

EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL AGUA EN LA  
PISCICOLA DE ASOJUNCAL-HUILA, ASOCIADOS AL CICLO DE PRODUCCION DE LA  
TILAPIA ROJA

GLORIA ESTEFANIA GARCIA OSORIO

Código 1110517261

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DE MEDIO AMBIENTE  
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

NEIVA

2018

EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL AGUA EN LA  
PISCICOLA DE ASOJUNCAL-HUILA, ASOCIADOS AL CICLO DE PRODUCCION DE LA  
TILAPIA ROJA

GLORIA ESTEFANIA GARCIA OSORIO

Trabajo de grado para optar título de

Ingeniero Ambiental

Director Académico

JUAN PABLO HERRERA CERQUERA

Ingeniero ambiental.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DE MEDIO AMBIENTE

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

NEIVA

2018

Nota de Aceptación:

Aprobado por el comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD para optar al Título de Ingeniería Ambiental.

PAOLA ANDREA TENORIO SÁNCHEZ

JURADO

Neiva, Huila 22 de Octubre 2018

## AGRADECIMIENTOS

Dios bendiciéndome enormemente por permitir que cumpla mis sueños, para culminar en esta etapa tan importante de mi vida, quiero agradecer a las personas que hicieron parte del proceso; En primer lugar la empresa ASOJUNCAL por su absoluta colaboración, darme la oportunidad de realizar el proyecto, a su personal que con la mejor disposición me facilitaron un ambiente favorable para mi investigación.

Con el alma agradezco a mi familia, mis padres Javier Ilanos y Gloria Osorio por su presencia en mi vida, las voces de aliento y constante apoyo. A mi esposo Javier Martínez, mi hijo Emiliano Martínez su amor ha sido mi motor y ustedes mi mayor inspiración .

Al ingeniero Juan Pablo Herrera Cerquera, director del proyecto con su permanente dirección, conocimiento y apoyo en mi crecimiento como profesional.

Por último y no menos importante mis Amigas que alentaban de la manera más sincera la obtención de este Título. Lo he Logrado.!

## CONTENIDO

	Pág.
<b>Problema De Investigación .....</b>	<b>9</b>
<b>Planteamiento Del Problema .....</b>	<b>9</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>10</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>12</b>
<b>Objetivo General.....</b>	<b>12</b>
<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>Marco Referencial.....</b>	<b>13</b>
<b>La Piscicultura .....</b>	<b>13</b>
<b>Piscicultura En Colombia. ....</b>	<b>14</b>
<b>Marco Geográfico .....</b>	<b>20</b>
<b>Beneficios De La Piscicultura .....</b>	<b>22</b>
<b>Generalidades De La Piscicultura.....</b>	<b>24</b>
<b>Tipos De Cultivo .....</b>	<b>24</b>
<b>Prácticas De Cultivo .....</b>	<b>25</b>
<b>Infraestructura Para El Cultivo .....</b>	<b>25</b>
<b>Selección De Especie A Cultivar.....</b>	<b>26</b>
<b>Margo Legal .....</b>	<b>27</b>
<b>Antecedentes Institucionales Y Marco Normativo .....</b>	<b>27</b>
<b>Etapas De La Piscicultura Con Tilapia.....</b>	<b>30</b>
<b>Etapa Precria .....</b>	<b>30</b>
<b>Etapa Levante .....</b>	<b>31</b>
<b>Etapa Engorde .....</b>	<b>31</b>
<b>Condiciones Necesarias Para El Cultivo.....</b>	<b>32</b>
<b>Ubicación Del Cultivo.....</b>	<b>32</b>
<b>Características Del Suelo.....</b>	<b>33</b>
<b>Agua .....</b>	<b>33</b>
<b>Alimentación .....</b>	<b>34</b>
<b>Factores En La Calidad Del Agua Durante El Cultivo .....</b>	<b>35</b>
<b>Factores Físicos .....</b>	<b>36</b>
<b>Temperatura. ....</b>	<b>36</b>

<b>Transparencia.</b> .....	36
<b>Factores Químicos</b> .....	36
<b>Oxígeno Disuelto.</b> .....	36
<b>Alcalinidad Y Dureza Total.</b> .....	37
<b>Potencial De Hidrogeniones O pH.</b> .....	38
<b>Factores En La Calidad Del Agua Vertida</b> .....	38
<b>Resolución 0631 De 2015</b> .....	40
<b>Tipos De Tratamiento Para El Vertimiento Del Agua</b> .....	42
<b>Filtros En Grava</b> .....	43
<b>Recirculación Y Biofiltracion En Sistemas Acuaponicos</b> .....	43
<b>Humedales De Flujo Subsuperficial</b> .....	45
<b>Plantas Acuáticas</b> .....	45
<b>Metodología</b> .....	47
<b>Trabajo De Campo</b> .....	48
<b>Mediciones Durante El Monitoreo.</b> .....	48
<b>Formato F1asoj (Ver Anexo 23).</b> .....	49
<b>Información Final</b> .....	49
<b>Análisis Y Resultados</b> .....	50
<b>Agua Control-Agua Entrada</b> .....	51
<b>Etapas</b> .....	54
<b>Agua Alevinos En Geomembrana.</b> .....	54
<b>Agua Alevinos Vertimiento De Geomembrana.</b> .....	55
<b>Análisis De Resultados Geomembrana.</b> .....	57
<b>Etapas Levante En Lago</b> .....	58
<b>Análisis De Resultados Levante En Lago.</b> .....	59
<b>Etapas Engorde En Lago</b> .....	60
<b>Agua En Etapa Engorde En Lago.</b> .....	60
<b>Agua Engorde Vertimiento en Lago.</b> .....	60
<b>Análisis De Resultados Engorde En Lago.</b> .....	61
<b>Conclusiones</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	64
<b>Bibliografía</b> .....	1

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 La Caracterización De Los Parámetros Físico-Químicos Piscicultura. ....	10
Tabla 2 Especies Piscícolas Cultivadas En Colombia. ....	15
Tabla 3 Principales Constituyentes (Porcentaje) Del Musculo Comparación De Pescado Y De Vacuno. .....	23
Tabla 4 Características Generales De Las Principales Especies De Peces Para Cultivo. Tilapia Roja. .....	26
Tabla 5 Valor De Referencia De Parámetros Según Decreto 1594 Del Año 1984.....	27
Tabla 6 Requerimientos Nutricionales De La Tilapia .....	35
Tabla 7 Factores Que Influyen En La Concentración De Oxígeno .....	37
Tabla 8 Acumulado de registros de cada parámetro durante la cosecha. ....	51
Tabla 9 Seguimiento Entrada Agua Control.....	51
Tabla 10 Seguimiento Agua En Geomembrana.....	54
Tabla 11 Seguimiento Vertimiento Agua En Geomembrana. ....	55
Tabla 12 Análisis del monitoreo del agua en geomembrana .....	57
Tabla 13 Seguimiento Agua En Etapa de Levante En Lago.....	58
Tabla 14 Análisis del monitoreo del agua en levante en lago .....	59
Tabla 15 Seguimiento Agua En Etapa Engorde En Lago .....	60
Tabla 16 Seguimiento Agua Engorde Vertimiento en Lago. ....	60
Tabla 17 Análisis del monitoreo del agua en engorde en lago .....	61

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de Asojuncal y de Palermo Huila en el País.....	21
Figura 2 Ubicación geográfica google earth .....	21
Figura 3 Medición del grado pH.....	38
Figura 4 Parámetros fisicoquímicos para vertimientos de piscicultura.....	41
Figura 5 Elementos en un sistema de recirculación acuaponico.....	44
Figura 6 Sistema acuaponico simple.....	44
Figura 7 Humedales de Flujo Superficial.....	45
Figura 8 Diagrama Funcional Del sistema con plantas acuáticas. ....	46



## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Etapa precria Alevinos .....	31
Ilustración 2 Etapa levante .....	31
Ilustración 3 Etapa de engorde .....	32
Ilustración 4 Gravilla / arena sílice.....	43
Ilustración 5 Metodología desarrollada para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos en la piscícola de Asojuncal-Huila (Fuente: el autor) .....	47
Ilustración 6 Control del agua entrada a Geomembrana OD, TEMPERATURA.....	52
Ilustración 7 Control agua entrada a geomembrana pH.....	53
Ilustración 8 Control entrada agua a geomembrana Amonio .....	53

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Bitácora Piscícola Asojuncal F1ASOJ, Seguimiento A La Producción De Tilapia Roja, Alevinos En Geomembrana, Y Agua Vertimiento Geomembrana. ....	66
Anexos 2 Bitácora Agua Control- Agua Entrada. ....	69
Anexos 3 ANALISIS Parámetros Fisicoquímicos Aso juncal Agua Control-Agua Entrada. ....	70
Anexos 4 ANALISIS Parámetros Fisicoquímicos Aso juncal Agua En Geomembrana. ....	71
Anexos 5 Bitácora Agua En Etapa De Levante En Lago .....	74
Anexos 6 ANALISIS Parámetros Fisicoquímicos Aso juncal Agua En Etapa De Levante En Lago	76
Anexos 7 Bitácora Agua En Etapa De Engorde En Lago.....	78
Anexos 8 ANALISIS Parámetros Fisicoquímicos Aso juncal Agua En Etapa De Engorde En Lago	80
Anexos 9 Bitácora Parámetros Fisicoquímicos Asojuncal Agua Vertimiento Alevinos En Geomembrana. ....	83
Anexos 10 ANALISIS Parámetros Fisicoquímicos Asojuncal Agua Vertimiento Alevinos En Geomembrana.....	83
Anexos 11 Bitácora Parámetros Fisicoquímicos Asojuncal Agua Vertimiento Engorde en Lago. ....	84
Anexos 12 ANALISIS Parámetros Fisicoquímicos Asojuncal Agua Vertimiento Engorde En Lago. ....	84
Anexos 13 Geomembrana Alevinos con mortalidad. ....	84
Anexos 14 Amonio muestra tomada en Entrada del agua. ....	85
Anexos 15 OD y Temperatura de levante en lago. ....	85
Anexos 16 pH de engorde en lago. ....	86
Anexos 17 vertimiento en lago .....	86
Anexos 18 vertimiento en lago .....	87
Anexos 19 Día final de la cosecha.....	87
Anexos 20 Pesca del lago. ....	88
Anexos 21 Canal del distrito de riego Asojuncal.....	88
Anexos 22 Vertimiento del lago.....	89
Anexos 23 Formato bitácora F1ASOJ.....	90
Anexos 24 Formato solicitud, desarrollo proyecto grado. ....	0

## RESUMEN

Con este trabajo de investigación, se pretende determinar las características fisicoquímicas del agua usada en la piscícola Asojuncal, (Huila), en referencia a los parámetros de Amonio, Temperatura, Oxígeno disuelto, Dureza, Alcalinidad y pH; tomando como muestreo el agua de entrada, agua en fase de producción de tilapia roja y salida nuevamente al canal de riego.

Se monitorea el agua en toda la cosecha desde entrada hasta vertimiento por que se consideró que según la etapa de la cosecha, así es la variación de los parámetros del agua, generando así un grado de afectación que pueda tener este tipo de actividad económica en el recurso hídrico.

Para desarrollar este monitoreo, hubo un desplazamiento hasta el Juncal, Huila tres veces a la semana, día de por medio, en el que se midió los parámetros del agua en las siguientes horas: 7 am, 11 am, 5 pm y con la colaboración de los operarios se realizaba uno a las 8 pm; para un total de 2478 registros, en aproximadamente 88 visitas de los 5 meses, en etapa alevinos, levante y engorde que duró la cosecha.

Los datos fueron administrados en una bitácora la cual permitió ejecutar un análisis con los resultados obtenidos, se realizó el cálculo de la mediana máxima y mínima de las variables para identificar los picos de elevación que influyen ambientalmente en el recurso.

**Palabras clave.** Piscícola, contaminación, amonio, vertimiento, parámetros fisicoquímicos, geomembrana, alevinos, lago, tilapia roja, recurso hídrico.

## ABSTRACT

With this research work, we intend to determine the physicochemical characteristics of the water used in the Asojuncal fish farm (Huila), in reference to the parameters of Ammonium, Temperature, Dissolved Oxygen, Hardness, Alkalinity and pH; taking as sampling the incoming water, water in the production phase of red tilapia and leaving again to the irrigation channel.

The water is monitored throughout the harvest from inlet to shedding because it was considered that according to the stage of the harvest, this is the variation of the water parameters, thus generating a degree of affectation that this type of economic activity may have in the hidric resource.

To develop this monitoring, there was a trip to the Juncal, Huila three times a week, every other day, in which water parameters were measured in the following hours: 7 am, 11 am, 5 pm and with collaboration of the operators one was made at 8 pm; for a total of 2478 records, in approximately 88 visits of the 5 months, in stage fingerlings, lift and fattening that lasted the harvest.

The data were administered in a log that allowed to execute an analysis with the obtained results, the calculation of the maximum and minimum median of the variables was done to identify the elevation peaks that influence the resource environmentally.

**Keywords.** Pisciculture, contamination, ammonium, shedding, physicochemical parameters, geomembrane, fingerlings, lake, red tilapia, hydric resource.

## **Problema De Investigación**

### **Planteamiento Del Problema**

Entre las industrias pecuarias, la piscicultura es una de las que más hace uso del recurso hídrico en nuestro País y una de las que más alteraciones ambientales (Merino, 2006) a nivel de cuerpos de agua produce; un ejemplo claro de estos es la producción piscícola en la represa de Betania- Huila, la cual tiene en estos momentos un alto grado de contaminación asociados al mal control de los parámetros fisicoquímicos como son, el amonio, la temperatura, el oxígeno disuelto, el nitrato, la dureza, la alcalinidad y el pH, esto ha puesto en jaque a los piscicultores del departamento del Huila.

