

**Actividades que se requieren para certificar el  
cultivo de tilapia en Zamorano según  
estándares internacionales  
emitidos por el “World  
Wildlife Fund”**

**Xavier Ismael Larco Armas**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2010

ZAMORANO  
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

**Actividades que se requieren para certificar el  
cultivo de tilapia en Zamorano según  
estándares internacionales  
emitidos por el “World  
Wildlife Fund”**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por

**Xavier Ismael Larco Armas**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2010

**Actividades que se requieren para certificar el  
cultivo de tilapia en Zamorano según  
estándares internacionales  
emitidos por el “World  
Wildlife Fund”**

Presentado por:

Xavier Ismael Larco Armas

Aprobado:

---

Mily Cortés Posas, Ph.D.  
Asesora principal

---

Arie Sanders, M.Sc.  
Director  
Carrera de Desarrollo Socioeconómico  
y Ambiente

---

Daniel Meyer, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## RESUMEN

Larco, X. 2010. Actividades que se requieren para certificar el cultivo de tilapia en Zamorano según estándares internacionales emitidos por el “World Wildlife Fund”. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 62p.

La Estación de Acuicultura de Zamorano (EAZ), está interesado en conocer el posible daño ambiental que está generando la producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*) dentro de la Institución y ver que actividades necesita realizar para una posible certificación ambiental. La EAZ decidió evaluar Estándares Internacionales del manual de la “World Wildlife Fund” (Estándares Internacionales para una Acuicultura Responsable en Tilapia) (ISRTA por sus siglas en inglés), que le permitan ser responsables social y ambientalmente. Esta evaluación permitió que la EAZ defina actividades que se requieren para certificar el cultivo de tilapia en Zamorano según Estándares Internacionales de la “World Wildlife Fund”. En algunos casos para verificar el nivel de cumplimiento respecto al manual se realizaron análisis del agua, identificación y medición de fuentes de nitrógeno y fosforo, muestreo de peces machos y consumo de energía. La evaluación de la EAZ demostró que la finca acuícola tiene un gran potencial para poder certificarse en un futuro, siempre y cuando cumpla con diferentes actividades. Se definieron tres tipos de actividades para que la EAZ pueda cumplir con los criterios de certificación: actividades de mantenimiento, actividades para instaurar mejoras y actividades por sistematizar. Si bien la EAZ no cumple con todos los Estándares Internacionales que están definidos en el manual de la WWF, las actividades que debe realizar son lo suficientemente simples para que en un año la EAZ esté lista para iniciar un proceso de certificación.

**Palabras clave:** certificación ambiental, daño ambiental, tilapia, World Wildlife Fund



## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
2. <b>ANTECEDENTES</b> .....	3
3. <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	7
4. <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	12
5. <b>CONCLUSIONES</b> .....	22
6. <b>RECOMENDACIONES</b> .....	23
7. <b>LITERATURA CITADA</b> .....	25
8. <b>ANEXOS</b> .....	28

## INDICE DE CUADRO Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Criterios que la EAZ cumplió.....	12
2. Criterios que la EAZ no cumplió.....	13
3. Resultados numéricos de la EAZ respecto a los criterios especificados en el manual de la WWF. ....	17

Anexo	Página
1. Manual modificado de los Estándares Internacionales para un Cultivo Sostenible de Tilapia de la “World Wildlife Fund”. ....	28
2. Foto satelital de la EAZ con sus respectivas entradas y salidas de agua (puntos donde se tomaron análisis de la calidad del agua).....	36
3. Parámetros físicos y químicos del agua.....	37
4. Oxígeno disuelto y temperatura del Lago de Monteredondo en época seca y en época lluviosa. ....	38
5. Turbidez del Lago de Monteredondo en época seca y en época lluviosa.....	39
6. Extracción de Clorofila a.....	40
7. Clorofila a del Lago de Monteredondo en época seca y en época lluviosa.....	41
8. Extracción del amoníaco (método Nessler).....	42
9. Amoníaco del Lago de Monteredondo en época seca y en época lluviosa.....	44
10. Toneladas métricas de pez, para el año 2008 y 2009, que se produjeron en la EAZ.....	46
11. Muestreo de peces machos. ....	48
12. Diagrama de la EAZ, puntos energéticos y simbología.....	49
13. Consumo de energía de la EAZ.....	53
14. Páginas WEB de las leyes de Honduras.....	58
15. Normas de Calidad para Descarga de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores.....	59
16. Localidad e historia de la EAZ. ....	61
17. Análisis de la calidad del agua en el Lago de Monteredondo, en tres diferentes puntos.....	62

## 1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura se define como el cultivo de animales y plantas acuáticas. El principal propósito de la acuicultura es producir organismos acuáticos para el consumo humano, pero también incluye otros propósitos como el cultivo para uso ornamental y acuarios. La acuicultura se puede manejar a diferentes escalas, desde pequeños estanques para la producción de alimento familiar o en grandes estanques para la exportación de productos a mercados internacionales (Boyd, 1997).

La acuicultura, que se desarrolla en agua dulce en Honduras, inicia en el año de 1936. En 1954, la FAO y entes gubernamentales de Honduras lanzan el primer proyecto acuícola, con el fin de “mejorar el nivel nutricional de la población rural mediante la producción de proteína animal de excelente calidad” (FAO, 2010). En el año 2008 Honduras tenía cerca de 250 fincas bajo la producción de camarón y más de 70 fincas en el cultivo piscícola. Estas fincas acuícolas generan empleo a más de 27,000 hondureños. Además, la acuicultura en Honduras, está generando un ingreso económico de \$130 millones al país. (ANDAH, citado por Lebelon 2008).

A nivel mundial, el cultivo de peces produce una serie de efectos ambientales, especialmente en los recursos naturales donde se encuentra ubicado el sistema de cultivo. Greenpeace (2008) afirma que la acuicultura a nivel mundial debe dejar de generar daño al ambiente y avanzar hacia la sostenibilidad. La acuicultura artesanal genera menos impacto ambiental que la acuicultura comercial, pero de igual manera se debe poner atención para evitar cualquier daño al ambiente.

Esta razón ha despertado el interés de la Estación de Acuicultura de Zamorano (EAZ), por el daño ambiental que está generando la producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Ha habido un control probablemente insuficiente para las exigencias del mundo actual. Identificándose así una carencia de información en cuanto a los daños ambientales que genera la producción de tilapia. Cuando la EAZ comenzó operaciones, esta puso poca atención en la prevención, mitigación y corrección de los daños que genera la producción de tilapia.

La EAZ quiere ahora cambiar esto y decide evaluar estándares internacionales, que le permitan ser responsables social y ambientalmente. Estos estándares, según el manual de la “World Wildlife Fund” (Estándares Internacionales para una Acuicultura Responsable en Tilapia) (ISRTA por sus siglas en inglés), se dividen en siete principios básicos (WWF, 2009). Estos principios son resumidos así:

- Obedecer la ley y cumplir con todas las regulaciones nacionales y locales.

- Manejar el sitio donde se encuentra la granja acuícola.
- Conservar el recurso agua.
- Conservación de la biodiversidad local y la vida silvestre.
- Uso responsable de los recursos: alimento y energía.
- Manejar la salud de los peces de manera amigable con el ambiente.
- Responsabilidad social.

Estos estándares se deben cumplir a cabalidad para una posible certificación de la granja acuícola. Además de los aspectos ambientales, seguir la certificación ayudará a la EAZ a ser una Empresa Universitaria de gran ejemplo para otras Instituciones Educativas. “El aumento en productividad se da a través del ahorro generado por el uso eficiente de materias primas y por la reducción de la contaminación en la fuente; con lo que además se evitan sanciones económicas por parte de las autoridades ambientales, y se promueven beneficios al ofrecer al mercado productos fabricados bajo tecnologías limpias” (Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia, 2007).

Esta evaluación de estándares internacionales va a contribuir valiosamente a la estrategia de Zamorano Verde, ya que la EAZ es una de las primeras Empresas Universitarias en tomar la iniciativa de una posible certificación. Además esta será un gran ejemplo, para Instituciones educativas y productivas externas, en buscar la preservación de nuestro planeta con una producción más amigable con el ambiente.

## **1.1 OBJETIVOS**

Los principales objetivos de la investigación se presentan a continuación:

### **1.1.1 Objetivo general**

- Definir actividades que se requieren para certificar el cultivo de tilapia en Zamorano según Estándares Internacionales de la “World Wildlife Fund”.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Verificar el cumplimiento de los Estándares Internacionales de la “World Wildlife Fund” por el cultivo de tilapia en Zamorano
- Definir acciones para cumplir los Estándares Internacionales en las áreas en que hace falta.

## 2. ANTECEDENTES

A continuación se definen antecedentes de la EAZ, relevancia de la certificación ambiental, cultivo de tilapia en Honduras, antecedentes de la WWF y parámetros físicos y químicos del agua:

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA EAZ

La Estación de Acuicultura en Zamorano (EAZ) es una Unidad de Producción que labora desde hace aproximadamente 30 años, apoyando al desarrollo de la Acuicultura de Honduras y América Latina. La EAZ se apoya con financiamiento externo de USAID, NOAA – Sea Grant (National Oceanic and Atmospheric Administration), Public Welfare Fundation, Cuerpo de Paz, entre otras fuentes. El principal enfoque de la EAZ es el Aprender Haciendo (AH) de los estudiantes de tercer año de Zamorano.

La EAZ tiene diferentes especies acuícolas para la enseñanza y para la comercialización. Los que se usan para la producción y comercialización son: tilapia roja y gris (*Oreochromis niloticus*) y camarón de mar (*Litopenaeus vannamei*). Este último se ha querido incorporar en las instalaciones pero ha sufrido problemas de adaptación. Entre las especies que se usan para la enseñanza está la carpa común (*Cyprinus carpio*), el guapote (*Parachromis managuensis*) y langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) (Meyer, 2006).

La EAZ cuenta con una el Lago de Monte Redondo de aproximadamente 1.5 ha de espejo de agua. En ella se encuentran tres jaulas flotantes grandes de 36 m<sup>2</sup> para el engorde de tilapia roja y 29 jaulas flotantes pequeñas de 1 m<sup>3</sup> para ensayos e investigaciones. Hay 29 pilas de concreto de diferentes dimensiones usadas mayormente para la reproducción de tilapia y reversión sexual de alevines rojos y grises. Cuatro pilas se usan exclusivamente para la reproducción de tilapia roja. La estación incluye 17 estanques con espejo de agua variando desde 200 hasta 2,000 m<sup>2</sup>. Son usados para el engorde de peces y para ensayos.

La EAZ tiene interés en conocer y cuantificar las actividades piscícolas que están generando un daño ambiental. “La certificación ambiental hace referencia a una calidad ambiental que garantice la conservación de los recursos naturales y logre el manejo sustentable en beneficio del entorno natural y social” (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2009). La certificación ambiental es un plus importante para las empresas en generar menos impacto ambiental y social; y ser reconocidos local, nacional e internacionalmente.

## 2.2 RELEVANCIA DE LA CERTIFICACIÓN AMBIENTAL EN LA ACUACULTURA

Importantes organismos y proyectos han definido la importancia de la certificación ambiental. Organismos como la FAO, la WWF y proyectos como el PROSIGA de USAID se han manifestado al respecto y la han impulsado. A continuación se presentan una serie de citas de estos organismos:

“La certificación sirve para demostrar que un producto ha sido producido de una cierta manera o tiene ciertas características. La certificación permite diferenciar el producto de otros productos, lo que podría ser útil a la hora de promocionarlo en distintos mercados. También puede mejorar sus posibilidades de ingreso a los mercados y, en algunos casos, puede hacer que el productor reciba un mejor precio” (FAO, 2003).

“La certificación consiste en una acción independiente a través de la cual se demuestra que existe la confianza suficiente de que un determinado sistema se encuentra en concordancia con una norma determinada, o con algún otro documento normativo” (PROSIGA, 2003).

“La certificación voluntaria se ha convertido en una forma popular para los productores de participar en las buenas prácticas de responsabilidad social y ambiental, al mismo tiempo diferenciar sus productos agrícolas” (IFOAM Japón, 2004).

“Existe una correlación positiva entre el nivel de desarrollo y el número de certificaciones. Al utilizar como indicador de desarrollo el PIB per cápita, se determinó que la mayor parte de los países en desarrollo no han adoptado una política industrial que incluya la certificación internacional como un objeto prioritario” (Castro, 2005).

“Hay una amplia gama de productores acuícolas interesados en certificar sus fincas, debido a que estos programas de certificación ayudan a obtener ventajas en el mercado, sobre otras fincas no certificadas. Belice, Colombia y Madagascar están considerando usar la certificación como un requisito para los productores locales para que la producción de todo el país o el estado pueda diferenciarse en el mercado global” (WWF, 2010).

“En varios países, los productores acuícolas están introduciendo certificación medioambiental de los productos de la acuicultura, ya sea individualmente o en forma coordinada, a fin de demostrar que sus prácticas de producción no son contaminantes, no transmiten enfermedades y no destruyen el hábitat. Algunos países están tratando de introducir los procedimientos de certificación mediada por el Estado para certificar que los productos de la acuicultura son seguros para su consumo y siguen las normas ambientales” (ENACA, 2010).

