja acuícola con áreas de asentamientos humanos, la cantidad y calidad del alimento consumido por los peces y los métodos de cosecha y procesamiento.

Los peligros asociados con bacterias patógenas en los peces producidos por acuicultura se pueden dividir en dos grupos: las bacterias que se encuentran de forma natural en el medio ambiente y las bacterias que se presentan como el resultado de la contaminación derivada por heces humanas o animales o por introducción al medio acuático (WHO, 1999). Ejemplos de bacterias que pueden representar un peligro a la salud humana y que pueden presentarse en peces cultivados son *Aeromonas hydrophila*, *Plesiomonas shigelloides*, *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. cholerae*, *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus initiae*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Leptospira interrogans*, *Yersinia enterocolitica*, *Pseudomonas ssp.*, *Mycobacterium*

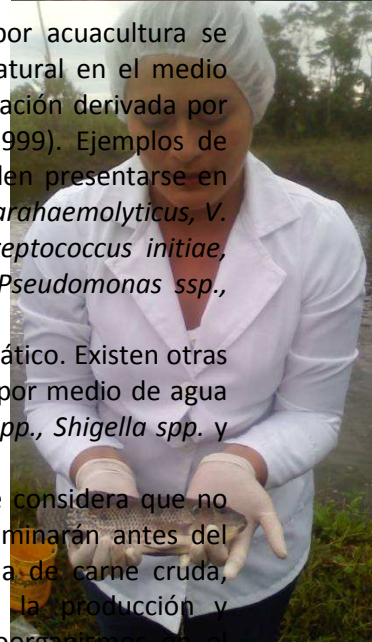
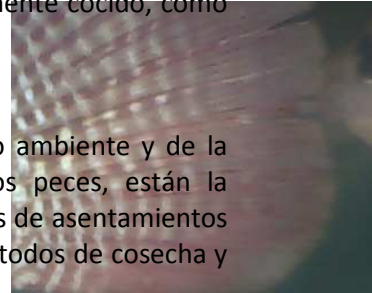
*ssp.*, las cuales son bacterias que se encuentran normalmente en el medio acuático. Existen otras bacterias patógenas que se pueden introducirse a las instalaciones acuícolas por medio de agua contaminada por desechos domésticos o de animales, estas son *Salmonella spp.*, *Shigella spp.* y *Escherichia coli*.

Si la tilapia producida por acuicultura es cocinada antes de su consumo, se considera que no existen peligros biológicos ya que los posibles organismos patógenos se eliminarán antes del consumo de la carne de pescado. Si la intención de consumo es en forma de carne cruda, entonces deben realizarse los controles preventivos necesarios durante la producción y procesamiento para eliminar la posibilidad de encontrar parásitos y microorganismos en el producto final. Entre las formas de eliminar los parásitos están el congelamiento del producto y el tratamiento con calor a altas temperaturas.

Las bacterias pueden eliminarse aplicando altas temperaturas y con la prevención de la contaminación cruzada en los productos cocinados. En general, la contaminación por peligros biológicos puede prevenirse por medio de la aplicación de medidas sanitarias en personal, instalaciones y equipo de acuerdo a las BPPATI

## APLICACIÓN DEL CHECKLIST

Para lograr la disminución de riesgos en granjas ya establecidas, es necesaria la aplicación de las buenas prácticas de producción acuícola de tilapia para establecer las bases de higiene y sanidad necesarias para una producción libre de contaminación que permita ofrecer un producto inocuo para el consumo humano. Paralelamente, es necesario el establecimiento de un programa de capacitación sobre las buenas prácticas de acuicultura para todo el personal de la granja, considerando los diferentes niveles de la estructura de la empresa con el fin de que todo el personal labore bajo la misma política, y asuma las responsabilidades que le competen para garantizar una producción inocua de tilapia.



En el caso de las granjas que ya están establecidas y se encuentran en operación, es necesario investigar las actividades que se realizan en los alrededores del sitio de la granja y en las cercanías de la fuente de agua que utilizan.

Es muy importante conocer la existencia de posibles fuentes de contaminación provenientes de actividades agrícolas, acuícolas, ganaderas o industriales, o por actividades relacionadas con los asentamientos humanos.