En la piscícola de Asojuncal (Huila) la infraestructura del cultivo se manejan en técnica de tanques o geo membrana para producción de alevinos, los cuales son contenedores impermeables y resistentes, para las fases de producción y engorde la técnica utilizada es de estanques o lagos, los cuales son unos embalses llenos de agua, que proporcionan un medio ambiente favorable para el cultivo; en este tipo de piscicultura en tierra se desarrolla una actividad de alto impacto ambiental, la cual se denomina recambio de aguas, este proceso se realiza vertiendo un 10% del volumen total de agua existente en el estanque, esta agua es vertida sin ningún tratamiento sobre canales de riego, cultivos de arroz y ríos, generando fuertes olores, causando limitaciones con sus usos con fines recreativos y de sustento familiar por su contaminación. (Baltazar P, 2004)

Los parámetros físico-químicos a analizar, permitirán revisar las características de las condiciones del agua en esta industria y evaluar su cumplimiento normativo según la Resolución 0631 de 2015.-Capitulo VII Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V - VI con vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales, descritos en la siguiente tabla:

Tabla 1  
*La Caracterización De Los Parámetros Físico-Químicos Piscicultura.*

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
Ph	Unidad	6.00 - 9.00
Amonio	Mg/L	1
Temperatura	°C	27-32
Oxígeno disuelto	Mg/L	4 – 6
Dureza	Mg/L	40 -200
Alcalinidad	Mg/L	40 – 200

### Justificación

En la piscicultura el control de las aguas debe ser constante, tanto el agua que ingresa como para el agua que sale del sistema, esto para garantizar que se encuentre en óptimas condiciones para el buen desarrollo de los alevinos, en este caso estamos hablando de la tilapia, especie cultivada en Asojuncal.

El agua usada en el cultivo de tilapia debe ser de buena calidad, esto garantizaría un buen crecimiento de los peces, minimizaría la tasa de mortalidad o problemáticas patógenas que afecten los animales de forma masiva; las propiedades fisicoquímicas del agua que más intervienen en este contexto son parámetros de: amonio, temperatura, oxígeno disuelto, nitratos, conductividad y pH.

El control de los parámetros junto a la remoción de sólidos disueltos en el agua, constituyen un factor importante para la reducción de la turbidez, malos olores y el cumplimiento de los límites permisibles para el vertimiento de aguas residuales, donde las aguas de este proceso productivo, son vertidas con un alto grado de contaminación y putrefacción debido al nivel de descomposición de proteínas producto del alimento de los peces que no alcanza a ser consumido y que se va acumulado en el fondo del estanque, sumado a esto están las excretas de los peces ,

que también tienen proteína y estos solo asimilan una parte del concentrado, el resto es desechado, y por último esta la producción con alta densidad de peces por metro cúbico, todo esto ayuda a que el agua residual tenga que ser tratada o tener controlados los parámetros anteriormente expuestos antes de ser vertida a algún afluente hídrico, provocando de esta manera impactos significativos al ambiente.

En esta investigación se realizará un monitoreo a los parámetros fisicoquímicos anteriormente expuestos, asociados a las diferentes fases de producción de la tilapia que permitan identificar factores de riesgo, con los cuales Asojuncal pueda evaluar alternativas de producción o tratamiento al agua residual generada en su proceso de producción.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua de entrada, ciclo del proceso y vertimiento, relacionados con las diferentes fases de producción de tilapia roja que permitan identificar factores de riesgo ambiental en la piscícola Asojuncal-Huila.

### **Objetivos Específicos.**

Determinar los parámetros de amonio, temperatura, oxígeno disuelto, dureza, alcalinidad y pH en el agua de entrada, ciclo del proceso y vertimiento de la piscícola de Asojuncal – Huila.

Evaluar los riesgos ambientales producto de monitoreo a los parámetros fisicoquímicos del agua en la piscícola de Asojuncal.

Socializar los resultados obtenidos con Asojuncal - Huila para que evalúen alternativas de producción o tratamiento del agua .



## Marco Referencial

### La Piscicultura

El ser humano a través del tiempo siempre se ha visto en la necesidad de alimentarse, siendo esta una instancia primordial en la calidad de vida de las personas; es por ello que es fundamental consumir alimentos de buena calidad, con altos estándares nutricionales que favorezcan una salud adecuada, pero desafortunadamente, una gran parte de la población carece en su dieta diaria de proteínas de origen animal.

LA PRODUCCIÓN DE PECES en estanques es una práctica antigua, presumiblemente desarrollada por los primeros agricultores como uno de los muchos sistemas de producción primaria dirigidos a asegurar el aprovisionamiento de alimentos. Las referencias más antiguas sobre esta práctica datan de hace aproximadamente 4 000 años, la FAO define la acuicultura como la explotación de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. En este caso, explotación implica cierta forma de intervención en el proceso de cría con la finalidad de mejorar la producción. (FAO 2000)

La siembra de vida animal y vegetal en un medio acuático se le denomina “Acuicultura”, la rama que se corresponde al cultivo de peces es la “Piscicultura”.

El cultivo de peces de manera artesanal es un excelente opción para aumentar el abastecimiento de alimento proteínico de la población, ya que contiene diferentes nutrientes, vitaminas, fosforo, calcio y demás.

Como actividad productiva la piscicultura ha venido evolucionando a través del tiempo, moldeándose a las condiciones medioambientales, económicas, políticas y culturales de cada país y región. Esta actividad es tan antigua como el hombre, que empezó a desarrollarla hace más

de 2.000 A.C., cuando los antiguos egipcios utilizaban las tilapias para poblamiento de sus tanques ornamentales. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999)

La piscicultura es el renglón de la actividad de la acuicultura, está relacionada con la cría y engorde de peces. El éxito de la actividad piscícola depende de un buen manejo, tanto del recuso agua como de los peces, la calidad genética, una alimentación balanceada, estricto monitoreo de sanidad, apropiados métodos de conservación, transporte y adecuados canales de comercialización para el producto final. (López L., 2006).

Se denomina también como cultivo controlado de peces hasta su cosecha, trascurso de crecimiento, mercadeo y consumo. Todo, con el fin de desarrollar la mejoría de la dieta de la población además de la producción de manera industrial que se puede ofrecer de esta proteína de buena calidad y accesibilidad para todo el mundo; la piscicultura permite el uso eficaz del suelo que no es apto para la producción de agricultura, al hacer un aprovechamiento del agua y suelo es la mejor manera de solucionar el desabastecimiento alimenticio al igual que producir empleo.

Esta actividad forma parte de un conjunto de acciones productivas y de recolección (pesca) que generan la oferta total de pescados, mariscos y moluscos a nivel mundial que de acuerdo con FAO en el año 2012 la producción mundial de este conjunto fue de 158 millones de toneladas.(FAO,; SOFIA, roma 2014)

### **Piscicultura En Colombia.**

La iniciación de la acuicultura en Colombia se dio a final de los años 30 del siglo pasado con la trucha arcoíris en la repoblación de lagos frías en la región andina, a final de los 70 se implanto la piscicultura comercial con las tilapias, en los años 80 se inició con la inclusión de la cachama blanca todo esto con fin de variar el ingreso de la actividad económica a productores

campesinos. Fueron esfuerzos realizados en principio por la Federación Nacional De Cafeteros luego fueron tomados por el Programa de Desarrollo Rural Integrado-DRI, los cuales dieron origen a la piscicultura en Colombia. La cual produce 56.530 toneladas métricas de pescado donde, 35.000 corresponden a tilapia (Alceste y Jory 1998). La información reportada para 1992 en el Boletín de Estadísticas del INPA (1993), es de 23.932 toneladas anuales para los productos provenientes de la acuicultura. De esta cifra, el 46.17% corresponden a las tilapias (plateada y roja) con una producción anual de 11 050 toneladas. La producción de tilapia roja y plateada ha pasado de 300 toneladas al año en 1985 a 11.050 en 1992 (Rodriguez, 1994).

Colombia tiene diversos cultivos piscícolas, en su mayoría hacen parte de las fundadas por INDERENA (Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente). Las dos más significativas están ubicadas en clima cálido y templado. (Rodriguez, Piscicultura en Colombia. , 1983).

En el año de 1979 se introdujo la tilapia plateada a Colombia, la cual se difundió ampliamente y se constituyó en la base de la producción de aguas cálidas a nivel industrial a mediados y finales de la década de los ochenta (Rodriguez, 1994). El cultivo de tilapia es hecho principalmente en jaulas flotantes y estanques localizados en áreas favorables para su cultivo (aguas con una temperatura de 23 a 32 °C).

Tabla 2

*Especies Piscícolas Cultivadas En Colombia.*

<b>ESPECIE</b>	<b>PRODUCCIÓN (TON)</b>	<b>% PARTICIPACIÓN</b>
Tilapia Roja	41.732	51.77
Tilapia plateada	10.913	13.54
Cachama	17.308	21.47
Trucha	6.121	7.59
Otras especies	4.535	5.63
<b>TOTAL</b>	<b>80.609</b>	<b>100</b>

Consejo nacional de acuicultura del Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural 2012

El cultivo de peces (especialmente la tilapia) se ha incrementado significativamente durante los últimos años. Actualmente, 4 años de historia de piscicultura en Colombia han desarrollado operaciones de producción de tilapia en los departamentos de Huila, Tolima, Valle del Cauca, los Llanos orientales y la Costa atlántica. En estas áreas se concentra cerca del 90% de la producción de pescado de agua dulce, con aproximadamente 28.265 toneladas métricas por año, de acuerdo a los datos recientes del INPA (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura). De todos modos, una producción significativa no se reporta, se podría esperar que la producción real sea cercana a las 57.000 toneladas métricas por año. (Alceste, 1998).

La producción de los cultivos de la piscicultura en Colombia se encuentra porcentualmente descritos de la siguiente forma: tilapia 65.31%, cachama 21.47%, trucha 7.59%, otras especies 5.63%. **Estas cifras son la producción identificada en 10 departamentos en la Región Andina con el 92%, el Huila un 43.02% y Meta 14.61%.** (Acuanal, Incoder 2012)

La acuicultura en Colombia para el año 2011 alcanzó las 83.569 toneladas (t), donde el camarón reportó una producción de 9.410 t y 74.159 t en la producción de tilapia, trucha y cachama; cifras según Ministerio de Agricultura.

La producción de Tilapia en el país, tiene un gran potencial y ha logrado pasar varias etapas que muchos otros países productores, ya que cuenta con un gran patrimonio hídrico. Aunque ha sido lento en el sector agropecuario ya que no logra subsanar las necesidades alimentarias de la población colombiana; la piscicultura está conformada por un alto número de productores que en su mayoría están en los departamentos de la región Andina y algunos en departamentos de la Amazonia, Orinoquia y Caribe.

En Colombia el área que se dedica al cultivo de peces es de 2 130 hectáreas, donde mayormente son granjas (98.67%) que usan estanques en tierra y el 1.33% usan el sistema de

jaulas flotantes. Los destinos de exportación para la tilapia son el 95% mercado Estados Unidos y 5% Chile. (AUNAP, 2014).

En la piscicultura para obtener un progreso creciente en los cultivos el agua debe cumplir con unas condiciones adecuadas, los cuales se miden mediante parámetros fisicoquímicos dependiendo de la especie sé que vaya a producir. La mayoría de nacimientos de agua, quebradas en el país son aptas para piscicultura; una manera básica de conocer previamente si una fuente de agua se puede usar es observando que no tenga características como mal olor, sabor, color y si viven peces en ellas u otros organismos acuáticos. (INPA-Gobernación de Cundinamarca, 2002).

Algunas de las propiedades físicas que deben estar en el nivel adecuado para la especie a cultivar son temperatura y turbidez por solidos suspendidos, propiedades químicas como oxígeno disuelto, el dióxido de carbono, el pH, la dureza, la alcalinidad, el amonio, los nitritos y los fosfatos. Por lo anterior la calidad del agua debe ser apropiada para el apetito, crecimiento, reproducción y evitar enfermedades en el cultivo, con el control de los parámetros físico-químicos. (Merino, 2006).

Actualmente para el año 2016 se evidencia que el número de alevinos que se sembraron en estanques fue de 2'900.000 en Palermo, Huila. (SIR Gobernacion del Huila, 2016).

### **Piscicultura En El Huila.**

La forma de cultivar peces en jaulas en Colombia a nivel empresarial se da inicialmente en el Huila, en la represa de Betania, abarcando los municipios de Yaguará, Campoalegre y Hobo, donde se represaron las aguas de los ríos Magdalena y Yaguará; allí se construyó para generar energía eléctrica la represa de Betania, siendo administrada por la Central Hidroeléctrica de Betania, donde se inundaron 7.400 hectáreas con agua ideal para el cultivo de tilapia roja. El inicio del cultivo se inició en los años 90's desarrollándose, empresarialmente con un nivel de crecimiento constante.

La producción en el Huila se desarrolla en dos sistemas: estanques en suelo en 31 municipios, jaulas flotantes en la represa de Betania, contribuyendo de manera significativa a la producción económica y empresarial nacional; teniendo una producción en total crecimiento, haciendo del departamento el eje central de la piscicultura nacional; de igual manera la producción de la tilapia siendo la especie de pescado con mayor participación. (Gobernación del Huila, 2007)

El departamento del Huila se encuentra ubicado en el sur de la región andina hace parte de la cuenca alta del río Magdalena, el cual nace en el macizo colombiano; contiene una extensión total de 19.890 km<sup>2</sup> siendo el 1,7% del territorio Colombiano.

La actividad agropecuaria del Huila está basada en el desarrollo agrícola, pecuario, piscicultura y pesca. El sector agropecuario y pesquero en el PIB departamental representa el 16.5%; en esta actividad se destaca la piscicultura con el 0.7%. El PIB departamental corresponde al 1,7% del total nacional (cifras preliminares de 2009 DANE).