## 2.3 CULTIVO DE TILAPIA EN HONDURAS

“La tilapia *Oreochromis niloticus* es originaria del África y es utilizada en todo el mundo en sistemas de piscicultura comercial caracterizados por tasas de crecimiento rápido,

conducta relativamente agresiva, alta fecundidad y sensibilidad a bajas temperaturas” (APT, 2006). “La distribución más importante en el mundo de tilapia, principalmente *Oreochromis mossambicus*, se produjo durante los años 1940 y 1950, la distribución de la tilapia del Nilo se produjo durante la década de 1960 hasta la década de 1980. La tilapia del Nilo fue introducida en China, que es líder mundial en la producción de tilapia y consistentemente produce más de la mitad de la producción mundial en todos los años desde 1992 hasta 2003” (FAO, 2010). La Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras señaló que Honduras lidera los países exportadores de tilapia fresca, en segundo lugar está la República del Ecuador y en tercer lugar Costa Rica. China es el mayor productor de filete congelado.

#### **2.4 ANTECEDENTES DE LA WWF (WORLD WILD LIFE FUND) Y SU RELACIÓN CON LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICA DEL SECTOR ACUÍCOLA**

Hoy en día la WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza) es una de las organizaciones independientes de conservación más grandes y respetadas en todo el planeta tierra. Cuenta con sedes en los cinco continentes, donde trabajan personas de todo tipo, las cuales se preocupan por el bienestar del planeta y que el ser humano viva en constante armonía con este.

El presidente de la WWF, Eleazar Anyaoku, afirma que “las diferentes oficinas de la WWF alrededor del mundo se encargan de realizar trabajos tales como la implementación y seguimiento de proyectos en campo, investigación científica, asesoría a gobiernos locales y nacionales en políticas ambientales, promoción de la educación ambiental y concienciación sobre cuestiones ambientales” (WWF, 2010)

Uno de los programas más importantes que ha desarrollado la WWF de Centro América en conjunto con otras organizaciones es el “Programa de Agua Dulce”. Este programa se encarga de mitigar impactos y restablecer cantidad y calidad del agua dulce en todo Centro América. Además se enfoca en las zonas y especies más importantes en Centro América.

La WWF definió algunos de los impactos ambientales más importantes que tiene la acuicultura, entre estos están: contaminación de los medios acuáticos por el exceso de nutrientes, patógenos, químicos y fármacos; proliferación de enfermedades y parásitos a especies nativas; introducción de especies exóticas las cuales compiten con las especies nativas; y mal manejo de los desechos sólidos (WWF, 2010).

La WWF tiene diferentes intereses ambientales en el sector acuícola, entre los más relevantes está la producción de tilapia, trucha, camarón, salmón y bagre. La WWF inicia mesas de diálogo en conjunto con agricultores tradicionales e industriales, científicos, maestros, conservacionistas y entidades gubernamentales. Estas mesas son llamadas “Diálogos de la Acuicultura de Tilapia”, las cuales abordaron temas de cómo contrarrestar impactos negativos al ambiente y a la sociedad. Finalmente se crearon

normas internacionales, para que así la WWF se encargue de trabajar con certificadoras ambientales para certificar fincas que cumplan con las normas ya establecidas (WWF, 2010).

## **2.5 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA**

### **Oxígeno disuelto**

Hepher (1991) afirma que existen varios factores físicos y biológicos que afectan la concentración de oxígeno disuelto (OD) en el agua. Algunos de los factores más importantes son: concentración de algas fito planctónicas, heterótrofos, contenido de la materia orgánica en el agua, luz, temperatura, viento, nubosidad y poblaciones desbalanceadas de plancton.

“El medidor de oxígeno necesita ser calibrado para el uso correcto del aparato, ya que la solubilidad del oxígeno en el agua varía indirectamente según su temperatura, altura, elevación y salinidad” (Meyer, 2006). Rubin (1976) señala que el contenido de oxígeno disuelto en el agua debe ser de un mínimo de cinco miligramos por litro para que los peces vivan en un ambiente seguro.

### **Clorofila a**

Muchas técnicas han sido utilizadas por limnólogos para estimar la abundancia de plancton. El método más usado que mide la abundancia de fitoplancton es la clorofila a. Existe una relación cercana entre la concentración de clorofila a en agua y la abundancia total de fitoplancton (Odum *et al.* 1958; Copeland *et al.* 1964; Dust and Shindala 1970, citado por Boyd 1979).



### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

La evaluación consistió en definir el nivel de cumplimiento de la EAZ con respecto a los siete principios básicos, ya mencionados de la WWF. Para este fin se utilizó una matriz presentada en el manual emitido por la WWF que se puede encontrar en digital en la página Web de la WWF (WWF, 2010) Las tablas de verificación de actividades del manual fueron modificadas según las necesidades de la EAZ, las modificaciones fueron: añadir columna de comparación de la EAZ respecto a los Estándares Internacionales (EI) y traducción al español (anexo 1).

En algunas instancias, para observar el nivel de cumplimiento, se realizaron análisis físicos y químicos de la calidad del agua (principio 2). También se realizaron cálculos específicos de nutrientes añadidos y liberados al sistema (principio 3), muestreo de peces machos (principio 4) y el consumo total de energía (principio 5).

#### **3.1 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Los datos de los análisis de aguas fueron tomados en el Lago de Monteredondo en diferentes épocas (seca y lluviosa). En la época seca se tomaron datos en la zona de mezcla, ya que no existía entrada ni salida de agua al Lago. En la época lluviosa se tomaron datos en tres diferentes puntos: entrada de agua al Lago proveniente de la finca de Ordeño, zona de mezcla donde se cultiva la tilapia y salida de agua al Río Yeguaré (anexo 2). Los análisis físicos y químicos del agua realizados fueron: oxígeno disuelto, temperatura, turbidez, sólidos sedimentables, clorofila a, amoníaco y fosfatos. Los mismos se realizaron en el laboratorio de la Estación de Acuicultura y en el laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas de Zamorano. En el anexo 3 se presentan los parámetros, las herramientas, los diferentes métodos utilizados y la frecuencia de los análisis físicos y químicos del agua en el Lago de Monteredondo de la EAZ. Finalmente se sacó la desviación estándar de cada parámetro para ver cuánto se desvían los datos de la media.

#### **Oxígeno disuelto y temperatura**

Para medir el oxígeno disuelto y la temperatura, se usó el Medidor de Oxígeno marca YSI 85. Los análisis se realizaron directamente en el Lago de Monteredondo, sumergiendo el aparato. Un dato en la mañana (7 a.m.) y un dato al mediodía (1 p.m.), durante siete días, en la época seca (Mayo) y durante siete días en la época lluviosa (Julio), esto para observar posibles cambios significativos por el arrastre de sedimentos con el agua lluvia.

Con los datos obtenidos, se procede a calcular la solubilidad corregida del oxígeno con respecto a la presión atmosférica de la zona (Ecuación 1).

Finalmente se obtuvo el promedio en Excel (anexo 4) de la solubilidad corregida del oxígeno y la temperatura de la época seca y de la época lluviosa. Para calcular la solubilidad corregida se utilizó la siguiente ecuación:

$$OD_C = OD_t \times (Pa/760) \quad [1]$$

Donde:

**OD<sub>c</sub>** = solubilidad corregida del oxígeno

**OD<sub>t</sub>** = solubilidad de oxígeno a temperatura “t” y presión atmosférica de 760 mm de Hg. La temperatura es del agua al momento en que se mide el Oxígeno disuelto.

**Pa** = presión atmosférica observada. (En Zamorano la presión atmosférica es de aproximadamente 692 mm de Hg según datos de Meyer 2003)

### **Turbidez**

Para medir la turbidez del agua se usó el método de la visibilidad del Disco Secchi. Se tomaron datos al medio día (1 p.m.), durante siete días en la época seca (Mayo) y durante siete días en la época lluviosa (Julio). Es importante realizar este método con el sol de frente y sin nubosidad. Se sumerge el disco en el agua y se registra la profundidad del agua a la cual desaparece el disco de la vista. Se anotaron los datos correspondientes y se analizaron las fluctuaciones diarias. Finalmente se sacó el promedio en Excel (anexo 5) de la visibilidad del disco Secchi de la época seca y de la época lluviosa, respectivamente.

### **Sólidos sedimentables**

El método de materia sedimentable se realizó en la mañana (7 a.m.) y al mediodía (1 p.m.), durante siete días, en la época seca (Mayo) y durante siete días en la época lluviosa (Julio). Se usó el Cono de Imhoff, que es un recipiente de vidrio o plástico duro donde se dejan reposar, durante 45 minutos, 1,000 ml de la muestra de agua tomada del Lago de Monteredondo. Transcurrido este tiempo, se lee directamente en la gradación del cono, los mililitros de sólidos sedimentables por litro de muestra. Finalmente se sacó el promedio en Excel de los sólidos sedimentables de la época seca y de la época lluviosa, respectivamente.

### **Clorofila a**

Para el análisis de clorofila a se tomaron muestras del Lago de Monteredondo en la tarde (3 p.m.), durante siete días, en la época seca (Mayo) y durante siete días en la época lluviosa (Julio), siguiendo indicaciones de Boyd (1979) (anexo 6), con algunas variaciones que se indican a continuación:

Colocar el filtro miliporado en el sostenedor de filtro y sujetar el embudo. Agitar el  $\text{MgCO}_3$  en suspensión y colocar un mL encima del filtro usando una pipeta. Aplicar vacío para remover el líquido del filtro. Transferir 50 mL de la muestra en el embudo. Después de que la muestra atravesó el filtro, remover el filtro miliporado y recortar los bordes que no están cubiertos con la muestra. Arrugar el filtro y colocarlo en el tubo de ensayo para agitarlo con el taladro eléctrico. Añadir dos mL de 90% de acetona moverlo por un minuto. Luego añadir ocho mL de 90% de acetona y moverlo por 30 segundos. Transferir el contenido del tubo de ensayo a un matraz de 50 mL, taparlo y refrigerar en la oscuridad por una hora. Verter el extracto de acetona en un tubo de ensayo de 15 mL y centrifugar por diez minutos. Decantar el extracto de acetona en una cubeta de 10 mL. Medir la absorbancia de la acetona a 665 nm y luego a 750 nm con espectrofotómetro a 0.0 de absorción con 90% de acetona. Calcular la clorofila a con la ecuación 2. Finalmente se sacó el promedio en Excel (anexo 7) de la clorofila a de la época seca y de la época lluviosa, con la ecuación:

$$\text{Clorofila a en } \mu\text{g/litro} = 11.9 (A_{665} - A_{750}) V / L \times 1,000 / S \quad [2]$$

Donde,

**A665** = la absorbancia a 665 nm.

**A750** = la absorbancia a 750 nm.

**V** = el extracto de acetona en ml.

**L** = la longitud de la trayectoria de la luz en el espectrofotómetro en cm.

**S** = el volumen en ml de la muestra filtrada

### **Amoniac**

Para el análisis del amoniac se tomaron muestras del Lago de Monteredondo en la tarde (3 p.m.), durante siete días, en la época seca (Mayo) y durante siete días en la época lluviosa (Julio), siguiendo indicaciones exactas del manual de HACH COMPANY (anexo 8). Finalmente se sacó el promedio en Excel (anexo 9) del amoniac de la época seca y de la época lluviosa, respectivamente.

### **Fosfato**

Para el análisis del total de fosforo se tomó una sola muestra del Lago de Monteredondo en la época lluviosa (Agosto). El laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas de Zamorano se encargó de realizar dicho análisis determinando la cantidad de fosfatos por espectrofotometría (colorimetría). Se realizó una sola muestra por el escaso recurso económico que existía para realizar el análisis.

### 3.2 IDENTIFICACIÓN Y MEDICIÓN DE FUENTES DE NITRÓGENO Y FÓSFORO

Se realizaron cálculos de fósforo y nitrógeno añadidos al sistema y liberados del mismo por tonelada métrica de pez para los años 2008 y 2009. Las toneladas métricas se calcularon gracias a los registros anuales, que tiene la EAZ, de venta de pez vivo y alevines (anexo 10).

Para estimar el total de N y P usado en producir tilapia en le EAZ, se revisó la adquisición total de alimento concentrado y fertilizantes orgánicos e inorgánicos durante los años 2008 y 2009. Se investigó en los registros contables de la institución la información pertinente. Se investigó además el porcentaje de N y P que contiene el alimento y los fertilizantes, para luego calcular la cantidad de kilogramos añadidos o liberados al sistema.

Los cálculos matemáticos se realizarán con las siguientes ecuaciones dadas por el manual de la WWF:

$$\%P \times \text{Kg (alimento o fertilizante)} / \text{mt} \quad [3]$$

Donde %P es la fracción porcentual del fósforo en el material añadido al sistema multiplicado por la cantidad total de material añadido al sistema dividido para las toneladas métricas de pez producido al año

$$\text{Total de fósforo añadido} / \text{mt} - 7.5 \text{ Kg} / \text{mt} = \text{Kg P} / \text{mt} \quad [4]$$

Donde,

**mt** = tonelada métrica de pez al año

**7.5 Kg** = se asume que la tilapia contiene un promedio de 0.75% de Fósforo

**P** = fósforo

$$\%N \times \text{Kg (alimento o fertilizante)} / \text{mt} \quad [5]$$

Donde %N es la fracción porcentual del nitrógeno en el material añadido al sistema multiplicado por la cantidad total de material añadido al sistema dividido para las toneladas métricas de pez producido al año

$$\text{Total de nitrógeno añadido} / \text{mt} - 21.2 \text{ Kg} / \text{mt} = \text{Kg N} / \text{mt} \quad [6]$$

Donde,

N = nitrógeno

**21.2 Kg** = se asume que la tilapia contiene un promedio de 2.12% de Fósforo

### **3.3 MUESTREO DE PECES MACHOS**

El muestreo de peces machos se realizó en el estanque experimental #3, donde se tenían 500 tilapias en engorde. El procedimiento se realizó de acorde al Manual de Acuicultura emitido por Meyer, 2006 (anexo 11), con la diferencia que solo se estaba sexando a la población. La muestra se realizó a 100 peces de dicho estanque. Se anotaron las cantidades de peces machos y de peces hembras, para luego sacar el porcentaje de machos dentro del estanque. Se utilizó una prueba de hipótesis para proporciones y comprobar si es que el % de peces machos era significativamente mayor al 95%.