PERMISOS, LICENCIAS, DOCUMENTOS, ETC	RESPONSABLES	INICIALES EVALUADOR	CUMPLIMIENTO			
			C	NC	CP	NA
<b>GENERAL</b>						
Constitución legal de la empresa	Responsable de la unidad de producción					
Organigrama	Responsable de la unidad de producción					
Designación de responsables de área	Responsable de la unidad de producción					
Estudio del área aledaña al sitio de cultivo (identificación de peligros o fuentes de contaminación química y biológica derivadas de otras actividades cercanas)	Responsable de la unidad de producción					
<b>DISMINUCION DE RIESGOS EN LA GRANJA EN OPERACIÓN</b>						
Estudio del suelo y agua in situ (agua y suelo libre de contaminación química y biológica)	Responsables de área					
Estudio del área aledaña (identificación de fuentes de contaminación química y biológica del agua derivada de otras actividades cercanas)	Responsables de área					
<b>CONSIDERACIONES DE HIGIENE Y SALUD DEL PERSONAL</b>						
Reglamento de higiene y control de salud del personal	Responsables de área					
Vestimenta de trabajo del personal limpia	Responsables de área					
Disponibilidad de equipos de protección	Responsables de área					
<b>INSTALACIONES DE PRODUCCION, SANITARIAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS</b>						
Instalaciones limpias y adecuadas al proceso de producción	Responsables de área					
Instalaciones sanitarias limpias y equipadas con drenajes separadas	Responsables de área					
Áreas de trabajo y almacenes separados para evitar la contaminación cruzada	Responsables de área					
Equipo y utensilios limpios y en su caso desinfectados	Responsables de área					
Áreas específicas y limpias para almacenar por separado alimento, sustancias químicas, equipo y utensilios						
<b>SISTEMA DE CONTROL DE PLAGAS</b>						
Programa y procedimientos de control de plagas	Responsables de área					
<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>						
Suministro de agua potable	Responsables de área					
Verificar que la calidad del agua empleada, se ajuste a la normalidad correspondiente	Responsable de área					
<b>MANEJO DE DESECHOS</b>						
Programa de manejo de desechos para la eliminación apropiada de desechos orgánico e inorgánicos	Responsables de área					
<b>PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCION</b>						
Programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y utensilios	Responsables de área					

Manual de procedimientos de limpieza de instalaciones, equipos y utensilios	Responsables de área						
<b>CRITERIO DE SANIDAD ACUICOLA</b>							
Política de bioseguridad	Responsable de la unidad de producción y Responsables de área						
Depósitos y establecimientos de bioseguridad	Responsable de la unidad de producción y Responsables de área						
Programa de vigilancia, seguimiento y control de enfermedades de la tilapia	Responsables de área						
Instalaciones para áreas de cuarentena en su caso	Responsables de área						
Ausencia de animales domésticos en la granja	Responsables de área						
<b>MANEJO DEL AGUA</b>							
Evaluación de fuentes potenciales de contaminación (identificación de peligros químicos y biológicos)	Responsables de área						
Programa de muestreos para el análisis de los peligros identificados (incluye la identificación de los puntos de muestreo)	Responsables de área						
Registros de los parámetros físico-químicos del agua de cultivo	Responsables de área						
<b>MANEJO DEL ALIMENTO</b>							
Compra de alimentos de lotes garantizados	Responsable de la unidad de producción y Responsables de área						
Registros de recepción, almacenamiento y control de uso del alimento	Responsables de área						
Control de alimentos medicados	Responsables de área						
<b>MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICAS Y FARMACOS</b>							
Formatos de uso y control de químicos	Responsables de área						
Formatos de uso y control de medicamentos veterinarios de uso acuícola	Responsables de área						
Diagnóstico de enfermedades para la aplicación de químicos y fármacos	Responsables de área						
<b>CONSIDERACIONES DURANTE LA COSECHA</b>							
Áreas de cosecha, equipo y utensilios limpios y en su caso desinfectados	Responsables de área						
Control de higiene del personal en el área de cosecha	Responsables de área						
Procedimientos de higiene del personal ante y durante la cosecha	Responsables de área						
Procedimientos de higiene del equipo y utensilios antes, durante y después de la cosecha	Responsables de área						
Aplicación de medidas para evitar la contaminación cruzada del producto	Responsables de área						
<b>CAPACITACION</b>							
Programa de capacitación en BPPATi a todos los niveles	Responsable de la unidad de producción y Responsables de área						

Resultado de la evaluación en sitio realizada del *fecha*, por el grupo evaluador interno *nombre de los evaluadores* internos a la unidad de producción *nombre*.

NC no.	Descripción de la No Conformidad (NC)	Acción(es) correctivas propuestas	Responsable	Fecha cumplimiento día/mes/año

### LITERATURA CITADA

- A. [http://www.enfoqueacuicola.com/manual\\_buenas\\_practicas\\_tilapia.pdf](http://www.enfoqueacuicola.com/manual_buenas_practicas_tilapia.pdf)
- B. <http://www.panalimentos.org/haccp2/FAQS.html>
- C. <http://fao.org/documents/show>
- D. [http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet\\_articulo/0,1409,SCID%253D11546%2526ISID%253D464,00.html](http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D11546%2526ISID%253D464,00.html)
- E. HUET, M 1998. Tratado de piscicultura, 3a ed, Madrid, España, Edit. Mundi-Prensa, pp 309, 310
- F. JIMÉNEZ V, 2000. Consejo nacional de Producción. Folleto sobre Buenas Prácticas de Manufactura, Costa Rica.
- G. LOPEZ, J, 2001. Control Sanitario, 1a ed, Riobamba, Ecuador
- H. LOZANO D y LOPEZ F, 2001. Manual de piscicultura para la región amazónica, Quito, Ecuador, Edit. Mossaico, p 147.
- I. RIEHL R, y BAENSCH H, 1996. Atlas del acuario, 2a ed, Melle, Alemania, Edit. Mergus, p 778.
- J. VÉLEZ A, . 2003. Las Buenas Prácticas y la Inocuidad Alimentaria. Programa de calidad de los Servicios Rurales, sn. México DF, México, p 15