La infraestructura de producción piscícola en estanques en tierra es del orden de 386.5 Has. De espejo de agua en 897 unidades productivas, en el sistema intensivo de jaulas flotantes en represa de Betania es de 14,1 Has. De espejo de agua con 81 unidades productivas.

La producción piscícola del departamento es de 33,377 Ton. Correspondientes a \$138.251 millones, en valor comercial, con el uso del 95% en infraestructura productiva. (Gobernacion del Huila , 2012-2015)

En el Huila la pesca, producción de peces en criaderos y granjas piscícolas para el año 2016 la participación en la actividad dentro del PIB departamental corresponde al 0,7%. (SIR Gobernacion del Huila , 2016)

En Palermo Huila se encuentran 165 estanques en tierra en uso con un área estimada de 472.000 m<sup>2</sup> de espejo de agua. (SIR, 2015)

## Marco Geográfico

Este proyecto de investigación se llevó a cabo en la piscícola que se encuentra ubicada en el distrito de riego el juncal (Asojuncal), en la vereda el Juncal, “del municipio de Palermo – Huila”, aquí se realiza el cultivo de la tilapia roja donde visualmente se ha identificado que el agua del recambio que es vertida no cuenta con condiciones permisibles, y es vertida sin ningún tipo de tratamiento al canal, cultivo de arroz y cuerpos de agua.

El municipio de Palermo Huila, se encuentra localizado en la república de Colombia distante a 320km de la ciudad de Santafé de Bogotá y a 18Km al sur occidente de la ciudad de Neiva, capital del departamento del Huila; Limita al norte con el municipio de Neiva y Planadas, al sur con Yaguara y Teruel, al oriente con Rivera, Campoalegre, Neiva y al occidente con Santa María y Neiva.<sup>2</sup>

Con temperaturas entre 15° C y 27° C aproximadamente. La economía en el municipio está basada en actividades agropecuarias, con productos agrícolas como arroz café y actividades de piscicultura de Mojarra Roja y Cachama con 73.922 toneladas siendo el 1.78% de 4.140229 que es producida por el departamento del Huila.<sup>3</sup>

El distrito de riego el juncal (Asojuncal) se encuentra ubicado en la jurisdicción del mismo nombre, ésta pertenece al área rural del municipio de Palermo-Huila, es una zona apta para la producción agrícola y pecuaria; su principal fuente hídrica es la laguna el juncal.

---

<sup>2-3</sup> Municipio de Palermo. Esquema de ordenamiento territorial diagnóstico. II Visión urbano Regional p 2-17





Figura 1 Ubicación geográfica de Asojuncal y de Palermo Huila en el País.

Fuente: Asojuncal 2017 Abril 5

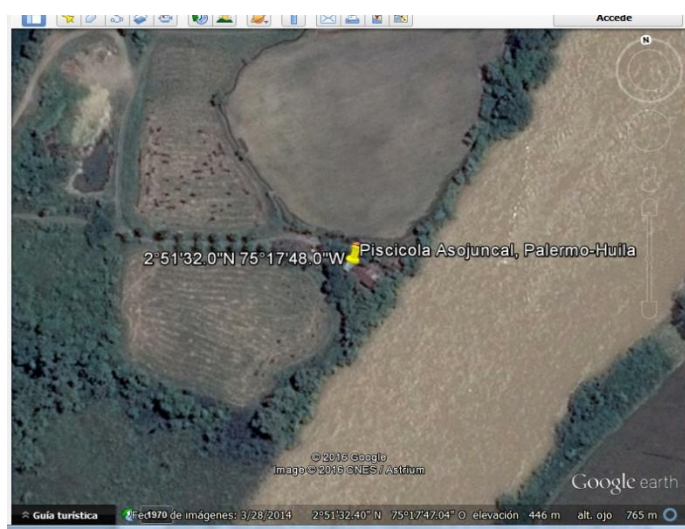


Figura 2 Ubicación geográfica google earth

Esquema Ubicación geográfica google earth Coordenadas geográficas 2° 51' 32" 0N -75° 17' 48" 0W

## Beneficios De La Piscicultura

La piscicultura es una de las mejores actividades practicada por la humanidad como opción de crear e incrementar la existencia de alimento en la medida que se da con un buen manejo del recurso agua.

Es una técnica usada desde muchos años atrás en diferentes épocas y poblaciones ya que en momentos en los que se escasea el alimento o se incrementaba la población se iniciaban estas prácticas de cultivar peces en estanques, mejorando la subsistencia y el comercio en la comunidad. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 9-11).

- Económicamente cultivar peces es más rentable, el costo se reduce. Es más costoso llegar a ríos, comprar implementos para capturar los peces.
- El cultivo en estanques puede realizarse en terrenos que no son aptos para la agricultura.
- Económicamente desde que se realiza el cultivo se logra la venta de la producción antes de que termine la cosecha, es algo que no suele suceder si se pesca en lagos y ríos de manera externa.

Beneficios ambientales: el recurso suelo puede aprovecharse de manera productiva en la medida que terrenos y suelos que no estén capaces (arcillosos, pantanosos) y no sean usados en ganadería o agricultura; si podrían ser totalmente aptos para realizar un cultivo de peces.

Mayor aprovechamiento de los recursos naturales: la piscicultura tiene beneficios en la conservación de recursos como suelo y agua, con los estanques y su diseño para retener el agua de los peces se minimizan riesgos ambientales tales como degradación de tierra o desbordamientos por agua de escorrentía. Con la ayuda de los estanques se mantiene la humedad del suelo y se da inicio a que haya nueva vegetación y la condición de la tierra mejore.

Beneficios económicos: se daría más rentabilidad, la inversión que consiste en instalar, adecuar y mantener la piscicultura es de menor costo frente a otras actividades en la agricultura, de esta manera se convierte en una alternativa más provechosa y con mejores ingresos.

El cultivo de peces además de ser oportuno económicamente, se evidencia que el uso de concentrados como alimento para peces y la comercialización del mismo ha concedido que se formen diferentes tipos de empresas que distribuyen y mercadean estos alimentos, generando variedad de empleo y un incremento beneficioso en la economía de las regiones donde se practica dicha actividad agropecuaria. Además de la comercialización que se da en algunas zonas de los alevinos. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 9-11).

Beneficios sociales: El consumo y producción de la piscicultura es un referente en el nivel nutricional actualmente, en la medida que la carne de pescado tiene mejor calidad, mayor cantidad de proteína, es más digestible y altamente nutritiva para el organismo. Además de los peces la tilapia presenta el menor contenido en mercurio. Es de uso en cualquier estrato socioeconómico; en comparación la carne de pescado contiene mayor cantidad de agua y proteína, menos grasa y calorías que la de bovino.

Tabla 3

*Principales Constituyentes (Porcentaje) Del Musculo Comparación De Pescado Y De Vacuno.*

<b>NUTRIENTES %</b>	<b>PESCADO (FILETE)</b>	<b>BOVINO</b>
Proteínas	Entre 16 a 21	20
Lípidos	Entre 0.2 a 25	3
Carbohidratos	<0.5	1
Cenizas	Entre 1.2 a 1.5	1
Agua	Entre 66 a 81	75

Fuente: depósito de documentos de la FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s05.htm>

Esta actividad agropecuaria es una gran opción de desarrollo para cualquier comunidad, incluso las que se encuentran afectadas con situaciones como los cultivos ilícitos. El emplear esta acción de cultivar peces están haciendo un uso aprovechable de la producción orgánica, un buen uso del recurso agua y mejorando sus condiciones económicas y calidad de vida. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 9-11).

### **Generalidades De La Piscicultura.**

La piscicultura es un sembrado de peces donde de modo vigilado se cosecha, cría, comercializa y consume con ventajas económicas sobre la comunidad que realice esta actividad y ambientales sobre el buen uso del suelo y el agua.

Existen varios tipos de cultivos los cuales se ramifican según la densidad y el manejo, según la especie a cultivar; además de que hay variedad de infraestructura para aplicar. Se tiene en cuenta en esta actividad la cantidad de peces a sembrar, alimentación y mantenimiento acorde.

### **Tipos De Cultivo**

Según la tecnología y manejo técnico.

- I. Extensivo: es un cultivo que se efectúa con la opción de aprovechar un cuerpo de agua ya existente y que de manera natural se dé la subsistencia del pez en cuanto al alimento, por medio de abono orgánico como estiércol de vaca o de gallina, es una actividad de tiempo constante ya que el cuerpo de agua no se puede trasladar.  
Cantidad de 1 pez/m<sup>2</sup> equivalente a 2.000 peces por hectárea. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 12-16).
- II. Semiintensivo: es un cultivo que se realiza en estanques que han sido construidos, se mantienen con abono de alimento tipo casero y con concentrados de manera

controlada. Cantidad de 1-5 pez/m<sup>2</sup>. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 12-16).

- III. Intensivos: es un cultivo que se da con el fin de comercializar la cría y engorde, se hace en estanque construido, con control de la calidad del agua, la alimentación es concentrado y no se abona. Cantidad de 5-20 pez/m<sup>2</sup>. Aproximadamente 40.000 peces por hectárea. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 12-16).
- IV. Súper intensiva: es un cultivo que se realiza con el mayor aprovechamiento del estanque con un control de la oxigenación y de los factores de la calidad de agua. Se usa concentrado en un alto nivel de proteína. Cantidad de 20-más pez/m<sup>2</sup>.

### **Prácticas De Cultivo**

Según la cantidad de especies.

- I. Monocultivo: en esta práctica de siembra se cultiva solo una especie en una extensión de agua, con algunas desventajas entre las cuales está el desperdicio del alimento natural. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 17-18)
- II. Policultivo: en esta práctica se cultiva más de una especie con la prevención y selección adecuada y dependiendo de los hábitos de alimento, siendo esta de mayor rentabilidad por aprovechamiento de espacio y alimentos abastecidos. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 17-18)

### **Infraestructura Para El Cultivo**

Para la realización de la siembra de piscicultura existen tres tipos de producción, de acuerdo a las instalaciones; el estanque en tierra, estanque en cemento y jaulas flotantes.

## Selección De Especie A Cultivar

Para el desarrollo de la actividad piscícola es muy importante escoger la especie a cultivar, dependiendo de algunas características con las que se va a emplear como alimentación, manejo, tecnología a utilizar, ciclo de vida, semilla fácil de conseguir, una especie comercial que sea muy apetecida en el mercado, calidad y características del agua. Esto con el fin de determinar según las condiciones de cada especie la más adecuada y que de manera asertiva cumpla con lo que se requiere.

La tilapia es una de las especies más cultivadas de la piscicultura en Colombia, ya que representa una carne con un nivel alto de proteína, más que las carnes rojas; es un pez de carne blanca y sabor neutral considerado por los consumidores domésticos una carne de gran gusto haciendo que de esta manera el nivel de producción se halla incrementado en los últimos 7 años. (Angarita P, 2005, págs. 33-34)

Tabla 4

*Características Generales De Las Principales Especies De Peces Para Cultivo. Tilapia Roja.*

<b>PEZ</b>	<b>SIEMBRA</b>	<b>ALIMENTACION</b>	<b>PRODUCCION</b>
Tilapia roja (Oreochromis sp.) T. nilotica, T. rendalli.	Agua a más de 20°C (no resiste las bajas temperaturas); 3 alevinos/m <sup>2</sup> ; un macho/2hembras.	Plancton y algas, hojas de bore y otras plantas, pastos, insectos, desperdicios domésticos, tortas de soya, frutas partidas.	Carne de buena calidad y textura; fácil manejo; producción de 500 g/6 meses.

Fuente: Manual granja integral autosuficiente. Pág. 167. Editorial san pablo 2004.

## Margo Legal

### Antecedentes Institucionales Y Marco Normativo

Norma	Descripción														
INDERENA 1968-1990	Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (Colombia). Primer agencia gubernamental creada con el fin de ejecutar una política con calidad ambiental y en busca de promover el desarrollo verde en Colombia, siendo así la pionera dándole la iniciativa a la creación del sistema de parques Nacionales Naturales, el código nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente de 1974 y la evolución del Ministerio del Medio Ambiente en 1993. (Rodríguez M. 1994).														
DECRETO 2811 de 1974	<p>Por el cual se dita el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente; libro I, parte I, artículo 8°</p> <p>b.- La degradación, la erosión y el revenimiento de suelos y tierras; c.- Las alteraciones nocivas de la topografía;</p> <p>d.- Las alteraciones nocivas del flujo natural de las aguas. Artículo 137° Serán objeto de protección y control especial: b.- Los criaderos y hábitats de peces, crustáceos y demás especies que requieran manejo especial.</p> <p>e.- La sedimentación en los cursos y depósitos de agua.</p>														
DECRETO 1681 DE 1987	Por el cual se reglamenta la parte x del libro II del decreto-ley 2811 de 1974 de los recursos hidrobiológicos.														
DECRETO 1594 DE 1984	<p>Reglamenta el uso del agua y vertimiento liquido; por la cual se establece los parámetros para los diferentes tratamientos de aguas de acuerdo a su uso y disposición, donde una agua residual debe haber tenido una remoción de la carga orgánica al 80% como mínimo para ser vertida a una fuente superficial y cargas máximas permisibles para otras sustancias; artículo 72 donde todo vertimiento a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas:</p> <p style="text-align: center;">Tabla 5</p> <p style="text-align: center;"><i>Valor De Referencia De Parámetros Según Decreto 1594 Del Año 1984.</i></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">PARAMETRO</th> <th style="text-align: center;">VALOR DE REFERENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ph</td> <td>5 a 9 unidades</td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td>40°C</td> </tr> <tr> <td>Material flotante</td> <td>Ausente</td> </tr> <tr> <td>Grasas y aceites</td> <td>Remoción 80% en carga</td> </tr> <tr> <td>Solidos suspendidos, domésticos o industriales.</td> <td>Remoción 50% en carga</td> </tr> <tr> <td>Demanda bioquímica de oxígeno desechos industriales.</td> <td>Remoción 30% en carga</td> </tr> </tbody> </table>	PARAMETRO	VALOR DE REFERENCIA	Ph	5 a 9 unidades	Temperatura	40°C	Material flotante	Ausente	Grasas y aceites	Remoción 80% en carga	Solidos suspendidos, domésticos o industriales.	Remoción 50% en carga	Demanda bioquímica de oxígeno desechos industriales.	Remoción 30% en carga
PARAMETRO	VALOR DE REFERENCIA														
Ph	5 a 9 unidades														
Temperatura	40°C														
Material flotante	Ausente														
Grasas y aceites	Remoción 80% en carga														
Solidos suspendidos, domésticos o industriales.	Remoción 50% en carga														
Demanda bioquímica de oxígeno desechos industriales.	Remoción 30% en carga														