### **3.4 CONSUMO DE ENERGÍA**

Se realizó un diagrama de la EAZ, que sirvió para ubicar todos los equipos e instalaciones que consumen energía eléctrica. El diagrama se dejó archivado en las instalaciones de la EAZ (a escala) y se pego la imagen en el presente documento (anexo 12). Se identificaron todas las máquinas usadas para el proceso de producción de tilapia. También se identificaron lámparas y otros aparatos que consuman energía (distinto de la maquinaria usada para el proceso de producción).

Se tomaron datos relevantes de las máquinas como: marca, voltios, amperios y el tipo de sistema (trifásico o monofásico). Se estimó el tiempo de uso de las máquinas por medio de un monitoreo diario, durante un mes. Finalmente se usó Excel (anexo 13) para combinar la información y obtener el consumo en kJ/año de cada máquina, para luego dividirla entre las toneladas métricas de pez producidas en el año 2009.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hay que hacer notar que gran parte de no cumplimientos de la EAZ se debe a que no se documentan las acciones realizadas o la documentación no está en la unidad. Por otro lado varios de los otros parámetros no cumplidos se relacionen con mediciones que no se han realizado en le EAZ. La realización de estas mediciones implica ampliaciones presupuestarias que no dependen del responsable de la unidad.

De acuerdo a los resultados, se determinó que la EAZ cumple con cuatro criterios, incluyendo el uso correcto de transporte de peces, no uso de tilapia transgénica, el control de depredadores no es letal y no usan químicos para tratar enfermedades de peces. No se discuten criterios ya cumplidos pues esto no tiene sentido (cuadro 1).

Cuadro 1. Criterios que la EAZ cumplió.

Criterio	Si cumplió
4.2. Transporte de tilapia viva.	Uso correcto de transporte de peces donde no puedan escapar.
4.3. Pescado transgénico.	No permite el cultivo de tilapia transgénica
4.4. Control de depredadores.	El control de depredadores no es letal
6.2. Químicos.	Ningún permiso para el uso de químicos y medicinas para enfermedades de peces.

De acuerdo a los resultados, se determinó que la EAZ no cumple con diez criterios, incluyendo la posesión de documentos legales, posesión de documentos referentes a la historia y localidad de la EAZ, posesión de documentos que demuestren la presencia de especies de tilapia naturalmente producidas en la EAZ, posesión de documentos que demuestren los análisis de la calidad del agua, presencia de barreras de entrada y salida en las jaulas, evidencia de deshacer peces muertos de una manera aceptable, un plan de salud para los peces y evidencias sociales (cuadro 2).

Cuadro 2. Criterios que la EAZ no cumplió.

<b>Criterio</b>	<b>No cumplió</b>
<b>1.1.</b> Evidencia conforme a lo legal.	Documentos relativos al uso sostenible de la tierra y el agua. Documentos relativos a las leyes de impuestos. Documentos relativos a leyes y regulaciones del trabajo.
<b>2.1.</b> Información del sitio.	Documentos relativos a los permisos acerca de la calidad del agua.
<b>2.1.1.</b> Información del sitio.	Documentos con la historia y localidad de la EAZ
<b>2.2.</b> Presencia de especies de tilapia naturales o establecidas.	Documentos que demuestren la presencia de especies de tilapia naturalmente producidas en la EAZ.
<b>2.5.</b> Monitoreo de las aguas de reserva.	Documentos que demuestren los análisis de la calidad de las aguas de reserva.
<b>4.1.</b> Escape de las instalaciones de acuicultura.	Presencia de barreras de entrada o salida en las jaulas para evitar el escape de peces
<b>6.1.</b> Escape de las instalaciones de acuicultura.	Presencia de barreras de entrada o salida que estén registradas para su reparación.
<b>6.3.</b> Mortalidad.	Presencia de trampas instaladas en el canal de drenaje para evitar el escape de peces Registros que demuestren la mortalidad de peces (diario)

Cuadro 2. Criterios que la EAZ no cumplió (cont.).

Criterio	No cumplió
6.4. Manejo de la salud de los peces.	Plan de salud para los peces
7.3. Discriminación en el ambiente de trabajo.	Evidencia de prácticas proactivas de antidiscriminación.
7.7. Acciones disciplinarias.	Evidencias de no infringir las políticas y procedimientos disciplinarios.
7.8. Acciones responsables de planes y políticas.	Evidencia de la implementación de un plan de acción correctivo de problemas asociados con el trabajo. Evidencia de la implementación de un plan de acción emergente de actividades internas de monitoreo. Evidencia en la implementación de políticas de resolución de conflictos y reclamos justos por parte de los empleados.



La EAZ no tiene (en digital o en duro) ningún tipo de documento legal donde se indiquen leyes para el uso sostenible de la tierra y el agua, leyes de impuestos, leyes y regulaciones del trabajo. Estas leyes y regulaciones son: Ley General del Ambiente, Reglamento General del Ambiente, Reglamento de Salud Ambiental, Código de Salud, Código del Comercio y Código del Trabajo. Estos documentos se pueden encontrar en digital en las páginas Web del Gobierno de Honduras (anexo 14). La EAZ no cumple con las Normas de Calidad para Descarga de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores (anexo 15).

La EAZ no tiene registros que demuestren que los alevines de tilapia son producidos naturalmente en las aguas de reserva. Un registro aceptable es demostrar en documentos, digitales o en duro, los estanques o pilas de concreto que están siendo utilizados para la reproducción natural de alevines de tilapia. Además se debe identificar la forma de reproducción (natural o artificial), para tener más control sobre las pilas de reproducción artificial y evitar el entrecruzamiento genético causando la pérdida del hábitat natural.

La EAZ no cuenta con ninguna trampa que evite que los peces o alevines se escapen. El escape de peces es muy peligroso para el hábitat natural, ya que estos son transmisores de enfermedades y pueden entrar en competencia con especies nativas.

Las especies exóticas invasoras al no encontrar, en su nuevo hábitat, sus predadores y parásitos naturales, se expanden con mucha rapidez, destruyendo el hábitat natural de la población silvestre (TED citado por Sociedad de Biología de Chile 2010).

La EAZ no tiene registros diarios que demuestren la mortalidad de peces y no tienen evidencia de deshacerse de los peces de una forma aceptable. Es muy importante, para una finca acuícola, eliminar los peces muertos de una forma aceptable. Esto previene la expansión de enfermedades y patógenos a animales y humanos, así mismo ayuda a disminuir la cantidad de depredadores en la finca. Se consideran formas aceptables de deposición aquellas que se encuentran alejadas de la granja acuícola y que se encuentran enterradas a más de un metro. Otra forma aceptable de deposición es arrojar los desperdicios en algún tipo de compostera.

La EAZ no tiene un plan de salud para peces. Tener un plan de salud para peces es muy importante, ya que evita cualquier transferencia de patógenos entre peces. Estos planes varían de acuerdo a las zonas y también de acuerdo al tamaño de la finca acuícola. Algunos de los puntos clave que debe tener un plan de salud son: organismos cultivados en excelente estado de salud, las enfermedades en las granjas acuícolas deben ser mitigadas, medidas de precaución y de bioseguridad para evitar la introducción de patógenos, promover la investigación de enfermedades más comunes en el hábitat natural cercano a las fincas acuícolas (UICN 2007).

Para poder certificar una granja acuícola se necesitan evidencias en duro que estén en los archivos de la finca, y al momento de hacer una auditoria se tenga todos los documentos en orden. La EAZ maneja la parte social de buena manera, pero no tienen evidencias en duro. Algunas de estas evidencias son: reportes escritos de discriminación en el ambiente de trabajo, reportes escritos de acciones disciplinarias y reportes escritos de planes y políticas del trabajo.

La EAZ no contaba con documentos que demuestren la historia del sitio y la localidad. Pero en el mes de Marzo del 2010 se realizó un documento completo y válido, indicando los criterios ya mencionados (anexo 16).

La EAZ no contaba con documentos del monitoreo de la calidad de las aguas de reserva, sin embargo durante el trabajo se realizaron los respectivos análisis de la calidad del agua para obtener un documento completo y válido de la calidad del agua en la EAZ (anexo 17).

En el cuadro 3 se observan los resultados numéricos que obtuvo la EAZ gracias a los análisis de la calidad del agua, medición de fuentes de nitrógeno y fósforo, porcentaje de peces machos y aspectos sociales.

Cuadro 3. Resultados numéricos de la EAZ respecto a los criterios especificados en el manual de la WWF.

<b>Criterio</b>	<b>Indicador</b>	<b>EI</b>	<b>EAZ</b>
<b>Criterio 2.3:</b> Los efectos de la eutrofización en las aguas de reserva.	Oxígeno disuelto por la mañana, con su respectiva temperatura.	≤ 65%	64±7% a 25 °C (época seca) 23±8% a 23 °C (época lluviosa)
<b>Criterio 2.4:</b> Calidad del agua en aguas de reserva oligotróficas.	Límite de visibilidad, con el disco Secchi.	10 m	0.26±1 m (época seca} 0.16±2 m (época lluviosa)
	Límite de concentración total de fósforo.	≤ 20 µg/L	360 µg/L 5±2 µg/L (época seca} 4±1 µg/L (época lluviosa)
	Límite de concentración total de clorofila a.	≤ 4.0 µg/L	
	Total de P añadido al sistema de cultivo por Tm. pez/año.	≤ 27 Kg.	Sin Datos
<b>Criterio 3.1:</b> Utilización eficiente de los nutrientes.	Total de P liberado del sistema de cultivo por Tm. pez/año.	≤ 20 Kg.	Sin Datos
	Cálculo y verificación de la cantidad total de N aplicado al sistema de cultivo.	KgN/Tm. pez/año	Sin Datos
	Cálculo y verificación de la cantidad total de N liberado del sistema de cultivo.	KgN/ Tm. pez/año	Sin Datos
	Distancia mínima entre el fondo de las jaulas y el fondo de las aguas donde las jaulas están instaladas.	≥ 3.0 m	1 m
<b>Criterio 4.1:</b> Escape de las instalaciones de acuicultura.	% mínimo de peces machos en la unidad de cultivo.	95%	97%

Cuadro 3. Resultados numéricos de la EAZ respecto a los criterios especificados en el manual de la WWF (cont.).

<b>Criterio</b>	<b>Indicador</b>	<b>EI</b>	<b>EAZ</b>
<b>Criterio 5.3:</b> Uso de energía.	Identificación de fuentes de energía, cálculo y verificación del total de energía usado en las instalaciones.	kJ/Tm. pez/año	111,500,648.540468 kJ/año (30,972.4 Kwh/año)
<b>Criterio 6.1:</b> Recuperación de tilapia almacenada.	Porcentaje recuperado de peces en las estaciones de producción después de que ellos lleguen a un tamaño de 100 gramos.	≥ 65	90
<b>Criterio 6.2:</b> Químicos.	Tiempo mínimo que necesita de reposo un lugar de agua donde los peces fueron alimentados con alimento hormonado que contenga etil o metil testosterona.	≥ 48 horas	≤ 48 horas
<b>Criterio 7.1:</b> Niños trabajando.	Número de niños trabajando.	0	0
<b>Criterio 7.2:</b> Trabajo forzado.	Número de incidencias de trabajo forzado.	0	0
<b>Criterio 7.3:</b> Discriminación en el ambiente de trabajo.	Número de incidencias de discriminación.	0	0
<b>Criterio 7.4:</b> Salud y seguridad de los trabajadores.	Porcentaje de empleados entrenados en prácticas, procedimientos y políticas de salud y seguridad.	100%	0%
	Porcentaje registrado y acciones correctivas para mitigar accidentes relacionados a la salud y seguridad.	100%	0%

Cuadro 3. Resultados numéricos de la EAZ respecto a los criterios especificados en el manual de la WWF (cont.).

<b>Criterio</b>	<b>Indicador</b>	<b>EI</b>	<b>EAZ</b>
<b>Criterio 7.5:</b> Sueldos, horas extra y horas de trabajo.	El porcentaje de empleados que reciben sueldos decentes y justos. Incidencias de abuso en horas de trabajo y en las leyes de horas.	100% 0	0% 0
<b>Criterio 7.6:</b> Libertad de negociación.	Incidencia de que los empleados han perdido la libertad de negociar con su jefe.	0	0
<b>Criterio 7.7:</b> Acciones disciplinarias.	Incidencias de indisciplina por parte de los empleados.	0	0

El Lago de Monteredondo cuenta con una profundidad máxima de dos metros, esta profundidad está ubicada en el centro del Lago, aquí se encuentran 29 jaulas pequeñas de  $1\text{m}^3$ , por lo tanto el fondo de las jaulas están distantes un metro del fondo del lago cuando deberían estar distantes a más de tres metros.

Las pilas de concreto que son usadas para la reversión sexual de la tilapia con alimento hormonado ( $\alpha$  metil-testosterona), no tienen un reposo mayor a 48 horas. El uso de hormona en las fincas acuícolas debe ser utilizado bajo estricta supervisión del jefe inmediato y manipularse con mucho cuidado. Así mismo se debe desinfectar todo estanque donde se haya aplicado hormona, para evitar la contaminación de las aguas de reserva. Estas acciones deben además estar debidamente documentadas.