	Demanda bioquímica de oxígeno desechos domésticas.	Remoción 20% en carga
INPA 1990-2003.	<p>Luego de que la INDERENA haya sido liquidada y transformada en la entidad Ministerio del Medio Ambiente y en sus funciones relacionadas con la pesca y acuicultura fue creada una nueva entidad INPA—Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, la cual con la ley 13 de 1990 y el decreto que reglamenta 2256 de 1991, se constituyó en la Autoridad de la Pesca y la Acuicultura. (AUNAP-FAO p. 113)</p>	
	<p><b>Que el Artículo 3° de la Ley 13 de 1990</b> "Por la cual se dicta el Estatuto General de Pesca" determina: "Declárase la actividad pesquera de utilidad pública e interés social. Entiéndase por actividad pesquera el proceso que comprende la investigación, extracción, cultivo, procesamiento y comercialización de los recursos pesqueros."</p>	
	<p><b>Que el Artículo 7° de la Ley 13 de 1990</b> estatuye que: "Entiéndase por recursos pesqueros aquella parte de los recursos hidrobiológicos susceptible de ser extraída o efectivamente extraída, sin que se afecte su capacidad de renovación, con fines de consumo, procesamiento, estudio u obtención de cualquier otro beneficio."</p>	
DECRETO 2256 DE 1991	<p>Por la cual se reglamenta la ley 13 de 1990 artículo 1° con el fin de asegurar el manejo integral de la actividad pesquera y acuícola, así como el omento de la explotación de los recursos pesqueros de manera racional.</p>	
LEY 101 1993: COSTITUCION NACIONAL	<p>Art, 64,65 y 66; en pro a la protección del desarrollo de actividades agropecuarias y pesqueras, promoviendo el mejoramiento de los ingresos y calidad de vida de los productores.</p>	
DECRETO 3100 DE 2003	<p>Por medio del cual se reglamentan las tasa retributivas por utilización del agua como destinatario de vertimientos.</p>	
INCODER 2003-2007	<p>INCODER--Instituto colombiano de desarrollo rural decreto 1300 de 2003 administra, investiga fomenta, ordena y controla las actividades pesqueras a nivel nacional para regular el aprovechamiento y desarrollo sostenible de estos recursos.</p>	
LEY 1152 DE 2007 LEY DE DESARROLLO RURAL	<p>Propone el mejoramiento de la calidad de vida de los productores rurales, promoviendo el uso y manejo adecuado del territorio rural de aguas y tierras que son aptas para actividades agrícolas, ganaderas forestales y PESQUERAS; con proyectos de desarrollo productivo del sistema nacional de desarrollo rural.</p>	



MADR- DIRECCIÓN DE PESCA Y ACUICULTURA	Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural, Por medio del cual se coordina el ordenamiento efectividad y ejecución de la política sectorial en la pesca y la acuicultura en Colombia.
ICA- SUB. PESCA Y ACUICULTURA (2008-2009).	<b>Decreto 4765 del 18 dic. 2008. art 5</b> El Instituto Colombiano Agropecuario, con el objetivo de prevenir, vigilar y controlar los riesgos existentes para las especies animales y vegetales; administrando el ordenamiento y desarrollo sostenible de los recursos pesqueros y acuícolas
INCODER SE REESTRUCTURA-SUB. DE PESCA Y ACUICULTURA	Instituto colombiano de desarrollo rural numeral Decreto 3759 de 2009 por el cual se da la modificación de la estructura del Incoder; promoviendo el desarrollo económico y social por medio de las áreas rurales con programas de producción agropecuaria, forestal y pesquero.
DECRETO 4181 2011 AUNAP	<b>Resolución 631 de 2015:</b> por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en las normas de vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.; reglamenta el artículo 28 del decreto 3930 de 2010 compilado por el decreto 1076 de 2015, y busca ejercer el control de las sustancias contaminantes que llegan a los cuerpos de agua para no causar daño ambiental ni afectación de la calidad del recurso hídrico por cada actividad productiva. Capitulo VII actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI con vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales. (MINANBIENTE)
MARCO NORMATIVO VERTIMIENTOS	<b>Ley 23 de 1973</b> con la cual se propone la protección de los recursos, se establecen límites de contaminación con sus respectivas sanciones por incumplimiento de las normas
	<b>Resolución 2145 de 2005.</b> Se modifica la resolución 1433 de 2004 sobre los planes de saneamiento y manejo de vertimientos; en la cual se reglamenta que las autoridades ambientales expidan los reglamentos en sus respectivas regiones en el ordenamiento tales como acuerdos, en áreas de preserva de los cuerpos de agua.  Para realizar un seguimiento respectivo del acatamiento normativo, las autoridades ambientales regionales deben revisar y controlar los vertimientos sobre los cuerpos hídricos superficiales con la intención de dar cumplimiento a la norma establecida. Por Corporaciones Autónomas Regionales (CAR).

## **Etapas De La Piscicultura Con Tilapia**

La especie a cultivar tilapia tiene una serie de ventajas en su producción las cuales hacen que sea una de las especies más utilizada en esta actividad agrícola; son de rápido crecimiento, su alimentación es de fácil manejo y adaptabilidad y se puede realizar con alimento artificial, su capacidad de soportar densidades de siembra, es una especie que resiste al ser manipulada en siembra, transferencia y cosecha, es de apariencia llamativa para el comercio, tiene la capacidad de elevar su peso en buenas condiciones.

El cultivo de la tilapia comprende un ciclo de producción en el cual se encuentra las siguientes fases:

Siembra de alevinos, se debe tener en cuenta la llegada de los alevinos con la preparación del estanque no se deben ingresar alevinos con un agua que ya lleva más de tres días en reposo, entre más pequeño el cultivo más propenso a adquirir enfermedades, así que es recomendable que este entre 2.5 y 3 centímetros de longitud.

### **Etapas Precria**

Es la fase de la crianza de alevinos con peso entre 1-5 gramos, con una densidad de 100 a 150 peces por m<sup>2</sup>, con buen recambio del agua entre 10 y 15%, ubicados en geo membrana en una duración de 53 días; en esta etapa es ideal que sea en estanques pequeños para el control de las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua en áreas recomendadas no mayores de 200 a 400 m<sup>2</sup>. En esta fase se procura llevar los alevinos de 2 gramos a entre 25 y 30 gramos lo cual se puede lograr con una adecuada alimentación y manejo en la calidad del agua. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 89-91).



*Ilustración 1* Etapa precria Alevinos

Fuente: Autor

### **Etapa Levante**

Son peces entre 40-150 gramos, con una densidad de 20 a 50 peces por m<sup>2</sup>, ubicados en lago en una duración de 52 días, se mantienen en estanques con áreas alrededor de 450 a 2.000m<sup>2</sup> donde se logra realizar las actividades y controles de las condiciones adecuadas del agua.



*Ilustración 2* Etapa levante

Fuente: Autor

### **Etapa Engorde**

Es la fase de la crianza de la tilapia con peso de entre los 150-450 gramos o hasta el peso de cosecha, con densidades entre 1 a 30 peces por m<sup>2</sup> ubicados en lagos por 53 días, de esta manera completan la cosecha de 5 meses. (Nicovita S.F.)



*Ilustración 3* Etapa de engorde  
Fuente: Autor

### **Condiciones Necesarias Para El Cultivo**

Para lograr una buena cosecha de tilapia es necesario seguir una serie de aspectos que caracterizan cada uno de los puntos del proceso del cultivo donde es primordial la ubicación e infraestructura del mismo, además de factores como agua, suelo, alimentación.

#### **Ubicación Del Cultivo**

Para escoger el terreno a ubicar el estanque en el que se va a cultivar la especie en este caso la tilapia, se debe tener en cuenta la cercanía a vivienda y la fácil accesibilidad con el fin de halla vigilancia, cuidado de los peces y entrada-salida de insumos o producto a comercializar, con buena inclinación para la hora del movimiento de tierra sea más fácil su construcción, abstenerse si está aledaño a agricultura que fumiguen con residuos químicos y la escorrentía pueda llegar al estanque. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, pág. 65).

En cuanto a la inclinación es necesaria ya que facilita también el vaciado para la realización del recambio del agua dándole una buena administración al cultivo; se determina que el nivel de

inclinación es adecuado en un 0.5%-50 centímetros de desnivel por cada 100 metros, además es un factor de seguridad ante el posible deslizamiento de tierra. (Henao, 1988, págs. 9-10).

### **Características Del Suelo**

En lo posible que el terreno cuente con un suelo que tenga superficie llana sin elementos como árboles que se deban talar siendo la deforestación una problemática ambiental o rocas que compliquen la construcción; evitar al máximo factores con los que se pueda presentar inundación, deslizamientos siendo apropiado un suelo arcilloso que compacta e impermeabiliza, cuente con capacidad de retener agua; para determinar esto existen diferentes pruebas en las que se visualiza la textura del suelo y de esta manera saber si es o no apto para la actividad.

(Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 67-68)

La filtración del agua en la piscicultura debe ser mínima siendo viable que sea nula, esta es una característica de los suelos arcillosos sin embargo, además de retener el agua se endurecen mucho al secarse por esta razón sería ideal que el suelo sea limo-arcilloso, es de mejor uso, esa mezcla de arena con arcilla haría más práctico el trabajo a la hora de la construcción del estanque.

Otro aspecto importante del suelo son sus propiedades químicas con las cuales debe contar con un nivel entre 6,5 y 8,5 entre acidez o alcalinidad siendo características que influyen en el crecimiento de los peces y toxicidad del agua usada en la cosecha. (Barrera, 2013, págs. 13-14-15).

### **Agua**

Se debe tener en cuenta que para realizar un cultivo de actividad piscicultura es indispensable disponer de una cantidad considerable del recurso agua, suficiente en cantidad y que sea de buena calidad; un agua sucia, turbia no permite el paso de la luz para fotosíntesis y los lodos que

pueda contener le impiden la buena respiración a los peces, factor fundamental para la supervivencia de los mismos. Puede ser de quebrada aunque podría estar expuesta a estar contaminada, de lluvia pero puede ser insuficiente para el estanque, acueducto necesariamente antes de ser tratada pero generaría más costos; en cantidad ya que se debe disponer siempre del agua porque se ocasionan pérdidas de la misma ya sea por filtración o evaporación. (Orrego Murillo & Isaza Bonito, 1994)

Un agua sin contaminar y de buena calidad, la contaminación se desencadena de alcantarillas, minas, escorrentía de porquerizas, gallineros, fabricas con desechos industriales, cultivos agrícolas son algunos vertimientos en aguas superficiales que representen algún tipo de riesgo para los peces a cultivar.

De acuerdo a la cantidad lo ideal es que se encuentre cerca de una o más fuentes de abastecimiento de agua, al inicio se requieren gran volumen por la actividad del llenado del estanque luego para suplir las pérdidas y el mantenimiento del nivel constante además de conservar con recambios de agua las condiciones de sanidad. (Henaó, 1988, págs. 10-11)

### **Alimentación**

La alimentación de la cosecha de peces es de vital importancia para su adecuado desarrollo y crecimiento, en el cual es necesario alimentos que estén compuestos por minerales, vitaminas, energía, carbohidratos, proteína; el alimento puede ser natural o artificial en cuanto sea adecuada en cantidad y calidad.

La tilapia es una especie herbívora prefieren las plantas y pueden consumir todas las que no sean beneficiosas en los estanques. Se debe tener mayor cuidado con la alimentación conviene evitar el exceso del alimento para no contaminar el agua.

Larvas y alevinos: 15% o 20% del peso vivo, durante 4 a seis veces al día; Levante: 3% o 5% del peso vivo dos o tres veces al día; Engorde: 1% del peso vivo en una o dos veces al día. (Barrera, 2013, pág. 41)

Según (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999) Existe una fórmula para determinar la cantidad diaria a suministrar en cada etapa de crecimiento del pez:

Cantidad de peces  $\times$  peso promedio de pez = gramos de biomasa.

Gramos de biomasa  $\times$  porcentaje % recomendado según biomasa/100= gramos de alimento al día.

Gramos de alimento al día / número de veces recomendada a alimentar.

Tabla 6  
*Requerimientos Nutricionales De La Tilapia*

ESTADO	PROTEINA (%)	LIPIDOS (%)	CARBOHIDRATOS (%)
Alevinos	35-50	10	<25
Levante	25-35	6-8	25-30
Engorde	30-32	6-8	25-30

Fuente: (cabrera , Jay , & Alceste , 2001)

### **Factores En La Calidad Del Agua Durante El Cultivo**

El agua es uno de los recursos más importantes en la vida del planeta y los peces se adaptan muy bien en el medio acuático, su temperatura corporal depende de la temperatura del agua en la que estén.

Es indispensable que en el momento de iniciar un cultivo en la piscicultura se avale la sostenibilidad y rentabilidad de la actividad en este caso con los factores que influyen, controlar los parámetros físicos, químicos y biológicos para brindar un medio seguro en la calidad del agua favorable a los peces así mismo generar un medio rentable en su producción.