Como ya se mencionó anteriormente, para poder certificar una granja acuícola se necesitan evidencias en duro que estén en los archivos de la finca. La EAZ maneja la parte social de buena manera, pero no tienen evidencias en duro. Algunas de estas evidencias son: registros que demuestren que los empleados tienen prácticas de salud y seguridad, registros de acciones correctivas para mitigar accidentes relacionados a la salud y seguridad, evidencia de que los empleados tengan seguro para accidentes y evidencia de que los empleados reciben sueldos decentes y justos.

En época lluviosa la EAZ obtuvo un promedio de 23% de Oxígeno Disuelto con una desviación estándar de 7.54%, en la zona de mezcla del Lago de Monteredondo, a una temperatura promedio del agua de  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Mientras que en época seca obtuvo un promedio de 64% de Oxígeno Disuelto con una desviación estándar de 6.57% a una temperatura promedio del agua de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se puede observar que en las dos épocas, la EAZ se mantiene en el rango, pero se debe tener cuidado en la época seca ya que se acercó al límite en el Estándar Internacional ( $\leq 65\%$ ).

La concentración total de fósforo de la muestra analizada de la EAZ en el Lago de Monteredondo es de  $360\text{ }\mu\text{g/L}$ . Este valor es alto respecto al límite máximo que permite el Estándar Internacional ( $\leq 20\text{ }\mu\text{g/L}$ ). Se observa claramente que existe una elevada concentración de nutrientes en el sistema. Estos nutrientes son añadidos en forma de fertilizante y en forma de alimento. Por lo que se debe tener cuidado al momento de alimentar y fertilizar el sistema de cultivo. Además las aguas que entran al sistema provienen de la finca de ordeño y de la finca porcícola, por lo que ya vienen con una elevada carga de nutrientes.

En época lluviosa la EAZ obtuvo un promedio de  $3.99\text{ }\mu\text{g/L}$  de clorofila a con una desviación estándar de  $1.47\text{ }\mu\text{g/L}$ , en la zona de mezcla del Lago de Monteredondo. Mientras que en época seca obtuvo un promedio de  $5.22\text{ }\mu\text{g/L}$  con una desviación estándar de  $2.22\text{ }\mu\text{g/L}$ . Se puede observar que la EAZ, en época seca, no cumple con el rango permisible ( $\leq 4\text{ }\mu\text{g/L}$ ).

No se obtuvieron datos de los nutrientes añadidos y liberados del sistema. La casa comercial ALCON que produce alimento balanceado y suministra de este a la EAZ no proporcionó datos de porcentajes de fósforo y nitrógeno que contienen sus respectivos tipos de alimento (32, 38 y 45 % de proteína cruda). Otra forma de obtener estos datos es

mediante un análisis de laboratorio, pero por falta de recursos económicos no se realizaron dichos análisis.

Es muy importante observar la cantidad de machos y hembras que existe en el sistema de cultivo, para así obtener el porcentaje de machos y observar si la hormona,  $\alpha$  - metil testosterona, está funcionando. Este criterio se cumplió gracias a un muestreo que se realizó (solo para sexado de peces). El porcentaje de machos en la EAZ es del 97%. Es necesario continuar con los muestreos y su registro para demostrar el cumplimiento de este criterio aunque estadísticamente hablando la proporción de peces machos no fue mayor al 95% ( $t = 0.909$ ; g.l. = 99;  $p = 0.213$ ).

El consumo de energía en la EAZ es de aproximadamente 111,500,648.5 kJ/año o su equivalente 30,972.4 Kwh/año, con un tiempo aproximado de operación de 72,648 horas anuales. El criterio por ahora pide sólo controlar este punto por lo que se debe mantener registro de la medición. Este punto se facilitará con el contador que fue instalado en el mes de Mayo del 2010.

En los criterios del principio 7 (7.1 al 7.7) varios valores aparecen como 0, no porque no se cumplan en sí, sino porque no existe evidencia escrita en la EAZ.

## **5. CONCLUSIONES**

- Se definen tres tipos de actividades requeridas para certificar la Estación de Acuicultura de Zamorano según los estándares de la WWF: actividades de mantenimiento, actividades para instaurar mejoras y actividades por sistematizar.
- Si bien la Estación de Acuicultura de Zamorano no cumple con todos los Estándares Internacionales que están definidos en el manual de la WWF, las actividades que debe realizar, definidas en el punto anterior, son lo suficientemente simples para que en un año pueda iniciar un proceso de certificación.



## 6. RECOMENDACIONES

- La EAZ debe mantener en duro y en digital los siguientes documentos legales: Ley General del ambiente, Código de Salud, Reglamento General del Ambiente, Reglamento de Salud Ambiental, Código de Comercio y Código de Trabajo.
- La Estación de Acuicultura de Zamorano puede realizar análisis físicos, químicos y bacteriológicos del agua cada seis meses, para que cumplan con la Norma Técnica de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado (2005). Se debe mantener un registro de estos análisis.
- Crear un registro de todos los estanques que están siendo utilizados para la reproducción de alevines de tilapia y que van a ser usados para fines productivos en la EAZ. Así mismo crear un registro de los estanques que están siendo utilizados para la reproducción de alevines de tilapia para la venta.
- Monitorear y llevar un registro diario del oxígeno disuelto y la temperatura de las aguas de reserva.
- Diseñar trampas, que eviten el daño o la mortalidad de los peces, y colocarlas en los canales de drenaje, para luego regresar los peces o alevines que se escaparon, al lugar de origen. Además crear un registro donde se demuestre que se les da mantenimiento a dichas trampas.
- En todas las actividades de muestreos de población se debe registrar en hojas de cálculo de Excel el tipo de sexo de cada pez y así poder sacar el % de esterilidad, para determinar si el uso de la hormona está siendo efectivo.
- Hacer un monitoreo escrito (diario) del uso correcto de transporte para evitar que la tilapia se escape e invada la población silvestre de las aguas de reserva.
- Invertir en un molino de buena calidad, ya que el actual está muy viejo, la calidad de molienda es mala y se toma mucho tiempo en realizar su trabajo. Además se debe de reparar las fugas de los aireadores que suplen de oxígeno al sistema de cultivo.
- Llevar un registro diario de la cantidad de alimento y fertilizante que se añade al sistema de cultivo.
- Dejar en reposo y cubrir de plástico las pilas de concreto, que contienen hormona  $\alpha$  - metil testosterona, un tiempo aproximado de 2 días, para que se evapore cualquier sustancia tóxica.

- Realizar un monitoreo escrito (diario) de cuantos peces mueren en la finca y transportar el pescado muerto a la Estación de Aves para que lo usen en su compostera. Documentar cada evento.
- Diseñar e implementar un plan de salud para los peces.
- Dar charlas semanales de ética y valores a los empleados. Así mismo tener documentos que registren el cumplimiento de estas prácticas proactivas.
- Mantener registros que demuestren el entrenamiento de los empleados en prácticas, procedimientos y políticas de salud y seguridad. Se recomienda pedir a los entrenadores algún tipo de documento y tener copias de dicho documento en la EAZ.
- Elaborar un plan relacionado a la salud y seguridad para el personal.
- Sacar copias del carnet de seguro de vida de los empleados y tenerlos archivados en la EAZ.
- Documentar, en los archivos de la EAZ, el salario de los empleados.
- Solicitar un informe escrito (mensual) a los empleados para demostrar que no abusan de ellos en las horas de trabajo.
- Se recomienda que el jefe inmediato de los empleados haga un reporte por escrito (mensual) de actos de indisciplina por parte de los empleados.
- Implementar un plan de acción para los problemas asociados con el trabajo. Este plan lo deben elaborar todos los actores involucrados en la finca acuícola, desde el jefe superior hasta los empleados de mas bajo rango, para discutir diferentes puntos de vista y llegar a un acuerdo conjunto.

## 7. LITERATURA CITADA

Aquaculture Production Technology Ltd. 2006. Tilapia del Nilo (en línea). Kiriati Bialik, Israel. Consultado 23 Junio 2010. Disponible en:

[http://www.aquaculture.co.il/Getting\\_started/S\\_glossary.html](http://www.aquaculture.co.il/Getting_started/S_glossary.html).

Andersen, M. 2003. ¿Es la certificación algo para mí? - Una guía práctica sobre por qué, cómo y con quién certificar productos agrícolas para la exportación. San José, Costa Rica. 32 p.

Boyd, CE. 1979. Water quality in warmwater fish ponds. Auburn University, Agricultural Experiment Station, Alabama, USA. 359 p.

Boyd, CE. 1982. Water quality management for pond fish culture. Auburn University, Agricultural Experiment Station, Alabama, USA. 318 p.

Boyd, CE; Green, B. 1998. Dry matter, ash, and elemental composition of pond-cultured tilapia (*Oreochromis aureus* and *O. niloticus*). J. World Aquacult. Soc., 29: 125-128.

Castro, E. 2005. La Competitividad de los Países en Desarrollo: La Importancia de la Certificación Internacional. Tegucigalpa, Honduras. 29 p.

CCAD; PROSIGA. 2003. Sistema Centroamericano de Acreditación y Certificación Ambiental. 50 p.

Ciencia Popular. 2010. Agua dulce (en línea). Consultado 23 Junio. 2010. Disponible en: [http://www.cienciapopular.com/n/Ecologia/El\\_Agua/El\\_Agua.php](http://www.cienciapopular.com/n/Ecologia/El_Agua/El_Agua.php).

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. 2010. Leyes de Honduras (en línea). Consultado 23 Junio 2010. Disponible en: <http://www.ccad.ws/legislacion/Honduras.html>.

Egna, HS; Boyd, CE. 1997. Dynamics of Pond Aquaculture. Boca Raton, Florida. 437 p.

FAO. 2010. Visión general del sector acuícola nacional: Honduras (en línea). Consultado 23 Junio 2010. Disponible en: [Http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_honduras/es](Http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_honduras/es).

HACH COMPANY. 2005. Manual de procedimientos (en línea). Consultado 27 Febrero. 2010. Disponible en <http://www.hach.com>.

Hepher, B; Pruginin, Y. 1991. Cultivo de peces comerciales. Basado en las experiencias de las granjas piscícolas en Israel. México D.F., México. 316 p.

IFOAM Japón; RUTA. 2004. The Japanese Market for Environmentally and Socially Certified Agricultural Products from Central America. San José, Costa Rica. 35 – 39.

International Resources Group; Centro Nacional de Producción Más Limpia de Honduras. 2009. Guía de Producción más Limpia para el cultivo y procesamiento de tilapia. Tegucigalpa, Honduras. 104 p.

Jenkins, D; Snoeyink, V; Ferguson, F; Leckie, J. 1983. Química del agua. Manual de laboratorio. México D.F., México. 175-178.

Meyer, D; Castillo, C. 2006. Acuicultura. Manual de prácticas. El Zamorano, Honduras. 111 p.

Meyer, D. 2006. Introducción a la Acuicultura. El Zamorano, Honduras. 159p

Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific. 2010. Aquaculture certification (en línea). Consultado 17 Julio 2010. Disponible en:  
[http://www.enaca.org/content.php?page=Aquaculture\\_Certification](http://www.enaca.org/content.php?page=Aquaculture_Certification).

Rubin, R. 1976. La piscifactoría. Cría industrial de los peces de agua dulce. México D.F., México. 183 p.

SAG. 2010. Exportaciones de tilapia (en línea). Tegucigalpa, Honduras. Consultado 23 Junio 2010. <http://www.sag.gob.hn>.

UICN; PNUMA; WWF. 1991. Cuidar la tierra. Estrategias para el futuro de la vida. Gland, Suiza. 160 – 162.

WWF. 2009. International Standards for Responsible Tilapia Aquaculture. “World Wildlife Fund” Inc., Washington, D.C., USA. 22 p.

WWF. 2010(a). Acuicultura (en línea). Consultado 23 Junio. 2010. Disponible en:  
[http://www.chile.panda.org/que\\_hacemos/reduciendo\\_impactos/acuicultura](http://www.chile.panda.org/que_hacemos/reduciendo_impactos/acuicultura).

WWF. 2010(b). Historia de la WWF (en línea). Consultado 23 Junio. 2010. Disponible en: <http://wwf.panda.org/es/acerca/historia>.

WWF. 2010(c). Programa de agua dulce (en línea). Consultado 23 Junio. 2010. Disponible en: [http://www.wwfca.org/nuestro\\_trabajo/agua\\_dulce](http://www.wwfca.org/nuestro_trabajo/agua_dulce).

WWF. 2010(d). International Standards for Responsible Tilapia Aquaculture (en línea). Consultado 23 Junio 2010. Disponible en:

<http://www.worldwildlife.org/what/globalmarkets/aquaculture/WWFBinaryitem14693.pdf>.

Xu, Z. 2007. Nitrogen, phosphorus, and energy waste outputs of four marine cage-cultured fish fed with trash fish. Guangzhou, China. 130-141.

Zelaya, O. 1998. Análisis de la calidad del agua en cultivos comerciales de Tilapia en Honduras. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras. 35 p.

## 8. ANEXOS

Anexo 1. Manual modificado de los Estándares Internacionales para un Cultivo Sostenible de Tilapia de la “World Wildlife Fund”.

**PRINCIPIO 1:** Obedecer la ley y cumplir con todas las regulaciones nacionales y locales.

**IMPACTO:** Operaciones en la granja acuícola que, intencional o no intencionalmente, violan la ley.

INDICADOR	EI	EAZ
<b>Criterio 1.1: Evidencia conforme a lo legal.</b>		
Presencia de documentos donde se indican leyes para el uso sostenible de la tierra y el agua.	Si	No
Presencia de documentos donde se indican todas las leyes de impuestos.	Si	No
Presencia de documentos donde se indican todas las leyes y regulaciones del trabajo.	Si	No
Presencia de documentos donde se indican permisos acerca de la calidad del agua.	Si	No

**PRINCIPIO 2:** Manejar el sitio donde se encuentra la granja acuícola para conservar el hábitat natural y la biodiversidad local.