## **Factores Físicos**

### **Temperatura.**

Vigilar la temperatura del agua en el estanque con la tilapia es llevarle el control a un factor físico el cual sin los cuidados necesarios puede enfermar o generar mortalidad al cultivo, el rango adecuado para el desarrollo y crecimiento es desde 22°C a 36°C. Naturalmente el agua del estanque expuesta a la radiación solar es más caliente en la superficie y más fría en el fondo para intervenir esta temperatura la mejor manera es el recambio del agua con un sistema de drenaje de los estanques. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 27,28)

### **Transparencia.**

En la piscicultura es importante la claridad del agua, el motivo es que eso permite el paso de la luz generando fotosíntesis que es el desarrollo de algas producción natural del lago; esta producción da un alto nivel de oxígeno lo cual beneficia la respiración de los peces. Se debe tener en cuenta que la turbidez que se da por partículas en suspensión, no contienen buenos niveles de oxígeno además la falta de luz afectan a los peces para tomar el alimento haciendo que se acumule en el fondo heces fecales, materia orgánica, restos del alimento, los cuales contaminan el agua y exigen mucho oxígeno disuelto para su descomposición. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, pág. 29)

## **Factores Químicos**

### **Oxígeno Disuelto.**

El contenido de oxígeno disuelto en el agua de la especie de tilapia durante su ciclo de producción es el factor químico de mayor importancia en la calidad de agua debido a que la respiración, digestión, por ende en el crecimiento y desarrollo adecuado de los peces; uno de los factores por los cuales disminuye el oxígeno disuelto es la temperatura en alto nivel.



Tabla 7  
Factores Que Influyen En La Concentración De Oxígeno

FACTORES	POSITIVO	NEGATIVO
Radiación solar	Por el efecto de la fotosíntesis hay aumento de oxígeno.	Al calentar el agua se disminuye la solubilidad del oxígeno atmosférico.
Abonos orgánicos	Contiene los nutrientes para el encargado de la fotosíntesis, el fitoplancton.	Exigen oxígeno para su descomposición y si hay un alto nivel genera contaminación
Gas carbónico (CO <sub>2</sub> )	Con luz y nutrientes aumenta la fotosíntesis.	En exceso puede generar que se minimice el nivel del pH.
Turbidez por partículas en suspensión pH	No presenta beneficios en la cosecha.	Disminuye la fotosíntesis disminuyendo el oxígeno.

(Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, pág. 37)

Existen mecanismos con los cuales se puede hacer control del nivel de oxígeno disuelto del estanque, con recambio del agua con la eliminación del fondo y reemplazarla por agua más oxigenada y con un mayor caudal del canal que alimenta el estanque; mantener en constante aireación el agua con un aireador que se instala en la misma. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 33-39)

### **Alcalinidad Y Dureza Total.**

La alcalinidad es la medida la cual tiene presencia de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos en el agua, la concentración de estos iones en el agua tienen la capacidad de amortiguar el pH, siendo así que a mayor concentración de estos iones el pH se mantendrá estable y a menor concentración de alcalinidad puede afectar branquias de los peces. El nivel normal de alcalinidad se encuentra entre valores como 30 y 200 mg/l de CaCO<sub>3</sub> es un equivalente a aguas moderadamente duras; la manera con la cual se puede mejorar las condiciones al presentarse concentraciones bajas es adicionar cal al agua del estanque y luego mejorar la productividad con abono orgánico. (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 41-42)

### Potencial De Hidrogeniones O pH.

En la piscicultura se monitorea los niveles del pH, es un factor químico que mide el grado de acidez o alcalinidad del agua del estanque esos niveles se encuentran de 1 a 14 y naturalmente el agua tiene un pH entre 6 y 9,5, pero el agua para cultivo de peces debe mantenerse en 7.



Figura 3 Medición del grado pH

### Factores En La Calidad Del Agua Vertida

En la verificación del agua residual vertida de la piscícola, se determinara el análisis de los parámetros más significativos:

Amonio en agua residual: el amonio es un indicador de impurificaciones del agua producidas por heces o por descomposición bacteriana de urea y proteínas de alimento no consumido.

Aunque no existe significación toxicológica, el contenido de amonio es un indicio no higiénico, ni sanidad en el agua manifestado en contenidos de bacterias fecales, gérmenes patógenos. Se considera que el amonio es un componente no deseado en el agua siendo toxico para los peces cultivados en una piscícola, al sobrepasar el nivel limite tolerable las aguas dejan de ser idóneas para cualquier ser vivo. (Rodríguez R., 1999).

Oxígeno disuelto en agua residual: el oxígeno disuelto es un parámetro que es indispensable en la respiración y para la supervivencia de los microorganismos u otras formas de vida en el agua. Las aguas contaminadas por sustancias orgánicas asociadas a animales, a residuos de alimentos o a aguas residuales y que tengan una demanda de oxigeno que exceda la solubilidad máxima de

equilibrio del oxígeno disuelto; en esas circunstancias el oxígeno disuelto se agota y los peces que viven en aquella agua mueren. (Braird C., 2001).

Nitratos agua residual: La Organización Mundial de la Salud (OMS) incluye a los nitratos entre los componentes del agua que pueden ser nocivos para la salud. Son peligrosos para concentraciones superiores a 50 mg/l. se originan por el producto de la descomposición de la materia orgánica de los peces. La secuela nociva en las personas que consumen agua con presencia de los nitratos puede ocasionar que a la hemoglobina se le dificulte el transporte del oxígeno; y en los peces altas concentraciones causan daños cerebrales y de las branquias taponando la captura del oxígeno; los nitratos son muy escasos en aguas residuales, pero se dan en efluentes depuradoras con nitrificación. Son un elemento esencial para organismos autótrofos y son nutrientes limitantes del crecimiento.

pH en agua residual: El intervalo normal para el pH de un agua residual se desarrolla en un rango óptimo entre 6.5 y 8.5; el pH mide la acidez de una muestra siendo menor de 7 siendo así que a valores extremos 4 y 11, se produce la muerte.

Alcalinidad y dureza: Afectan a la agrupación de bases en el agua y se constituye en iones de carbonato y bicarbonato siendo menor que 7 ácido indicio de enfermedad y mayor a 7 alcalino indicio de salud.

Temperatura: al evaluar la temperatura se está calculando el total de energía que contiene, siendo un influyente en el metabolismo, al no estar la temperatura en los niveles adecuados generan estrés, se reducen las defensas el crecimiento de los peces y al no estar en un límite recomendable se minimiza el consumo de alimentos y finalmente la producción no fructifica, las tilapias prefieren temperaturas elevadas y mueren si baja a menos de 10°C.

En el recurso hídrico se vienen presentando problemáticas ambientales a causa de las sustancias líquidas que se identifican en los cuerpos de agua en consecuencia a vertimientos contaminados e incontrolados por diferentes industrias; en el decreto 1594 de 1984 está establecido que un vertimiento debe ser controlado obligatoriamente por autoridades ambientales, además de implantar los criterios por usos y cargas permitidas de agua residuales. Se evidencia la falta de ordenamiento de planes que den solución a las problemáticas no solo como prevención sino de tratamiento a la afectación realizada.

Se estipulo en el artículo 28 del decreto 3930 de 2010 que el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial la fijación de la norma de vertimiento con parámetros y límites permitidos. Con el fin de dar un mayor control prevención a los vertimientos evidenciados por diferentes actividades existentes en aguas naturales y superficiales el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible despliega la Norma de vertimientos puntuales Resolución 0631 del 2015 la cual actualiza el decreto 1594 y cumple lo reglamentado en el artículo 28 del decreto 3930.

### **Resolución 0631 De 2015**

Según el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de la república de Colombia, la nueva norma de vertimientos contiene los valores y parámetros identificados con ocho diferentes actividades de producción industriales, comerciales y de servicios; de esta manera las autoridades ambientales departamentales serán las garantes de hacer cumplir la norma a los que efectúen las acciones en las que se vea expuesta el agua superficial o alcantarillado público por agua residual vertida.

En este orden de ideas se identifica que la autoridad ambiental en el departamento del Huila, municipio de Palermo es la Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena CAM quienes enmarcan que los permisos para vertimientos es el decreto 3930 de 2010 y la resolución 0631 del

2015 la cual establece los valores límites admisibles para las diferentes actividades industriales y en la cual la piscicultura se relaciona como “ capítulo VII Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI con vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales”.

Los parámetros fisicoquímicos y sus valores permisibles de vertimientos en aguas superficiales son los siguientes:

Figura 4

*Parámetros fisicoquímicos para vertimientos de piscicultura.*

PARÁMETRO	UNIDADES	VALORES LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
Fluoruros (F)	mg/L	5,0
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	250,0
Sulfuros (S <sup>2-</sup> )	mg/L	1,00
<b>Metales y Metaloides</b>		
Aluminio (Al)	mg/L	Análisis y Reporte
Antimonio (Sb)	mg/L	0,30
Arsénico (As)	mg/L	0,10
Bario(Ba)	mg/L	1,00
Berilio (Be)	mg/L	Análisis y Reporte
Boro (Bo)	mg/L	Análisis y Reporte
Cadmio (Cd)	mg/L	0,01
Cinc (Zn)	mg/L	3,00
Cobalto (Co)	mg/L	0,10
Cobre (Cu)	mg/L	1,00
Cromo (Cr)	mg/L	0,10
Estaño (Sn)	mg/L	2,00
Hierro (Fe)	mg/L	1,00
Litio (Li)	mg/L	Análisis y Reporte
Manganeso (Mn)	mg/L	Análisis y Reporte
Mercurio (Hg)	mg/L	0,002
Molibdeno (Mo)	mg/L	Análisis y Reporte
Níquel (Ni)	mg/L	0,10
Plata (Ag)	mg/L	0,20
Plomo (Pb)	mg/L	0,10
Selenio (Se)	mg/L	0,20
Titanio (Ti)	mg/L	Análisis y Reporte
Vanadio (V)	mg/L	1,00
<b>Otros Parámetros para Análisis y Reporte</b>		
Acidez Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis y Reporte
Dureza Cálcica	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis y Reporte
Color Real Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm.	m <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte

PARÁMETRO	UNIDADES	VALORES LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
<b>Generales</b>		
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O <sub>2</sub>	150,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L O <sub>2</sub>	50,00
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	50,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	ml/L	1,00
Grasas y Aceites	mg/L	10,00
Compuestos Semivolátiles Fenólicos	mg/L	Análisis y Reporte
Fenoles Totales	mg/L	0,20
Formaldehído	mg/L	Análisis y Reporte
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte
<b>Hidrocarburos</b>		
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	10,00
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	mg/L	Análisis y Reporte
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	mg/L	Análisis y Reporte
Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	mg/L	Análisis y Reporte
<b>Compuestos de Fósforo</b>		
Ortofosfatos (P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	Análisis y Reporte
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte
<b>Compuestos de Nitrógeno</b>		
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	mg/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte
<b>Iones</b>		
Cianuro Total (CN)	mg/L	0,10
Cloruros (Cl)	mg/L	250,00

Fuente Resolución 0631 de 2015 Capítulo VII

### Tipos De Tratamiento Para El Vertimiento Del Agua

La piscicultura es una actividad agrícola de gran importancia por sus beneficios económicos, sociales y genera seguridad alimenticia, sin embargo puede llegar a tener restrictivos como la materia orgánica de las heces de los peces, residuos de comida, contaminantes de nutrientes como (fosforo y nitrógeno) e insumos que sean agregados al cultivo y que no sean ingeridos, terminan quedando suspendidos en el agua y por consiguiente el efluente termina siendo el que deteriora el cuerpo hídrico receptor por los contaminación que reciba.

Es indispensable el monitoreo y control preventivo del agua vertida para conocimiento de las condiciones en las que está el efluente y si es propicio la reutilización en piscicultura o para verterla en cuerpos receptores de agua superficial, identificando la calidad de agua de la misma es necesario un tratamiento de efluentes, para lo cual existen diferentes técnicas; entre las cuales se diferencian por su naturaleza ya sea físico, químico y biológico.

## **Filtros En Grava**

Los filtros en grava son un tipo de tratamiento físico el cual se caracteriza por su acción de filtrar los materiales orgánicos o inorgánicos, que se identifican como desechos que generan los peces en el cultivo ya sea por sus heces o por los alimentos que no fueron consumidos los cuales se descomponen y consumen el oxígeno del agua del estanque; estos sólidos orgánicos naturalmente se asocian a la producción de amonio. Siendo así un contaminante que afecta el cultivo en su desarrollo al igual que el vertimiento que se genera del mismo. (Fitzimmons, 1993) Este tratamiento basado en la filtración con grava, se efectúa con una cama de arena filtradora por la que pasa el agua del estanque, esta cama de arena es arena sílica triturada, tiene la función de no permitir el paso de partículas ni contaminantes atrapándolos en los granos de arena y permitiendo el paso del agua ya limpia. El tamaño de la grava depende de las partículas a eliminar, el tamaño del filtro, la velocidad del flujo del agua y las particularidades de los residuos; Se debe realizar un mantenimiento en cuanto a la limpieza del filtro para retirar las partículas de contaminantes que quedaron retenidas. (galli & miguel, 2007).