**IMPACTO:** Granjas de tilapia que están mal situadas pueden interrumpir el hábitat de la población nativa de peces, aumentar la eutrofización en las aguas receptoras y causar la pérdida del hábitat natural.

INDICADOR	EI	EAZ
<b>Criterio 2.1: Información del sitio.</b>		
Localidad del sitio, historia y matriz administrativa de actividades (completa y válida)	Si	No
<b>Criterio 2.2: Presencia de especies de tilapia naturales o establecidas.</b>		
Mostrar que las especies de tilapia son naturalmente producidas en las aguas de reserva,	Si	No
antes del 1ero de Enero del 2008.		
En África, demostrar que las especies de tilapia son establecidas y naturalmente reproducidas	Si	No aplica
en las aguas de reserva receptoras.		

**Criterio 2.3: Los efectos de la eutrofización.**

64±7% a 25 °C (época  
seca)  
23±8% a 23 °C (época  
lluviosa)

El oxígeno disuelto por la mañana con la específica salinidad y temperatura de las aguas de reserva.

≤ 65%

**Criterio 2.4: Calidad del agua en aguas de reserva oligotróficas.**

0.26±1 m (época seca}  
0.16±2 m (época  
lluviosa)

Límite de visibilidad, con el disco Secchi, en las aguas de reserva.

10 m

Límite de concentración total de fósforo en las aguas de reserva.

≤ 20 µg/L 360 µg/L

5±2 µg/L (época seca}  
4±1 µg/L (época  
lluviosa)

Límite de concentración total de clorofila a en las aguas de reserva.

≤ 4.0 µg/L

Matriz completa y validada del monitoreo de la calidad de las aguas de reserva.

Si No

**Criterio 2.6: Conservación del pantano.**

No aplica (La EAZ no tiene pantano)

---

**PRINCIPIO 3:** Conservar el recurso agua

**IMPACTO:** La tilapia en la acuicultura puede involucrarse con la calidad del agua, especialmente cuando los nutrientes son suplidos y no son capturados por la biomasa de la tilapia. Si se utilizara eficientemente los fertilizantes y el alimento preparado, se conservarían las aguas de reserva donde se descargan los efluentes de las granjas acuícolas.

<b>INDICADOR</b>		<b>EI</b>	<b>EAZ</b>
<b>Criterio 3.1: Utilización eficiente de los nutrientes.</b>			
La cantidad total de fósforo añadido al sistema de cultivo por tonelada métrica de pescado producido al año.	$\leq 27$ Kg.	Sin Datos	
La cantidad total de fósforo liberado del sistema de cultivo por tonelada métrica de pescado producido al año.	$\leq 20$ Kg.	Sin Datos	
Cálculo y verificación de la cantidad total de nitrógeno aplicado al sistema de cultivo.	Kg N / t pez / año	Sin Datos	
Cálculo y verificación de la cantidad total de nitrógeno liberado de la actividad acuícola.	Kg N / t pez / año	Sin Datos	
<b>Criterio 3.2: Salinidad del agua subterránea.</b>			
No aplica (La EAZ no utiliza agua de pozo)			

**PRINCIPIO 4:** Conservar la diversidad de especies y la población silvestre.

**IMPACTO:** La tilapia se escapa de las instalaciones en funcionamiento de la acuicultura y son vectores de enfermedades en el ambiente de las aguas de reserva, o pueden ser competencia de especies nativas de tilapia u otros peces. La manipulación o transferencia de genes de una especie a otra (transgénicos) pueden producir más resistencia y vigor a la especie de tilapia, sin embargo, este vigor puede dejar fuera de competencia a la tilapia de los peces nativos.

<b>INDICADOR</b>		<b>EI</b>	<b>EAZ</b>
<b>Criterio 4.1: Escape de las instalaciones de acuicultura.</b>			
Presencia de mallas, redes, barreras de entrada o salida de recipientes como: estanques, tuberías y jaulas. (Tamaño apropiado para mantener los peces almacenados)		Si	No
Presencia de mallas, redes y barreras permanentes que estén inspeccionadas y registradas para		Si	No



su reparación y/o mitigación		
Presencia de trampas instaladas en el canal de drenaje de los efluentes o entre las jaulas para registrar y encontrar acciones a tomar para peces que se escapan.	Si	No
En las jaulas del sistema de cultivo, la distancia mínima entre el fondo de la jaula y el fondo de las aguas donde las jaulas están instaladas.	≥ 3.0 m	1 m
El porcentaje mínimo de machos o peces estériles en la unidad de cultivo.	95%	97%
<b>Criterio 4.2: Transporte de tilapia viva.</b>		
Presencia y evidencia del uso de un correcto transporte de peces donde no puedan escapar.	Si	Si
<b>Criterio 4.3: Pescado transgénico.</b>		
Permitir el cultivo de tilapia transgénica.	No	No
<b>Criterio 4.4: Control de depredadores.</b>		
Mortalidad de la lista roja de especies de la UICN.	0	0

**PRINCIPIO 5:** Uso responsable de los recursos.

**IMPACTO:** La utilización de los recursos para la producción de tilapia puede tener un impacto negativo en el ambiente. Peces silvestres son usados como fuente para ingredientes de concentrado como harina de pescado y/o aceite, estos pueden originarse de reserva de peces que están siendo acabadas o que están en situación no óptimas de salud. Adicionalmente el consumo de energía puede contribuir a formas de contaminación y cambio climático.

**Criterio 5.1: Uso de peces silvestres para alimento (harina de pescado y aceite)**

**Criterio 5.2: Preferencia por mejores industrias alimenticias.**

No aplica (La EAZ no consume ni produce harina y aceite de pescado)

**INDICADOR**

**EI**

**EAZ**

**Criterio 5.3: Uso de energía.**

Identificación de fuentes de energía, cálculo y verificación del total de energía usado en las instalaciones de la estación de Acuicultura.	kilojoules / Tm. pez / año	111,500,648.540468 kJ/Tm/año (30,972.4 Kwh/año)
---	----------------------------	---

**PRINCIPIO 6:** Manejar la salud de los peces y el bienestar ambiental de una manera responsable.

**IMPACTO:** El cultivo de tilapia bajo condiciones de estrés puede llevar a la transferencia de enfermedades o a la amplificación de enfermedades en las aguas de reserva. Adicionalmente, el uso constante de químicos en el cultivo de tilapia no solo resulta en la contaminación de residuos químicos, sino pueden estimular o introducir antibióticos resistentes a las bacterias en las aguas de reserva, el cual pueden potencialmente tener un efecto negativo en el ecosistema local.

<b>INDICADOR</b>		<b>EI</b>	<b>EAZ</b>
<b>Criterio 6.1: Recuperación de tilapia almacenada.</b>			
Porcentaje recuperado de peces almacenados en las estaciones de producción después de que ellos lleguen a un tamaño de 100 gramos.		≥ 65	90
<b>Criterio 6.2: Químicos.</b>			
Permiso para el uso de químicos y medicinas para el control de pestes y enfermedades que son prohibidos en los países productores o importadores.		Ninguno	Ninguno
Permiso para el uso de antibióticos, antes de cualquier evidencia de problemas de enfermedad.		Ninguno	No aplica
Mínimo tiempo que necesita de reposo un lugar de agua donde los peces fueron alimentados con alimento hormonado que contenga etil o metil testosterona.		≥ 48 horas	≤ 48 horas
Registros de salud de todas las medicinas que son usadas por prescripción de un veterinario o de un profesional de la salud de los peces.		Si	No aplica

Cálculo y verificación de la cantidad total de cada antibiótico (ingrediente activo) usado por cada tonelada métrica de pez producido al año.	Medido en kilogramos de ingrediente activo de antibiótico individual por tonelada métrica de pez producido al año.	No aplica
---	--	-----------

**Criterio 6.3: Mortalidad.**

Presencia de registros que demuestren la mortalidad de peces (diariamente)

Si No

Evidencia que proviene de deshacer pescado muerto de una manera aceptable.

Si No

**Criterio 6.4: Manejo de la salud de los peces.**

Presencia y evidencia de la implementación de un plan de salud para los peces el cual contenga métodos efectivos para 1) proteger la granja de la introducción de patógenos, 2) prevenir el esparcimiento de patógenos dentro de la granja y de las aguas de reserva 3) reducir el desarrollo potencial de enfermedades.

Si No

---

**PRINCIPIO 7: Ser socialmente responsables.**

**IMPACTO:** La acuicultura es una industria de trabajo intensivo y a menudo es el respaldo de comunidades donde las granjas están ubicadas. Por lo tanto, no se puede ser sostenible ambientalmente, sino se toma en cuenta la seguridad de los trabajadores en la granja.

---

**INDICADOR**

**Criterio 7.1: Niños trabajando.**

Número de niños trabajando.

**EI EAZ**

0 0

<b>Criterio 7.2: Trabajo forzado.</b>			
Número de incidencias de trabajo forzado.	0	0	0
<b>Criterio 7.3: Discriminación en el ambiente de trabajo.</b>			
Número de incidencias de discriminación.	0	0	No
Evidencia de prácticas proactivas de antidiscriminación.	Si		
<b>Criterio 7.4: Salud y seguridad de los trabajadores.</b>			
Porcentaje de empleados entrenados en prácticas, procedimientos y políticas de salud y seguridad.	100%	0%	0%
Porcentaje registrado y acciones correctivas para mitigar accidentes relacionados a la salud y seguridad.	100%	0%	0%
Evidencia de que los empleados tengan seguro para accidentes.	100%	0%	0%
<b>Criterio 7.5: Sueldos, horas extra y horas de trabajo.</b>			
El porcentaje de empleados que reciben sueldos decentes y justos.	100%	0%	0%
Incidencias de abuso en horas de trabajo y en las leyes de horas.	0	0	0
<b>Criterio 7.6: Libertad de negociación.</b>			
Incidencia de que los empleados han perdido la libertad de negociar con su jefe.	0	0	0
<b>Criterio 7.7: Acciones disciplinarias.</b>			
Incidencias de indisciplina por parte de los empleados.	0	0	0
Evidencias de no infringir las políticas y procedimientos disciplinarios.	Si	Si	Si
<b>Criterio 7.8: Acciones responsables de planes y políticas.</b>			
Evidencia de la implementación de un plan de acción correctivo (anualmente actualizado) de problemas asociados con el trabajo y el monitoreo interno de actividades de trabajo.	Si	Si	No
Evidencia de la implementación de un plan de acción emergente (anual o más frecuente) de actividades internas de monitoreo.	Si	Si	No

Evidencia en la implementación de políticas de resolución de conflictos y reclamos justos y transparentes por parte de los empleados con respuesta mínima de tres meses después de recibir el reclamo. Si No

**Criterio 7.9: Condiciones de vida para los empleados (si los trabajadores viven en la granja)**

No aplica (Los empleados no viven dentro de la granja acuícola)

**Criterio 7.10: Relaciones e interacciones con la comunidad.**

No aplica (La AES no está dentro de una comunidad)

---

Anexo 2. Foto satelital de la EAZ con sus respectivas entradas y salidas de agua (puntos donde se tomaron análisis de la calidad del agua)



Fuente: Google Earth (2003), adaptado por el autor

- Punto 1:** entrada de agua al Lago proveniente de la finca de Ordeño
- Punto 2:** zona de mezcla donde se cultiva la tilapia
- Punto 3:** salida de agua al Río Yeguaré

## Anexo 3. Parámetros físicos y químicos del agua.

<b>Parámetro</b>	<b>Aparato o procedimiento</b>	<b>Frecuencia del análisis (época seca y época lluviosa durante siete días)</b>
Oxígeno disuelto (mg/L)	Medidor (YSI 85)	Diario (7 a.m. y 1 p.m.)
Temperatura (°C)	Medidor (YSI 85)	Diario (7 a.m. y 1 p.m.)
Sólidos sedimentables (ml/L)	Materia sedimentable	Diario (7 a.m. y 1 p.m.)
Turbidez (cm)	Visibilidad del disco Secchi	Diario (1 p.m.)
Clorofila a (µg/L)	Análisis de plancton	Diario (3 p.m.)
Fosfato (ug/L)	Colorimetría	Una vez durante el análisis
Amoniaco (ug/L)	Nessler	Diario (3 p.m.)

Anexo 4. Oxígeno disuelto y temperatura del Lago de Monteredondo en época seca y en época lluviosa.

<b>Época seca en Lago de Monteredondo (zona de mezcla)</b>								<b>Promedio</b>
<b>Día</b>	1	2	3	4	5	6	7	-
<b>OD (mg/L)</b>	6.3	5.21	5.45	5.54	6.5	5.41	6.67	5.87
<b>ODc (mg/L)</b>	5.74	4.74	4.96	5.04	5.92	4.93	6.07	5.34
<b>OD%</b>	69.03	57	59.65	60.61	71.19	59.29	73	<b>64.25±7</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	25	24	25	25	25	26	24	<b>24.86</b>

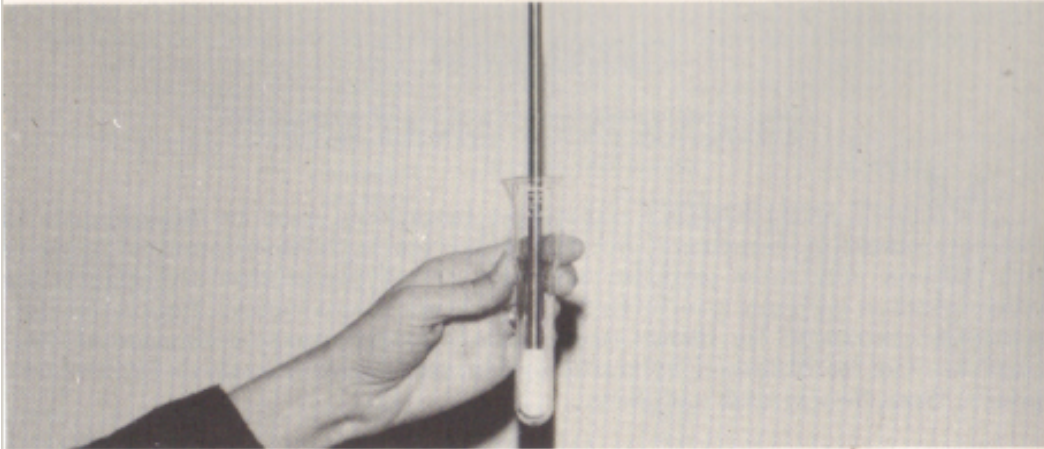
<b>Época lluviosa en Lago de Monteredondo (zona de mezcla)</b>								<b>Promedio</b>
<b>Día</b>	1	2	3	4	5	6	7	-
<b>OD (mg/L)</b>	1.33	2.43	2.21	1.12	2.11	3.09	2.56	2.12
<b>ODc (mg/L)</b>	1.21	2.21	2.01	1.02	1.92	2.81	2.33	1.93
<b>OD%</b>	14.55	26.58	24.17	12.27	23.09	33.79	28.01	<b>23.21±8</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	23	24	23	22	23	24	23	<b>23.14</b>



Anexo 5. Turbidez del Lago de Monteredondo en época seca y en época lluviosa.

<b>Época seca (aguas de reserva)</b>								<b>Promedio</b>
<b>Visibilidad del Disco Secchi</b>	27	26	26	28	25	27	26	<b>26.43±1</b>
<b>Época lluviosa (aguas de reserva)</b>								<b>Promedio</b>
<b>Visibilidad del Disco Secchi</b>	15	17	19	14	20	14	17	<b>16.57±2</b>

## Anexo 6. Extracción de Clorofila a.



**FIG. 13.1.** Tissue grinder used in chlorophyll *a* analysis. A small electric drill is used to rotate the pestle.

$$(13.1) \quad \text{Chlorophyll } a \text{ in } \mu\text{g/liter} = 11.9(A_{665} - A_{750}) \frac{V}{L} \times \frac{1,000}{S}$$

where

$A_{665}$  = the absorbance at 665 nm

$A_{750}$  = the absorbance at 750 nm

$V$  = the acetone extract in ml

$L$  = the length of light path in the spectrophotometer in cm

$S$  = the volume in ml of sample filtered.

This equation was given by Vollenweider (1969).

#### Comments

After use, the glassware must be carefully cleaned to prevent contamination with residue from the Millipore filter. Rinse in technical grade acetone and wash in hot detergent solution. Rinse in tap water and again with technical grade acetone. Finally, rinse in distilled or deionized water.

Fuente: Boyd 1979.



## Anexo 8. Extracción del amoniaco (método Nessler).

## Nitrógeno, Amoniacal

★ Método 8038

Método Nessler <sup>1</sup>  
(0.02–2.50 mg/L NH<sub>3</sub>-N)

**Campo de aplicación:** Para agua, aguas residuales y agua de mar; necesita destilación para aguas residuales y agua de mar; aceptado por la USEPA (United States Environmental Protection Agency – Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.) para análisis de aguas residuales (necesita destilación). Véase Destilación abajo.

<sup>1</sup> Adaptación de *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 4500-NH<sub>3</sub> B & C*.



### Preparación del análisis

#### Antes de comenzar el análisis:

Para obtener resultados de mayor precisión determinar un valor blanco de reactivo para cada nuevo lote. Seguir el procedimiento utilizando agua desionizada en lugar de la muestra. Restar la lectura del blanco a la lectura de la muestra, respectivamente; con el instrumento se puede comparar automáticamente con el ajuste del blanco. (Véase el manual de instrucciones para obtener información adicional sobre el "Uso de un blanco de reactivo").

El reactivo Nessler contiene yoduro de mercurio. La muestra preparada y el blanco contienen mercurio (D009) con un nivel de concentración regulado como residuos peligrosos. Estos materiales no deben verterse en el desagüe. Consultar en la ficha de seguridad de materiales (MSDS) actual las instrucciones de seguridad de manipulación y eliminación.

#### Se requieren los siguientes elementos:

	Cantidad
Set de reactivos para nitrógeno amoniacal	1
Agua desionizada	25 mL
Tubo mezclador, graduado	2
Cubetas de análisis, cuadradas, de una pulgada, 10-mL, emparejadas	2
Pipeta, serológica, 1-mL	2

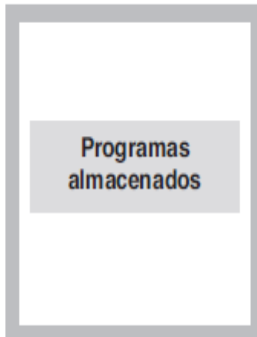
**Nota:** En la pág. 6 encontrará información para realizar el pedido de fungibles y repuestos.

**Nota:** El reactivo Nessler es tóxico y corrosivo. Pipetear cuidadosamente y utilizar un pipeteador. Mientras se vierte el reactivo, manténgase el cuentagotas y el destilagotas en posición vertical y no inclinarlos.

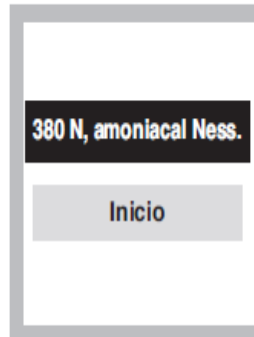
**Nota:** En presencia de amoniaco aparecerá un color amarillo. (En presencia del reactivo el blanco tomará un color amarillo tenue.)

## Nessler

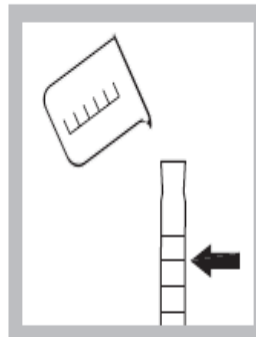
## Método 8038



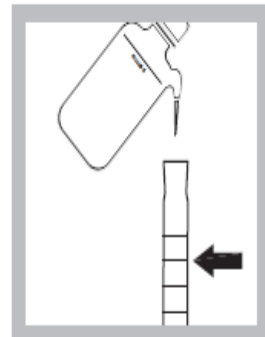
1. Seleccionar en la pantalla: **Programas almacenados**



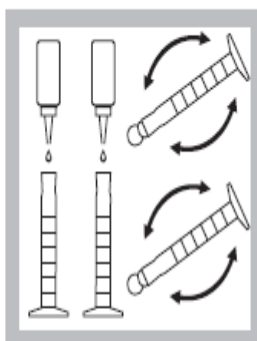
2. Seleccionar el test.



3. **La muestra preparada:** llenar un tubo mezclador graduado de 25-mL hasta la marca de 25-mL con muestra.

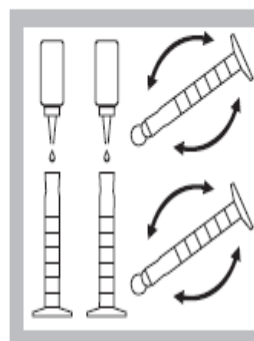


4. **Preparación del blanco:** llenar otro tubo mezclador graduado de 25-mL hasta la marca de 25-mL con agua desionizada.



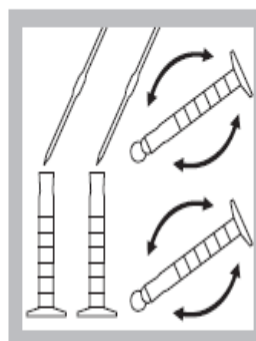
5. Añadir tres gotas de estabilizante mineral a cada tubo.

Tapar los tubos y agitar varias veces para mezclar.



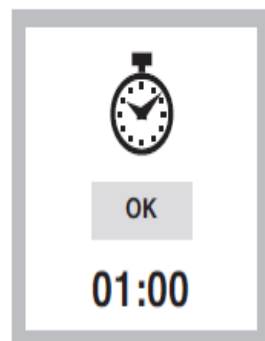
6. Añadir tres gotas de agente dispersante alcohol polivinílico a cada tubo.

Tapar los tubos y agitar varias veces para mezclar.



7. Pipetear 1.0 mL de reactivo Nessler en cada tubo.

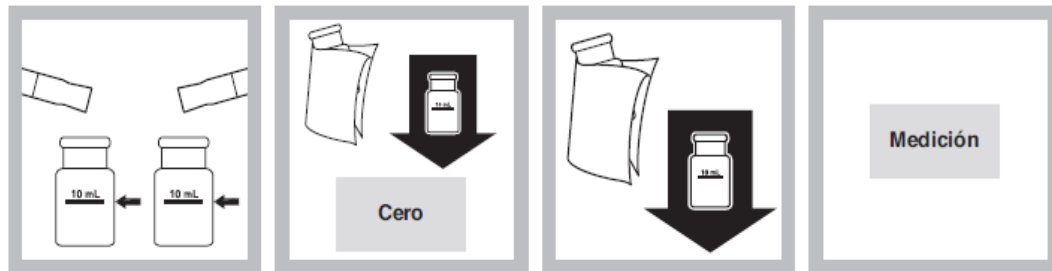
Tapar los tubos y agitar varias veces para mezclar.



8. Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar **OK**.

Comienza un período de reacción de 1 minuto.

---

**Nitrógeno, Amoniacal (0.02–2.50 mg/L NH<sub>3</sub>-N)**


9. Llenar dos cubetas cuadradas de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con solución de los tubos.

10. Después de que suene el temporizador, limpiar bien el exterior de la cubeta (el blanco) y colocar el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.

Seleccionar en la pantalla: **Cero**

La pantalla indicará:

**0.00 mg/L NH<sub>3</sub>-N**

11. Limpiar bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y colocar la cubeta en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.

12. Seleccionar en la pantalla: **Medición**  
El resultado aparecerá en **mg/L NH<sub>3</sub>-N**

---

Fuente: HACH COMPANY 2005

Anexo 9. Amoniacaco del Lago de Monterredondo en época seca y en época lluviosa.

<b>Época seca en Lago de Monteredondo (zona de mezcla)</b>								<b>Promedio</b>
<b>Día</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>-</b>
<b>Amoniaco (µg/L)</b>	1,000	1,130	1,289	943	1,007	1,002	901	<b>1,038.86±131</b>

<b>Época lluviosa en Lago de Monteredondo (zona de mezcla)</b>								<b>Promedio</b>
<b>Día</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>-</b>
<b>Amoniaco (µg/L)</b>	730	678	820	865	877	721	709	<b>771.43±81</b>

Anexo 10. Toneladas métricas de pez, para el año 2008 y 2009, que se produjeron en la EAZ.

Año	Mes	Pez vivo o limpio		# Alevines Producidos	Peso Alevin Producido		Peso Alevines Producidos (gramos)	Peso Alevines Producidos (libras)
		(libras)	(gramos)		(gramos)	(libras)		
2008	Ene	348	0.2	101,265	0.2	20,253	44.65	
2008	Feb	950	0.2	99,935	0.2	19,987	44.06	
2008	Mar	3,166	0.2	22,850	0.2	4,570	10.07	
2008	Abr	14.8	0.2	67,980	0.2	13,596	29.97	
2008	May	461	0.2	67,400	0.2	13,480	29.72	
2008	Jun	44	0.2	100,339	0.2	20,067.8	44.24	
2008	Jul	184	0.2	46,659	0.2	9,331.8	20.57	
2008	Ago	1,031	0.2	16,198	0.2	3,239.6	7.14	
2008	Sep	0	0.2	92,875	0.2	18,575	40.95	
2008	Oct	382	0.2	32,625	0.2	6,525	14.38	
2008	Nov	34	0.2	28,780	0.2	5,756	12.69	
2008	Dic	0	0.2	23,373	0.2	4,674.6	10.31	
<b>Peso total pez vivo o limpio (libras)</b>							<b>6,614.80</b>	
<b>Peso total pez vivo o limpio (Tm)</b>							<b>3.00</b>	
<b>Peso total alevines producidos (libras)</b>							<b>308.76</b>	
<b>Peso total alevines producidos (Tm)</b>							<b>0.14</b>	
<b>Tm/pez/año</b>							<b>3.14</b>	



<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Pez vivo o limpio (libras)</b>	<b># Alevines Producidos</b>	<b>Peso Alevin Producido (gramos)</b>	<b>Peso Alevines Producidos (gramos)</b>	<b>Peso Alevines Producidos (libras)</b>
2009	Ene	160	27,930	0.2	5,586	12.31
2009	Feb	567.5	114,780	0.2	22,956	50.61
2009	Mar	578	34,617	0.2	6,923.4	15.26
2009	Abr	2,022.5	109,750	0.2	21,950	48.39
2009	May	284	67,892	0.2	13,578.4	29.93
2009	Jun	293	147,719	0.2	29,543.8	65.13
2009	Jul	441.69	54,190	0.2	10,838	23.89
2009	Ago	190.5	51,942	0.2	10,388.4	22.90
2009	Sep	698.5	76,216	0.2	15,243.2	33.60
2009	Oct	943	40,178	0.2	8,035.6	17.72
2009	Nov	47	72,205	0.2	14,441	31.84
2009	Dic	8	3,300	0.2	660	1.46
<b>Peso total pez vivo o limpio (libras)</b>						<b>6,233.69</b>
<b>Peso total pez vivo o limpio (Tm)</b>						<b>2.83</b>
<b>Peso total alevines producidos (libras)</b>						<b>353.05</b>
<b>Peso total alevines producidos (Tm)</b>						<b>0.16</b>
<b>Tm/pez/año</b>						<b>2.99</b>