*Ilustración 4* Gravilla / arena sílice.  
(zootecnia domestica, 2004)

## **Recirculación Y Biofiltración En Sistemas Acuaponicos**

Es un sistema en el que participan dos acciones contundentes, la acuicultura con recirculación y la producción hidropónica de plantas; los nutrientes, nitrógeno, contaminantes generados por los peces por medio de la excreción son utilizados en las plantas las cuales los absorben durante su

cultivo, activando así un proceso de filtro natural que mejora la calidad del agua y puede ser recirculado de nuevo a los peces. (Gutierrez, 2012)

Para desarrollar de manera exitosa un sistema acuaponico es necesario contar con elementos que son indispensables a la hora de efectuar la recirculación como se muestra en la **figura 6**; en primer lugar se debe contar con el tanque o lugar donde estén los peces en cosecha, como segundo elemento un sedimentador o clarificador el cual remueve partículas desechadas por los peces impidiendo que se almacenen de las raíces de las plantas, tercero es un biofiltro el cual debe contener bacterias nitrificantes, un sustrato para que las bacterias se fijen y oxígeno, esto con el fin de cambiar el amonio soltado por los peces en nitrato inocuo para las plantas, cuarto elemento se debe contar con un mecanismo hidropónico donde se ubiquen las plantas, por último el quinto es un sumidero el cual recoge el agua tratada y la conduce hacia el cultivo de los peces. (LENNARD, W. A. & LEONARD, B. V. , 2006)

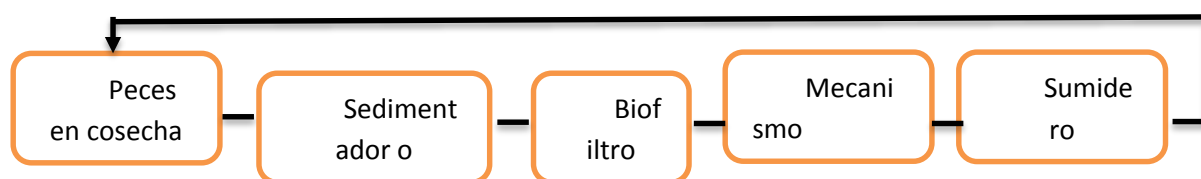


Figura 5 Elementos en un sistema de recirculación acuaponico

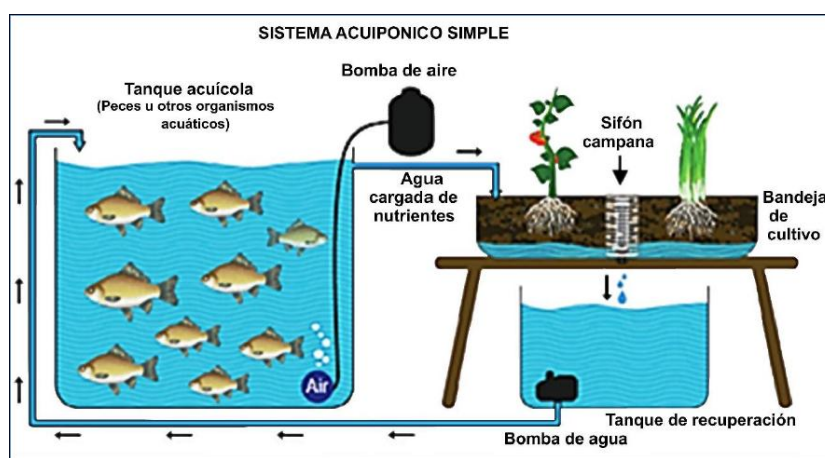


Figura 6 Sistema acuaponico simple

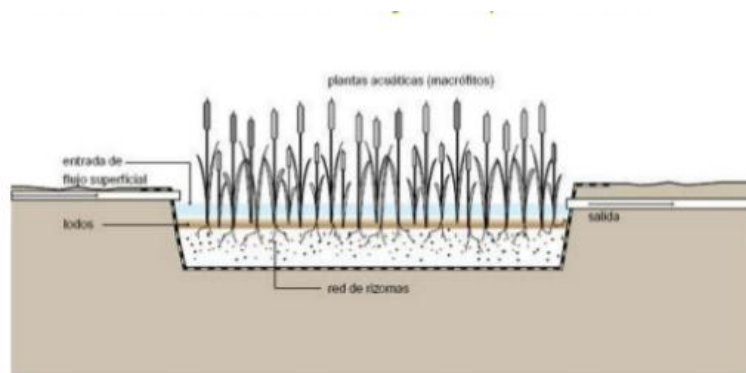
Diseño de un sistema acuaponico <http://teca.fao.org/es/read/8725>



## Humedales De Flujo Subsuperficial

Según convenio de Ramsar artículo 1.1 “se consideran humedales las extensiones de marismas, pantanos, tuberías o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salubres o saldas.” Estas áreas saturadas de agua superficial permiten mantener saturado un terreno, con plantas emergentes que generan una capa bacteriana.

La manera de actuar de este proceso inicia con la llegada del afluente a un amplia zona de agua y vegetación saliente, donde se generan poblaciones microbianas que absorben y reducen los componentes contaminantes orgánicos, metales, material particulado, nitrógeno, siendo esta la parte biológica del sistema, las zonas de profundidad facilitan una superficie de agua que al estar exteriorizada a la atmosfera se da la re aireación y la vegetación inmersa genera oxígeno para nitrificación, por último se efectúa una descarga para ir evacuando el efluente. **Ver figura 9**



*Figura 7 Humedales de Flujo Superficial*

Taller “Operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales” 2014

## Plantas Acuáticas

Las plantas acuáticas son de utilidad a la hora de generar un tratamiento de agua residual, estos sistemas están en los estanques con menor profundidad, son plantas acuáticas flotantes o sumergidas, en su mayoría se usa la lenteja de agua; normalmente estos sistemas usan dos tipos

de plantas, las flotantes por su habilidad para derivar el dióxido carbón y las necesidades de oxígenos de la atmosfera directamente y recibir los nutrientes minerales del agua.

El otro tipo de planta es la sumergible, están absorben el oxígeno, dióxido de carbono y minerales de la columna de agua, por la turbiedad alta en el agua la planta sumergible se inhibe fácilmente porque sus partes fotosintéticas se encuentran debajo de agua. (Frers, 2008)

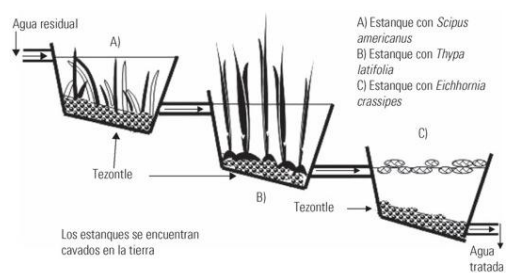


Figura 8 Diagrama Funcional Del sistema con plantas acuáticas.

Uso de macrofitas acuáticas en un tratamiento de aguas 2007

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972007000400002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972007000400002)

## Metodología

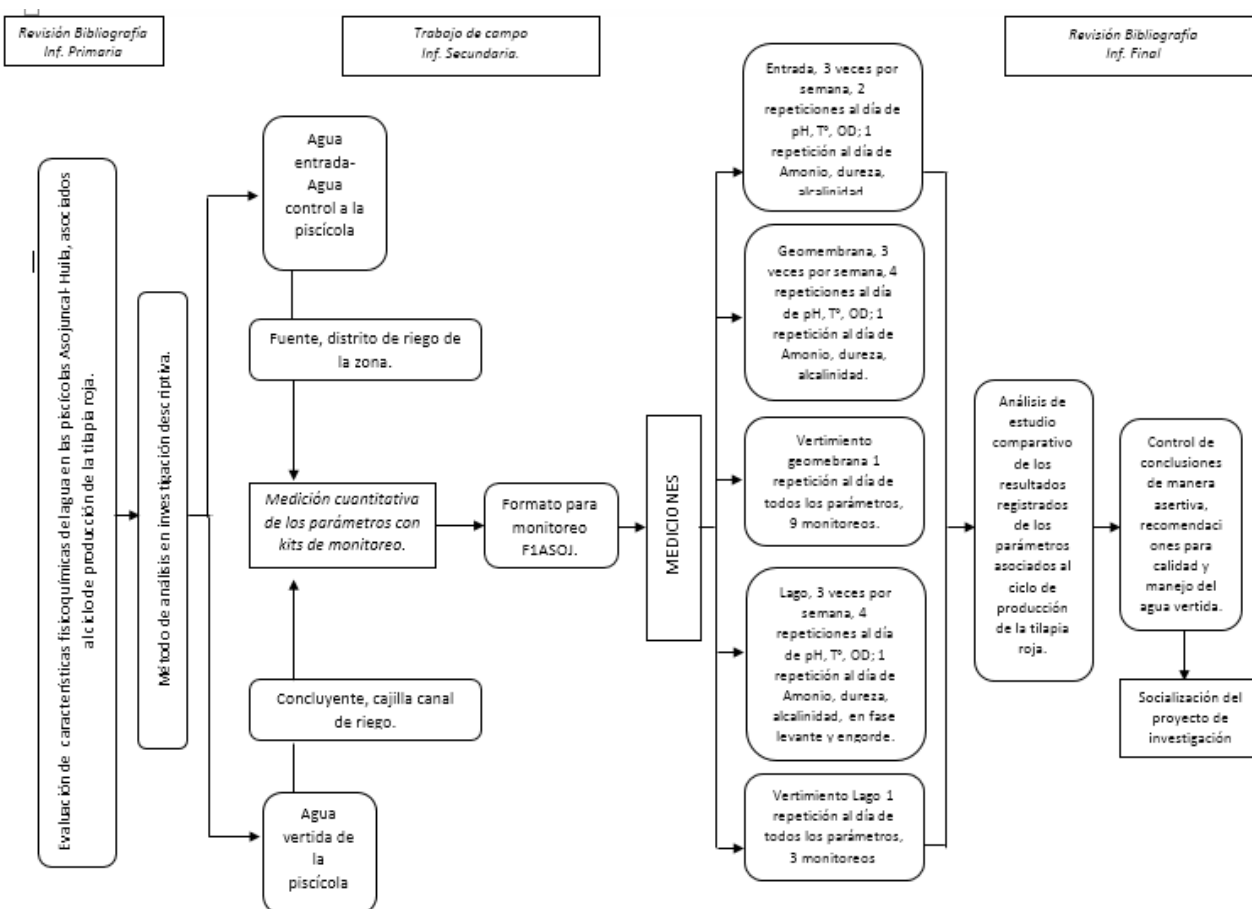


Ilustración 5 Metodología desarrollada para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos en la piscícola de Asojuncal-Huila (Fuente: el autor)

- TIPO DE ESTUDIO: **Investigación.**
- Diseño de la investigación: *De campo de tipo descriptivo.*
- Población: *Determinación de la población sobre el objeto de estudio. Comunidad, agricultores de la vereda el Juncal.*
- Investigación de tipo descriptivo.

## **Trabajo De Campo**

Se realizó un estudio cuantitativo con un recorrido desde Neiva-Huila hasta el Juncal, Palermo-Huila en Asojuncal, día de por medio tres (3) veces por semana durante la cosecha que duro cinco (5) meses, para determinar; función, causas, consecuencias de los parámetros fisicoquímicos, con el apoyo brindado facilitaron las herramientas que al alcance tenían por medio de kits de monitoreo de alcalinidad, de dureza, reactivos para el amonio y nitratos; Con reactivo de pH, multiparametro de oxígeno disuelto, temperatura. Las muestras fueron tomadas en la entrada del agua hacia la piscícola ubicada en el canal de riego, en el vertimiento de la geomembrana, en las etapas de levante y engorde en lago y en la cajilla hacia el canal de riego. Se tomaron las muestras del agua en horas de la mañana y en horas de la tarde antes y después de cada comida que se le da al cultivo de tilapia roja.

### **Mediciones Durante El Monitoreo.**

- Medición entrada, tres (3) veces por semana en dos (2) repeticiones al día al pH, T<sup>a</sup>, DO; En una (1) repetición al día de Amonio, dureza y alcalinidad durante cincuenta y tres (53) días en etapa de alevinos.
- Medición geomembrana, tres (3) veces por semana en cuatro (4) repeticiones al día al pH, Ta, DO; En una (1) repetición al día de Amonio, dureza y alcalinidad, durante los primeros cincuenta y tres (53) días en la fase de Alevinos, de los cinco (5) meses que dura el cultivo.
- Medición vertimiento geomembrana, se realizó nueve (9) monitoreos, en una (1) repetición al día de todos los parámetros fisicoquímicos, en el momento del recambio del agua, durante los primeros cincuenta y tres (53) días en fase de alevinos.

- Medición lago, tres (3) veces por semana en cuatro (4) repeticiones al día al pH, T<sup>a</sup>, DO; En una (1) repetición al día de Amonio, dureza y alcalinidad, durante los siguientes ciento cinco (105) días en las fases de Levante y Engorde, de los cinco (5) meses que dura el cultivo.
- Medición vertimiento lago, una (1) vez cada mes con una repetición de todos los parámetros fisicoquímicos, durante los siguientes ciento cinco (105) días en las fases de Levante y Engorde, ya que es solo una vez al mes que se realiza el recambio al agua del lago; se realiza un monitoreo constante al crecimiento de la cosecha y así verificar las condiciones del agua en posible vertimiento.

#### **Formato F1asoj (Ver Anexo 23).**

Los resultados de los análisis fueron registrados en una bitácora que se llevó durante todo el periodo de la investigación; dichos análisis se asociaron con el ciclo de producción; alevino, levante, engorde y con los factores ambientales, antrópicos que pudieron incidir en la variabilidad de los parámetros.

#### **Información Final**

Con un estudio de interrelaciones al final de la investigación se reunió toda la información recogida y se analizó cada parámetro, evidenciando como se relacionan los hechos; haciendo un estudio comparativo para encontrar sus posibles causas de variación, el ciclo de producción en que se presentó dicho suceso, al tabular la información se organizó, graficó y se realizaron tablas para análisis de Mediana, Máxima, Mínima que proporciono la posibilidad del control de conclusiones siendo más asertivas, se registraron recomendaciones.

- Por último una socialización de los análisis, conclusiones y recomendaciones que se evidenciaron durante el proceso de desarrollo del proyecto investigativo

realizado en las piscícolas de Asojuncal, con el fin de que puedan determinar e implementar alternativas para mejorar su proceso o tratamiento del agua.

### **Análisis Y Resultados**

En complemento de los objetivos que se plantearon en el proyecto de investigación, en acercamiento con varias piscícolas, que por la complejidad, por espacio, no había opción de realizarlo; se dio la oportunidad de llegar a Aso juncal dirigida en ese momento por el señor Oswaldo Tovar, quien acepto y aprobó la realización del proyecto, vieron la necesidad y por los beneficios que el estudio traía, permitieron el desarrollo del ejercicio de la investigación.

Gracias al total apoyo que brindaron, donde contribuyeron de manera adecuada, adicionalmente el personal operativo colaboro en los procesos para lograr realizar las mediciones requeridas, por otro lado, suministraron todo los insumos para la toma de los parámetros que permitieran el monitoreo de la calidad de producción y a la vez la evaluación del impacto de la actividad en el ambiente.

Esta investigación es con el fin de evaluar los impactos que se generan al no haber control a tiempo y la falta de vigilancia durante el proceso de la cosecha en una actividad tan importante como lo es la piscicultura; Los resultados de este proyecto pueden ser de mucho provecho para la sociedad que desee tener como actividad económica la piscicultura, además en este caso la empresa Asojuncal puede evidenciar los resultados que propiamente van a tener y de los mismos efectuar un tratamiento si es necesario en su proceso de siembra y cosecha.

Para este proyecto fue necesario el desplazamiento día de por medio hasta la empresa durante cinco (5) meses que duró toda la cosecha, durante la etapa de alevinos, levante y engorde, aproximadamente ochenta y ocho días (88) en los que visite la piscícola, donde se realizaba de

manera controlada y acertada el monitoreo de los parámetros en horas de la mañana y de igual manera en horas de la tarde, con los insumos que la empresa facilito, evidenciando los factores antrópicos como la lluvia y el sol.

Durante la visita y control de los registros en horas de la mañana a las 7 am y 11 am y en horas de la tarde a las 5 pm y 8 pm, que permitieron realizar el análisis de los resultados obtenidos, se visualizó un acumulado de cada parámetro que se describe en la siguiente tabla:

Tabla 8

*Acumulado de registros de cada parámetro durante la cosecha.*

PARAMETRO	NUMERO DE REGISTROS
pH	646 registros
Temperatura	646 registros
Oxígeno Disuelto	646 registros
Amonio	180 registros
Dureza	180 registros
Alcalinidad	180 registros
<b>TOTAL</b>	<b>2478 El Total De Registros</b>

FUENTE: Autor.

### Agua Control-Agua Entrada

Para caracterizar las aguas durante la cosecha y poder evaluar el impacto de la actividad, se realizó un monitoreo al agua de entrada que para la investigación servirá como base o de control para el análisis, en la siguiente tabla se identifican los resultados de la tabulación.

Tabla 9

*Seguimiento Entrada Agua Control*

PARAMETRO	VALOR		
	MEDIANA	MAXIMO	MINIMO
pH	7,7	7,6	6,8
TEMPERATURA	27,5°C	34°C	25°C
OD	5,25 mg/L	9 mg/L	2mg/L
AMONIO	1mg/L	2mg/L	1mg/L
DUREZA	CONSTANTE 120mg/L		
ALCALINIDAD	CONSTANTE 40mg/L		

FUENTE: Autor.

En este seguimiento se controla el agua de entrada como base o de control por medio de la bitácora (VER anexo 2), el cual se realizó en horas de la mañana 7:00 y 11:00 Am por el difícil acceso en el lugar donde se encontraba, encontrando los parámetros en condiciones como; El parámetro correspondiente a oxígeno disuelto OD (mg/L), presento en Mediana un valor de 5,25 mg/L (VER anexo 3), el cual es un nivel adecuado para el uso en los peces. > 5mg/L (Muñoz, 2012)

Además se visualiza una Mínima es 2 mg/L, (VER anexo 3) en la toma de muestra de las 7 am en el séptimo día del control realizado; se identifica que está relacionado por la hora de la mañana y la importante relación entre la radiación solar que da efecto de fotosíntesis y genera aumento de oxígeno o por lo contrario a falta de radiación solar minimiza el OD como es el caso, esto se refleja en la temperatura baja con la que amaneció el día séptimo.

El parámetro temperatura °C expuso durante el monitoreo una Mediana de 27,5 °C, la Máxima es de 34°C y la Mínima se refleja en 25°C (VER anexo 3), estando entre las medidas normales para usar agua en la geomembrana; el nivel adecuado se encuentra entre 22°C Y 36°C (Argumedo T & Rojas Duarte, 1999, págs. 27,28)



*Ilustración 6* Control del agua entrada a Geomembrana OD, TEMPERATURA.  
Fuente. Autor



En el control al parámetro pH, presento una Mediana de 6,94, estando en las unidades adecuadas, además se visualiza una Máxima de 7,6 y la Mínima de 6,8 (VER anexo 3); donde se aprecia que es un agua adecuada para el uso en la tilapia ya que entra al rango natural que es 7.



*Ilustración 7* Control agua entrada a geomembrana pH.

Fuente. Autor

El parámetro de Amonio durante la realización del monitoreo al agua de entrada tuvo una Mediana de 1,45 mg/L, con una Máxima de 2 mg/L y una Mínima de 1 mg/L (VER anexo 3), estos niveles de Amonio se encuentran entre los parámetros fisicoquímicos adecuados para el uso del agua en proceso de piscicultura.



*Ilustración 8* Control entrada agua a geomembrana Amonio

Fuente. Autor

Durante el seguimiento se evidencio en el control del parámetro de Dureza una constante en 120 mg/L (VER anexo 3), siendo este un nivel moderadamente duro por estar en un rango entre 40 a 200 mg/L.

El parámetro de alcalinidad durante el seguimiento al agua de entrada tuvo un valor constante de 40mg/L (VER anexo 3) estando en el nivel adecuado para ser una agua de uso para el cultivo de la tilapia. Oscila entre 20 y 300mg/L.

### **Etapa 1 Alevinos**

Esta etapa es desde el momento en que los peces llegan a la geomembrana entre 1-5 gr de peso, inicialmente ingresaron 100.000 alevinos, los cuales se dividieron en tres geomembranas cada una de 33.000. Por ser está la etapa más importante en el cultivo, pues se deben adaptar, debe haber una vigilancia en el crecimiento, mortalidad por ser una etapa donde el pez está en un momento de vida muy pequeño, necesita los cuidados necesarios para que llegue a su desarrollo y evolución ideal, en tal sentido, se realizó un mayor control en la geomembrana, para evaluar la calidad de agua en el crecimiento de los alevinos y su correspondiente impacto en el vertimiento, estos muestreos se registran en el formato Bitácora piscícola Asojuncal F1asoj, seguimiento a la producción de tilapia roja, en alevinos en geomembrana y agua vertimiento (VER Anexo 1).

### **Agua Alevinos En Geomembrana.**

Tabla 10  
*Seguimiento Agua En Geomembrana.*

PARAMETRO	VALOR		
	MEDIANA	MAXIMO	MINIMO
pH	7,4	8,6	6,8
TEMPERATURA	29,6 °C	33,9 °C	25,2 °C
OD	6,1 mg/L	11,6 mg/L	1,5 mg/L
AMONIO	2 mg/L	8 mg/L	1 mg/L
DUREZA	CONSTANTE		
	120mg/L		
ALCALIDAD	CONSTANTE		
	40mg/L		

FUENTE: Autor.

Se presentan resultados durante la etapa de alevinos en geomembrana donde se evidencia indicadores para los parámetros de pH y temperatura con rangos normales en la mediana, máxima y mínima frente al agua de uso adecuado para los peces. (Muñoz, 2012).

En el oxígeno disuelto tenemos como resultado una máxima de 11,6 mg/L, es de entender su valor por los aireadores utilizados que constante inyectaban oxígeno al agua en la geomembrana, el valor de la mediana se calculó en 6,1 mg/L, comparado con la mediana de nuestro control de entrada, se incrementó nuestro indicador satisfactoriamente, por la misma razón ya expuesta de los aireadores, al evaluar nuestro valor mínimo de monitoreo, se encontró que este registra un 1,5 mg/L, valor bajo en relación al control de la entrada, esto se pudo deber al exceso de alimento presente en el agua.

El parámetro del Amonio la mediana de 2 mg/L y la mínima de 1mg/L son niveles normales y adecuados durante la etapa de alevinos, son aptos para supervivencia incluso a la hora de un vertimiento; pero hubo una máxima de 8 mg/L es un nivel alto al correspondiente tiene efectos letales para los peces, afecta la respiración, reduce capacidad de la sangre para transportar oxígeno a los tejidos (Merino M. S., 2006), no es un valor adecuado para vertimiento de agua por criterios de calidad para el recurso. (ideam, s.f.).

La alcalinidad y la dureza presento durante el control realizado a los alevinos en geomembrana niveles constantes de; alcalinidad de 40mg/L y dureza de 120mg/L siendo estos niveles normales y adecuados en el agua.

### **Agua Alevinos Vertimiento De Geomembrana.**

Tabla 11  
*Seguimiento Vertimiento Agua En Geomembrana.*

PARAMETRO	VALOR		
	MEDIANA	MAXIMO	MINIMO
Ph	7,2	8,2	6,8
TEMPERATURA	28 °C	33,9 °C	26,8 °C

OD	5,8 mg/L	11,9 mg/L	5,2 mg/L
AMONIO	4 mg/L	8 mg/L	1 mg/L
DUREZA	250 mg/L	250 mg/L	120 mg/L
ALCALIDAD	120 mg/L	180 mg/L	40 mg/L

FUENTE: Autor.

Durante la etapa de alevinos se realiza vertimientos del agua de la geomembrana, y según los resultados en la anterior tabla se evidencia que los parámetros pH, temperatura y OD presenta rangos normales en cada uno de los valores mediana, máxima y mínima; además que se debe tener en cuenta de que el pH no tiene un efecto directo en el recurso, solo es un indicador de la calidad del agua. El parámetro de OD aunque presenta valores normales se debe tener en cuenta, si contiene microorganismos, bacterias la concentración del oxígeno disuelto disminuye es agua de mala calidad y tiene riesgos en la salud humana.

El Amonio en el vertimiento tuvo un resultado en niveles de 4mg/L en la mediana y 8 mg/L en la máxima, normalmente el amonio cuando se presenta en gran cantidad es debido a la materia fecal, orina y materia proteínica no consumida en el alimento de los peces, que al entrar en putrefacción forman el amonio, el amoniaco es venenoso, en contacto con los ojos podría producir quemaduras graves. La CEE recomienda que las concentraciones de amonio para aguas destinadas para consumo humano deba ser de 0.50 mg/L; Aunque se debe tener en cuenta de que es un vertimiento en fuente natural pero actualmente no está destinada para fuente en algún municipio. (Agencia para sustancias Toxicas y el registro de Enfermedades , 2004).

El parámetro dureza presenta niveles en mediana y máxima de 250mg/L siendo en el rango de las concentraciones establecidas por guías internacionales un agua dura entre el rango de 150mg/L y 300 mg/L, no tiene riesgos para la salud pero puede presentar problemas a los consumidores a partir de concentraciones superiores a 200mg/L. (Organolepticos, 2018 )

La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para neutralizar la acidez del pH, realmente no es un indicador que genere riesgo de salud, es importante si controlar la calidad

para supervisar en un proceso de tratamiento. Sirve para fijar los parámetros a usar en un tratamiento químico que se le realice al agua, además de amortiguar en caso de que el pH sea demasiado bajo. (Organolepticos, 2018 )

### Análisis De Resultados Geomembrana.

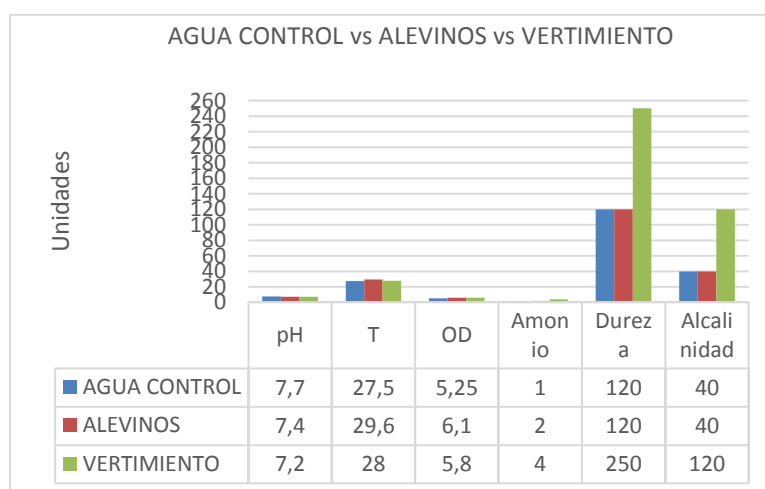
Tabla 12  
Análisis del monitoreo del Agua en geomembrana

	PH	T	OD	AMONI O	DUREZ A	ALCALINIDA D
AGUA CONTROL	7,	27,	5,2	1	120	40
ALEVINOS	7,	29,	6,1	2	120	40
VERTIMIENTO	7,	28	5,8	4	250	120
O	2					

FUENTE: Autor.

En la tabla N° 12 se encuentra los valores que en Agua control, Alevinos, Vertimiento arrojo la Mediana en cada uno de los parámetros de control de la cosecha.

Grafico 1 AGUA CONTROL VS ALEVINOS VS VERTIMIENTO



FUENTE: Autor.

### ANALISIS GRAFICO

Se evidencia en estos resultados el análisis de los diferentes parámetros que se tabularon, en el pH se identifica que tiene un nivel normal y adecuado en rangos desde 7,2 a 7,7 en el agua de

control, etapa alevinos y en el vertimiento del mismo; la Temperatura y el Oxígeno Disuelto de igual manera presenta niveles normales desde el paso del agua de Control-entrada, hasta su vertimiento.