## Anexo 11. Muestreo de peces machos.

**ACUACULTURA****Materiales:**

- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| - Chinchorro o atarraya        | - Balanzas                     |
| - Redes de mano                | - Reglas métricas              |
| - Cubetas grandes y pequeñas   | - Solución de azul de metileno |
| - Libreta, lápiz y calculadora |                                |

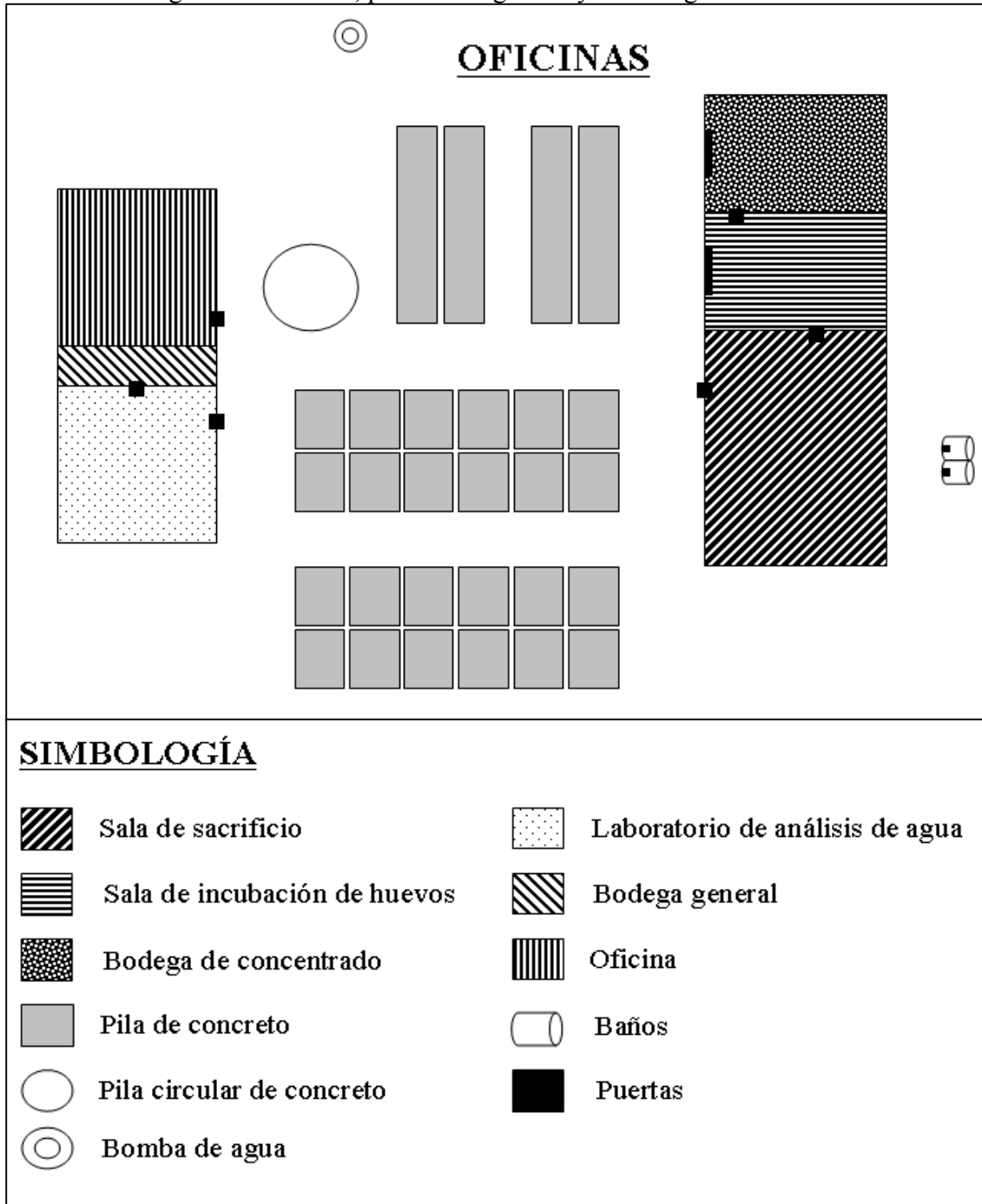
**Procedimiento:**

1. Capture los peces y/o camarones haciendo pasar el chinchorro por el estanque o tirando la atarraya, hasta obtener el número deseado de animales.
2. Si hay que mantener los organismos cierto tiempo fuera del estanque, procure no maltratarlos y tenerlos en recipientes con suficiente agua y oxígeno en solución.
3. Debe proceder a pesar, contar, y medir los animales de la muestra de manera rápida y eficiente. Generalmente se necesita el peso individual de los organismos para conocer la uniformidad de éstos en el cultivo.
4. Registre las observaciones o datos tomados en las hojas correspondientes y devuelva los peces y/o camarones al estanque con cuidado. Las hojas de datos deben incluir al menos la siguiente información: la fecha, identificación del estanque donde se tomó la muestra, nombre de las personas responsables al registrar los datos, número de peces o camarones incluidos en la muestra, distribución de los sexos (proporción de machos y hembras).
5. En estanques de engorde de tilapia, elimine las hembras encontradas en los muestreos. Determine el sexo de los peces tiñendo la papila genital de cada individuo con una gota de la solución azul de metileno.
6. Es importante aprender como diferenciar machos y hembras de tilapia mediante el reconocimiento del orificio del oviducto, que se encuentra posterior al ano en las hembras (Véase figuras 9.2 y 9.3).

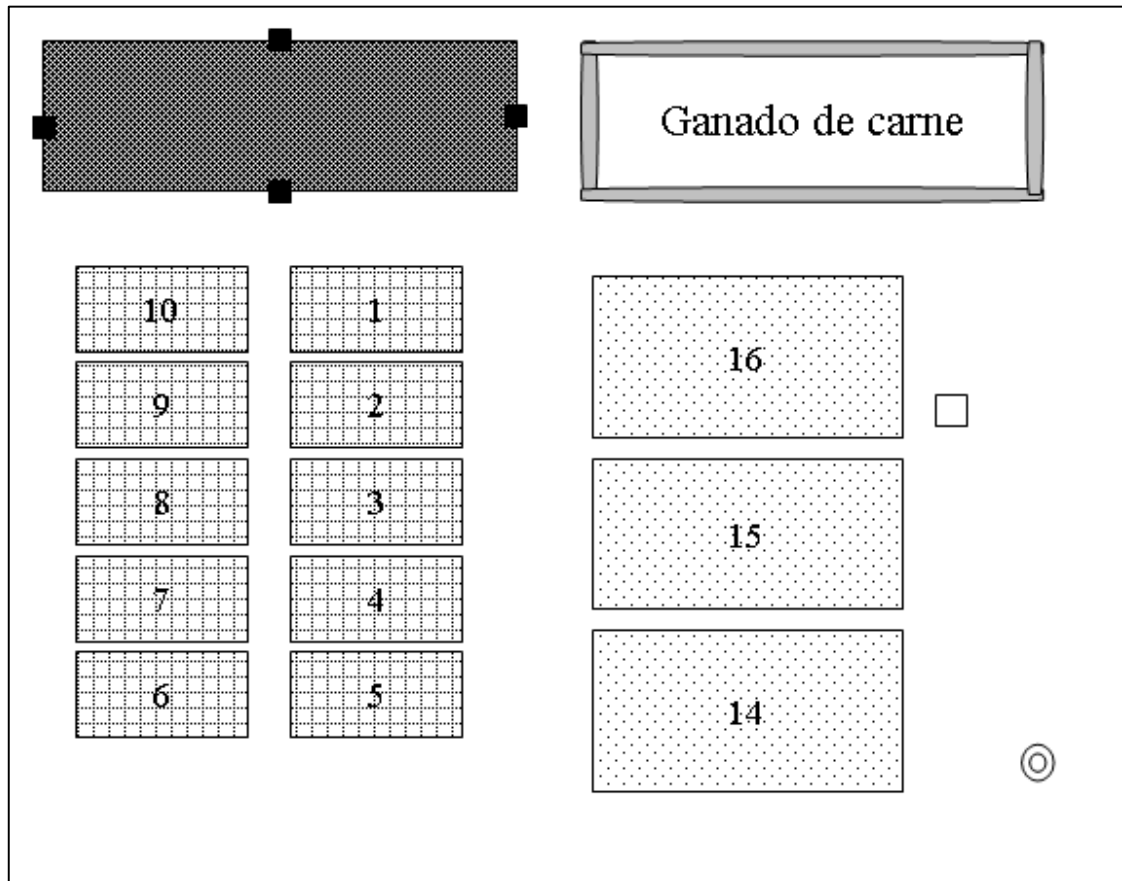
**Resultados:** Con los datos obtenidos en el muestreo puede determinar algunas variables como: ganancia diaria de peso (g/pez/día), el peso y la longitud promedio de la población, el índice de conversión alimenticia (ICA), establecer la fecha para el próximo muestreo y/o cosecha, y cualquier otra variable según sea el caso. Todos estos parámetros son muy útiles en la toma de decisiones.

Fuente: Meyer 2006








Anexo 12. Diagrama de la EAZ, puntos energéticos y simbología

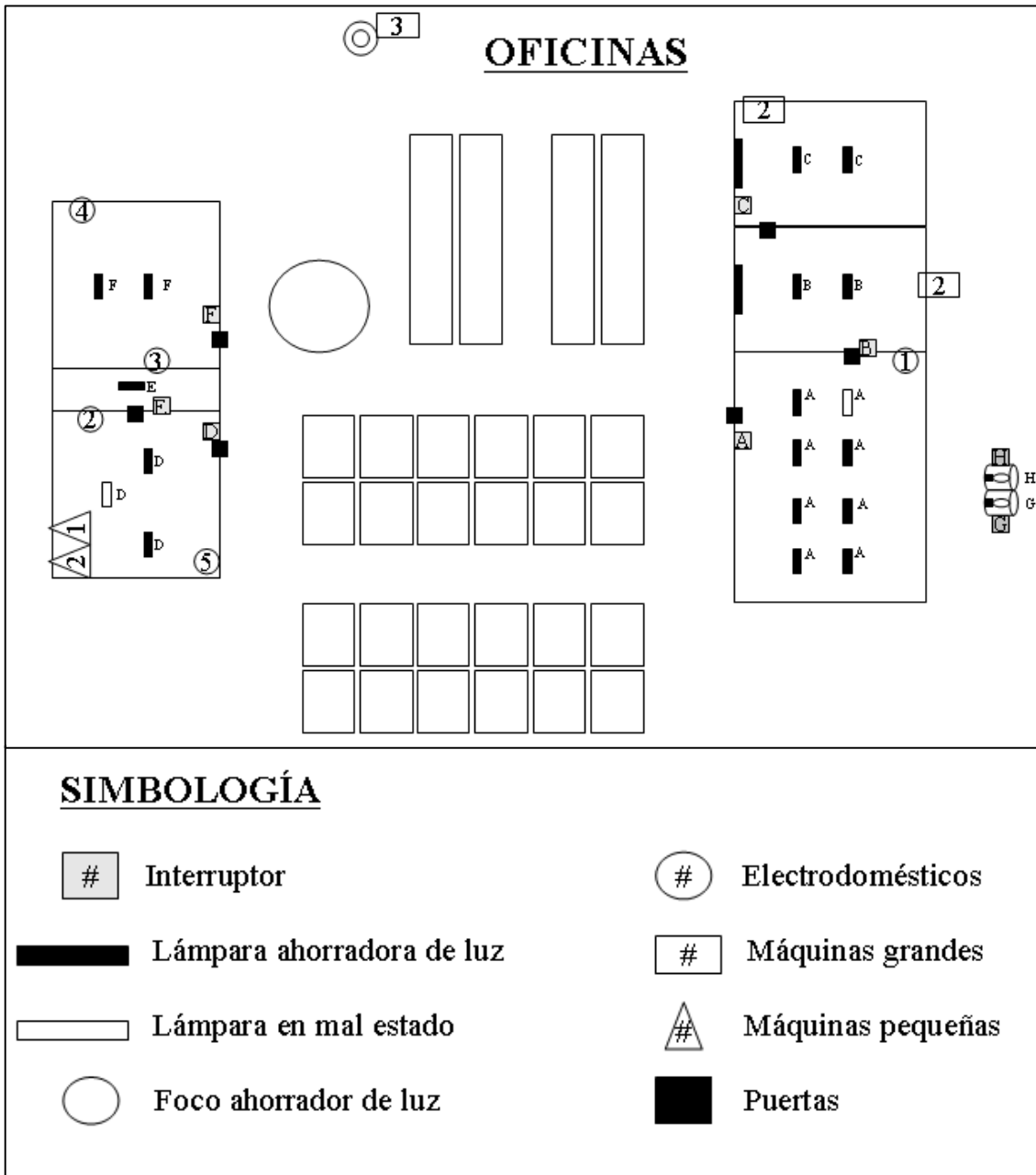


## ZONA DE ESTANQUES

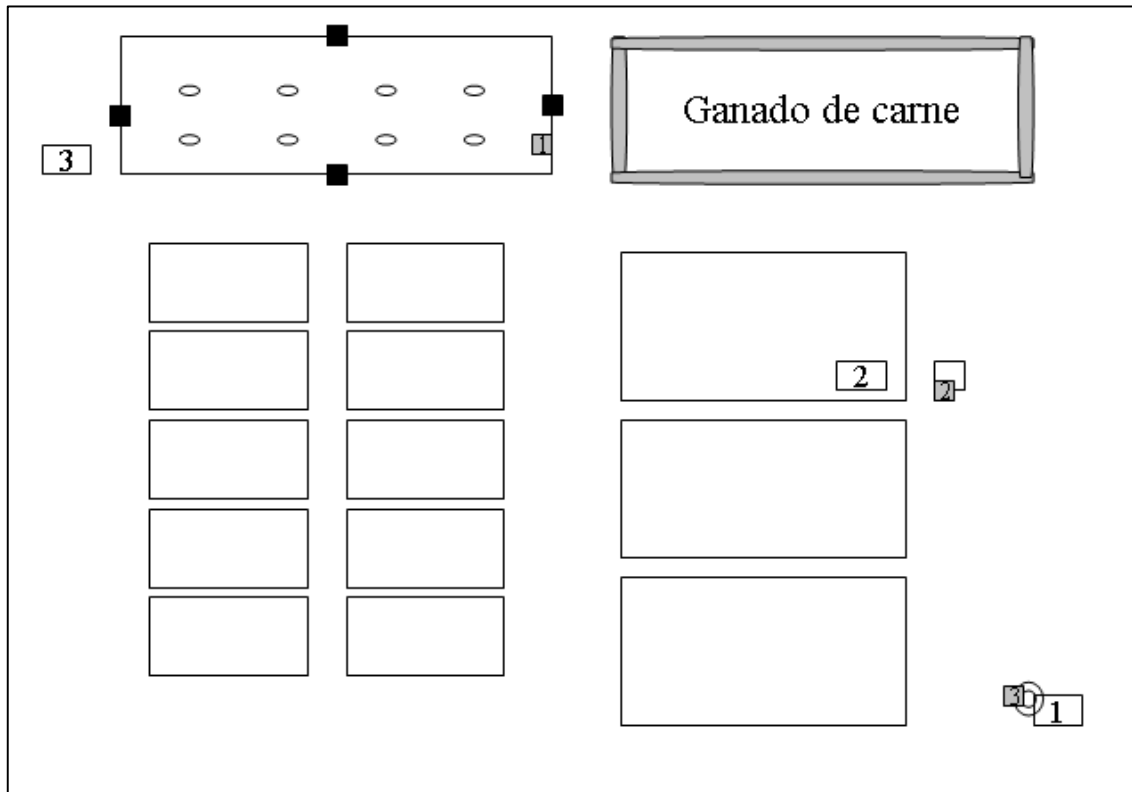


### SIMBOLOGÍA

-  Estanques experimentales
-  Invernadero
-  Estanques de engorde
-  Cercas
-  Puertas
-  Bomba de agua
-  Bodega



## ZONA DE ESTANQUES



### SIMBOLOGÍA

- # Interruptor
- Foco ahorrador de luz
- Sin foco
- # Máquinas grandes
- Puertas

## Anexo 13. Consumo de energía de la EAZ

<b>Nombre</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Marca</b>	<b>Voltios</b>
Cafétera	Laboratorio de análisis de aguas	West Bend	-
Calentador	Laboratorio de análisis de aguas	VISI-THERM	-
Bomba de agua	Laboratorio de análisis de aguas	Quietone	120
Molino para concentrado	Bodega de concentrado	Magnelek	115
Hielera	Sala de sacrificio	Scotsman	115
Nevera	Laboratorio de análisis de aguas	Matsushita electric	115
Computadora #1	Oficina	Dell	100
Computadora #2	Oficina	Dell	100
Foco ahorrador de luz #1	Baño hombres	Phillips	-
Foco ahorrador de luz #2	Baño mujeres	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #1	Sala de sacrificio	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #2	Sala de sacrificio	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #3	Sala de sacrificio	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #4	Sala de sacrificio	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #5	Sala de sacrificio	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #6	Sala de sacrificio	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #7	Sala de sacrificio	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #8	Sala de sacrificio	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #9	Sala de incubación de huevos	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #10	Sala de incubación de huevos	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #11	Bodega de concentrado	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #12	Bodega de concentrado	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #13	Laboratorio de análisis de aguas	Phillips	-

Nombre	Ubicación	Marca	Voltios
Lámpara ahorradora de luz #14	Laboratorio de análisis de aguas	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #15	Laboratorio de análisis de aguas	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #16	Bodega general	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #17	Oficina	Phillips	-
Lámpara ahorradora de luz #18	Oficina	Phillips	-
Bomba de agua	EAZ	Jacuzzi (trifásico)	230
Bomba de agua	Zona de estanques	IEC Metric Motor (trifásico)	230
Aireador #1	EAZ	Baldor (trifásico)	190
Aireador #2	Zona de estanques	Emerson	115
Soplador	Zona de estanques	Leeson (trifásico)	230
<b>Total</b>			-

Amperios	Watts	Kilowatts	Kilojoules	Tiempo de uso mensual (hrs)	Tiempo de uso anual (hrs)
-	1,090	1.09	3,924	150	1,800
-	300	0.3	1,080	720	8,640
2.48	297.6	0.30	1,071.36	720	8,640
34	3,910	3.91	14,076	72	864
7.7	885.5	0.89	3,187.8	720	8,640
14.4	1,656	1.66	5,961.6	720	8,640
5	500	0.5	1,800	180	2,160
5	500	0.5	1,800	30	360
-	20	0.02	72	2	24



Amperios	Watts	Kilowatts	Kilojoules	Tiempo de uso mensual (hrs)	Tiempo de uso anual (hrs)
-	80	0.08	288	32	384
-	80	0.08	288	32	384
-	80	0.08	288	32	384
-	80	0.08	288	32	384
-	80	0.08	288	32	384
-	80	0.08	288	32	384
-	80	0.08	288	32	384
-	80	0.08	288	32	384
-	80	0.08	288	2	24
-	80	0.08	288	2	24
-	80	0.08	288	2	24
-	80	0.08	288	2	24
-	80	0.08	288	180	2,160
-	80	0.08	288	180	2,160
-	80	0.08	288	180	2,160
-	80	0.08	288	2	24
-	80	0.08	288	180	2,160
-	80	0.08	288	180	2,160
6.6	2,629.2	2.92	10,516.70	56	672
34.6	13,783.256	15.31	55,133.02	60	720
6.6	2,171.93	2.41	8,687.71	720	8,640
23.6	2,714	2.71	9,770.40	720	8,640
5.6	2,230.82	2.48	8,923.26	16	192
-	<b>34,148.276</b>	<b>36.46</b>	<b>131,259.864</b>	<b>6,054</b>	<b>72,648</b>

---

<b>Kilowatts/annual</b>	<b>Kilojoules/annual</b>
1,962	7,063,200
2,592	9,331,200
2,571.26	9,256,550.4
3,378.24	12,161,664
7,650.72	27,542,592
14,307.84	51,508,224
1,080	3,888,000
180	648,000
0.48	1,728
0.48	1,728
30.72	110,592
30.72	110,592
30.72	110,592
30.72	110,592
30.72	110,592
30.72	110,592
30.72	110,592
30.72	110,592
1.92	6,912
1.92	6,912
1.92	6,912

---

<b>Kilowatts/annual</b>	<b>Kilojoules/annual</b>
172.8	622,080
172.8	622,080
172.8	622,080
1.92	6,912
172.8	622,080
172.8	622,080
1,963.12	7,067,225.088
11,026.60	39,695,777.28
20,850.51	75,061,831.68
23,448.96	84,416,256
475.91	1,713,266.69
<b>92,607.48</b>	<b>333,386,939.1</b>
<b>kJ/año</b>	<b>333,386,939.1</b>
<b>kwh/año</b>	<b>92,607.48</b>
<b>Tm/pez/año</b>	<b>2.99</b>
<b>Consumo total kwh/tm/año</b>	<b>30,972.40237</b>
<b>Consumo total kJ/tm/año</b>	<b>111,500,648.5</b>

## Anexo 14. Páginas WEB de las leyes de Honduras

1. Ley General del Ambiente → <http://www.ccad.ws/documentos/legislacion/HN/A-109-93.pdf>
2. Reglamento General del Ambiente → <http://www.ccad.ws/documentos/legislacion/HN/A-109-93.pdf>
3. Código de salud → <http://www.ccad.ws/documentos/legislacion/HN/DL-65-91.pdf>
4. Código de trabajo → <http://www.honduraslegal.com/legislacion/legi266.htm>
5. Código de comercio → <http://www.honduraslegal.com/legislacion/comercio.htm>

Anexo 15. Normas de Calidad para Descarga de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores.

## **NORMAS DE CALIDAD PARA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN CUERPOS RECEPTORES**

### **GRUPO A PARÁMETRO VALOR PERMISIBLE**

- **Temperatura:** < 25.00 Grados Centígrados
- **Color:** < 200.00 UC
- **pH:** 6,00 a 9.00
- **Volumen Descargado:** <10% del caudal o volumen promedio del cuerpo receptor.

### **GRUPO B PARÁMETRO CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE**

- **Sólidos Sedimentables (S. Sed):** 1.00 ml/l/h
- **Sólidos Suspendidos (S. Sus.):** 100.00 mg/l
- **Material Flotante y Espuma:** AUSENTE

### **GRUPO C PARÁMETRO CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE**

- **DBO:** 50 mg/l
- **DQO:** 200.00 mg/l
- **Grasas y Aceites:** 10.00 mg/l

### **GRUPO D PARÁMETRO CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE**

- **Nitrógeno Total Kjeldahi:** 30.00 mg/l
- **Nitrógeno Amoniacal:** 20.00 mg/l
- **Fósforo Total:** 5.00 mg/l
- **Sulfuros:** 0.25 mg/l

### **PARÁMETRO CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE**

- **Sulfatos:** 400.00 mg/l
- **Aluminio:** 2.00 mg/l
- **Bario:** 5.00 mg/l
- **Hierro:** 1.00 mg/l
- **Manganeso:** 2.00 mg/l
- **Zinc:** 2.00 mg/l
- **Cobre:** 0.50 mg/l
- **Estaño:** 2.00 mg/l
- **Níquel:** 2.00 mg/l
- **Plata:** 0.10 mg/l
- **Plomo:** 0.50 mg/l
- **Mercurio:** 0.01 mg/l
- **Cadmio:** 0.05 mg/l

- **Cromo Total:** 1.00 mg/l
- **Cromo Hexavalente:** 0.10 mg/l
- **Cobalto:** 0.50 mg/l
- **Arsénico:** 0.10 mg/l
- **Cianuro:** 0.50 mg/l
- **Fluoruros:** 10.00 mg/l
- **Selenio:** 0.20 mg/l

#### **GRUPO E**

##### **PARÁMETRO CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE**

- **Bifenilos Policlorados:** AUSENTE
- **Tricloroetileno:** 0.30 mg/l
- **Tetracloroetano:** 0.10 mg/l
- **Tetracloruro de Carbono:** 1.00 mg/l
- **Dicloroetileno:** 1.00 mg/l
- **Cloroformo:** 0.03 mg/l
- **Sulfuro de Carbono:** 1.00 mg/l
- **Pesticidas Órgano Clorados:** 0.05 mg/l
- **Pesticidas Órgano Fosforados:** 0.10 mg/l
- **Hidrocarburos:** 0.50 mg/l

##### **PARÁMETRO CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE**

- **Fenoles:** 0.50 mg/l
- **Detergentes:** 2.00 mg/l

#### **GRUPO F**

##### **PARÁMETRO CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE**

- **Coliformes Fecal:** 5000/100 ml

#### **GRUPO G**

##### **PARÁMETRO CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE**

- **Isótopos Radioactivos:** AUSENTE

Fuente: Páginas Web del Gobierno de Honduras.

## Anexo 16. Localidad e historia de la EAZ.

INFORMACIÓN	VALIDACIÓN
Fecha del establecimiento de la granja.	Agosto de 1976
Tamaño de la granja	1.2 hectáreas
Coordenadas en GPS.	14°00'02.97"N---86°59'22.21"W
Imagen satelital.	Anexo # 2
Esquema de la granja con todas las salidas y entradas de agua.	Anexo # 2
Tipo de sistema de las aguas receptoras.	Sistema ribereño
Mostrar que las especies de tilapia son establecidas y naturalmente producidas en las aguas receptoras. En África, demostrar que las especies de tilapia son establecidas y naturalmente reproducidas en las aguas receptoras.	No aplica
Estudios o actividades específicas importantes de las aguas receptoras (excluyendo EIA's)	No
Evaluación de Impacto Ambiental en el inicio de la granja.	No
Otra información relevante de las aguas receptoras y otros efectos.	El agua que entra a la granja acuícola de la EAZ contiene desechos orgánicos e inorgánicos, emitidos por una granja de ordeño y una granja porcina, las cuales están situadas antes de la granja acuícola.

Anexo 17. Análisis de la calidad del agua en el Lago de Monteredondo, en tres diferentes puntos.

PARÁMETROS	Lago de	Lago de	Lago de
	Monteredondo (Punto 1)	Monteredondo (Punto 2)	Monteredondo (Punto 3)
Oxígeno disuelto (%)	14	23.21	28.4
Sólidos sedimentables (mL/L)	0	0	0
Clorofila a (µg/L)	4.76	3.99	4.25
Visibilidad del disco Secchi (m)	0.31	0.16	0.25
Total de fósforo (µg/L)	Sin datos	360	Sin datos
Amoniaco (µg/L)	890	771.43	785