Donde se identificó que cambio el nivel y tuvo un incremento en el resultado es en el vertimiento frente a los demás; el Amonio 4 mg/L, la Dureza 250mg/L y Alcalinidad 120mg/L. Referente a esto se considera que en el vertimiento se remueve el agua con el sedimento concentrado, porque al realizar el recambio del agua por ser en geomembrana se retira todo lo que se encuentra en el fondo de la misma, de esta manera salen los niveles de esos últimos parámetros más elevados a diferencia del agua control y alevinos.

## Etapa 2 Levante En Lago

Esta es la etapa de transición, los peces son trasladados de la geomembrana al lago para empezar a estabilizar las condiciones de calidad de agua homogénea y permitir crecimiento, en ese momento tienen un peso entre 80-120 gramos, ingresaron 83.133 tilapias distribuidas en dos lagos; el Lago 4A: 24.939 Y Lago 1: 58.194; ya en lago se realiza un monitoreo de los parámetros controlados que se viene realizando. (Anexo 5)

Tabla 13  
*Seguimiento Agua En Etapa de Levante En Lago.*

PARAMETRO	VALOR		
	MEDIANA	MAXIMO	MINIMO
pH	7,8	8,2	7,2
TEMPERATURA	30,68 °C	35 °C	27 °C
OD	8,8 mg/L	11 mg/L	3,3 mg/L
AMONIO	CONSTANTE 1mg/L		
DUREZA	CONSTANTE 120mg/L		
ALCALIDAD	CONSTANTE 40mg/L		

FUENTE: Autor.

Durante esta etapa se evidencia que los indicadores correspondientes a los parámetros monitoreados, se encuentra en un rango adecuado para el desarrollo de la cosecha durante la etapa de levante, no hay vertimiento del lago.

## Análisis De Resultados Levante En Lago.

Tabla 14

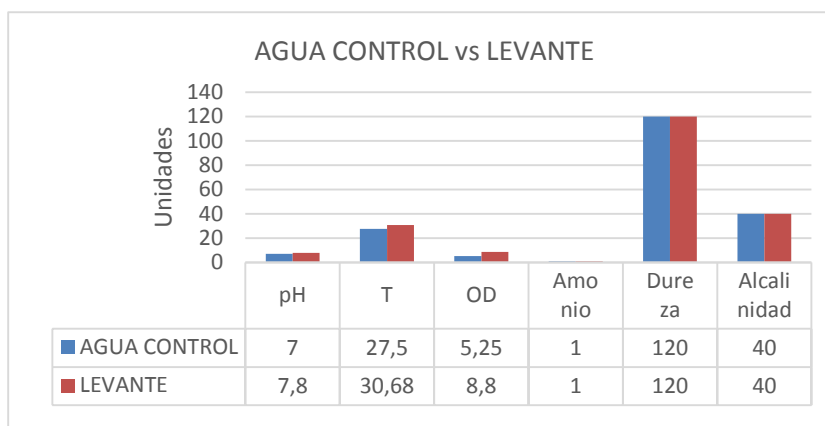
Análisis del monitoreo del agua en levante en lago

	PH	T	OD	AMONIO	DUREZA	ALCALINIDAD
AGUA CONTROL	7	27,5	5,25	1	120	40
LEVANTE	7,8	30,68	8,8	1	120	40

FUENTE: Autor.

En la tabla N° 14 se identifica los valores que en Agua Control y Levante arrojo la Mediana en cada uno de los parámetros allí descritos encontrados en la cosecha etapa levante.

Grafico 2 AGUA CONTROL VS LEVANTE



FUENTE: Autor.

### ANALISIS GRAFICO.

Como se mencionó en la descripción de esta etapa de levante se debe limitar a garantizar las condiciones normales para cuando llegue la etapa de engorde, por eso los parámetros están estables, el alimento en esta etapa no es tan concentrado en nutrientes como lo será en el engorde, no se da un vertimiento por esa razón cada indicador de los parámetros se encuentra normal.

### Etapa 3 Engorde En Lago

En esta etapa se inicia con el engorde de los peces en lago por el resto de tiempo que les queda para el día de la recolección. Oscilan con un peso alrededor de 120-300 gramos, donde completan la cosecha de 5 meses; y durante la etapa se realiza de igual manera un monitoreo de cada uno de los parámetros de control durante el lago (Anexo 6) y el vertimiento que se realiza. (Anexo 9 y Anexo 10).

#### Agua En Etapa Engorde En Lago.

Tabla 15  
*Seguimiento Agua En Etapa Engorde En Lago*

PARAMETRO	VALOR		
	MEDIANA	MAXIMO	MINIMO
pH	7,7	8,2	6,6
TEMPERATURA	29,63 °C	34,5 °C	24 °C
OD	6,62 mg/L	10,3 mg/L	2,4 mg/L
AMONIO	CONSTANTE 1mg/L		
DUREZA	CONSTANTE		
	120mg/L		
ALCALIDAD	CONSTANTE		
	40mg/L		

FUENTE: Autor.

Se visualiza que en la etapa de engorde en el lago, los indicadores de cada parámetro, presentan valores normales frente al agua que se ha venido teniendo en cuenta que es la de entrada-control y que para este punto de la cosecha tiene rangos estables. Se puede identificar que la tilapia en esta etapa engorde en lago es estable.

#### Agua Engorde Vertimiento en Lago.

Tabla 16  
*Seguimiento Agua Engorde Vertimiento en Lago.*

PARAMETRO	VALOR		
	MEDIANA	MAXIMO	MINIMO
pH	7,6	6,8	7,6
TEMPERATURA	29,8 °C	24,6 °C	30 °C
OD	5,68 mg/L	4,83 mg/L	6,54 mg/L



AMONIO	1mg/L	1mg/L	2mg/L
DUREZA	120mg/L	250mg/L	120mg/L
ALCALIDAD	80 mg/L	120 mg/L	80 mg/L

FUENTE: Autor.

En el transcurso de esta etapa Engorde, se realizaron los vertimientos pertinentes y de los mismos el monitoreo arrojó como resultado los valores tabulados en la tabla 16; en los cuales se evidencia que los parámetros pH, Temperatura, OD y Amonio presenta valores normales en la mediana, máxima y mínima, la dureza y alcalinidad presenta cambios pero leves de acuerdo a los niveles normales como lo es el Agua Control, del monitoreo realizado. Estos resultados se reflejan así, constantes a pesar de que la alimentación siendo un factor muy importante en el crecimiento de los peces es una de las fuentes principales de contaminación por las partículas que no son digeridas y acompañados de los residuos de orina y heces ocasionan alteraciones en los parámetros del vertimiento, pero la mayor parte de estos quedan en el fondo del suelo del lago generando sedimentación que a la hora de monitorear el vertimiento no alcanza a ser evacuada por la distancia del tubo de descarga al mismo suelo del lago.

### **Análisis De Resultados Engorde En Lago.**

Tabla 17

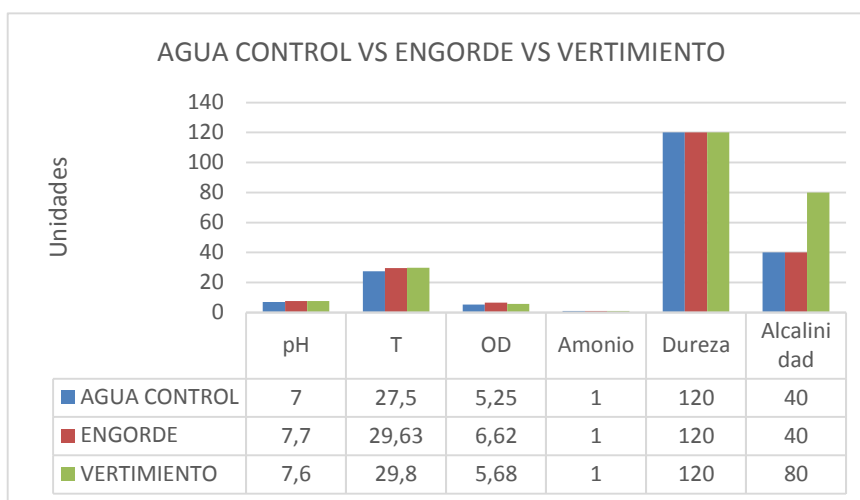
*Análisis del monitoreo del agua en engorde en lago*

	<b>PH</b>	<b>T</b>	<b>OD</b>	<b>AMONIO</b>	<b>DUREZA</b>	<b>ALCALINIDAD</b>
AGUA CONTROL	7	27,5	5,25	1	120	40
ENGORDE	7,7	29,63	6,62	1	120	40
VERTIMIENTO	7,6	29,8	5,68	1	120	80

FUENTE: Autor.

En la tabla N° 17 se encuentra los valores que en Agua control, Engorde, Vertimiento arrojó la Mediana en cada uno de los parámetros de control de la cosecha, y se empleara para el análisis de la etapa de Engorde en lago.

Grafico 3 AGUA CONTROL VS ENGORDE VS VERTIMIENTO.



FUENTE: Autor.

### ANALISIS GRAFICO.

En el último monitoreo de la cosecha, se visualizó en los diferentes parámetros frente al agua de control, agua en lago y en vertimiento que se tabularon resultados con valores normales y controlados. En esta etapa para garantizar una buena cosecha se limitan a mantener un agua en la que controlan niveles adecuados de OD, Amonio, pH y demás parámetros; esto se realiza con inspección de la cantidad de alimento, nutrientes que se agregan al cultivo de peces.

Además que se evidencia que el lago tiene un mecanismo en el vertimiento donde el tubo que dirige el agua a salir, está ubicado por encima del fondo del lago. Así las cosas los sedimentos, quedan en el fondo del mismo y no logran ser evacuados en el agua vertida proporcionando así una opción de utilidad y tratamiento de esos sedimentos cuando se seca el lago.

## Conclusiones

- El agua de entrada es la captada de la laguna El Juncal, la cual hace parte del distrito de riego de la zona; es usada para la cosecha y en el monitoreo se empleó como de control, para el análisis se identificó un agua con parámetros de condiciones normales para uso en los peces, siendo un indicador biológico adecuado.
- En la etapa de alevinos, en el transcurso del monitoreo del agua, se evidencio un aumento del parámetro Amonio el cual es nocivo para el cultivo, dado que puede ser letal, adicionalmente, disminución en la tasa de crecimiento; la principal causa del Amonio son las excretas de los peces, directamente proporcional con la cantidad de alimento suministrado.
- De los seis parámetros medidos y monitoreados del agua en lago en la etapa de levante y engorde, no se evidencian variaciones en comparación con el agua de entrada, en la operación productiva no hubo afectación de esas variables.
- En el caso del vertimiento en geomembrana se evidencian valores elevados frente al agua de control, la variación de los parámetros son: Amonio + 3mg/L, Dureza + 130mg/L, Alcalinidad + 80mg/L. Este aumento se debe a los sedimentos removidos del fondo de la geomembrana.
- El vertimiento en lago presenta valores estables versus agua de control, la variación de los parámetros son: Amonio 0mg/L, Dureza 0mg/L, Alcalinidad + 40mg/L, pH 0, T 0C°, OD 0mg/L.
- Para el vertimiento en etapa de levante y engorde, la ubicación del desagüe es por encima del fondo del lago; quizá no se pensó técnicamente en la salida del agua, pero

esta ubicación, permite que el vertimiento no contenga sólidos sedimentados, al quedar estos sedimentos en el fondo, es utilizado el lago como un lecho de secado.

- En el proceso productivo de la piscicultura, el garantizar las condiciones adecuadas del agua es primordial, para que los ambientes de la actividad agrícola sean estables durante el cultivo.
- Durante los cinco meses del monitoreo, se socializaban los resultados parciales obtenidos para garantizar un adecuado proceso productivo en la piscícola, los participantes encontraron puntos favorables para continuar el monitoreo al término de esta investigación, siendo este, un aporte a la empresa para la mejora de su sistema de control en la producción.

### **Recomendaciones**

- Los sedimentos del lago quedan en el fondo hasta el final de la cosecha y para luego darles su tiempo de secado; con este proceso de vertimiento, se garantiza la separación de una gran parte de los sedimentos (orgánicos), con ellos se puede realizar un posterior proceso de tratamiento de lodos, aprovechándolos para recuperación de suelo o como abonos orgánicos.
- El proceso de piscicultura que se evaluó, se evidencian condiciones de procesos adecuados para el crecimiento de los peces, más sin embargo, el vertimiento dependiendo de su manejo, es el factor diferenciador para el impacto que esta actividad genera sobre el recurso hídrico, se debe ampliar esta investigación, para realizar un análisis a diferentes vertimientos de varias piscícolas de la región para sentar una línea base de vertimiento.

- Esta investigación permitió establecer condiciones en parámetros del proceso, se debe extender el monitoreo para analizar el agua del vertimiento y determinar el daño ambiental, con otros indicadores como DBO, DQO, Materia fecal, SST.
- Se identifica que este tipo de proyectos que implican investigación son costosos, se requiere la alianza con el sector productivo que apalanque su debido desarrollo y beneficie la piscicultura como actividad económica.
- Esta actividad agrícola es uno de los sectores productivos más grande del Huila, ya que es el productor más grande de trucha y tilapia del país con el 46%, se debería direccionar con más ideas de investigación que brinde conocimiento en el tema al sector, para que algunos piscicultores no sigan desarrollando su actividad aun tradicionalmente, por el contrario empleen mejores condiciones ambientales.
- El cultivo de la piscicultura es un proceso que requiere gran cantidad de agua, la conservación del recurso debe ser prioridad, sería apropiado investigar más, entorno al aprovechamiento del agua que garantice el adecuado mantenimiento de las fuentes de agua que abastece esta actividad de económica.









## Anexos 2 Bitácora Agua Control- Agua Entrada.

Fecha de inicio: 16 nov 2016	BITÁCORA PISCICOLA ASOJUNCAL F1ASOJ, SEGUIMIENTO A LA PRODUCCIÓN DE TILAPIA ROJA, ENTRADA AGUA.											
	N° ALEVINOS: 100.000		4: REPETICIONES 7 am / 11 am						1: REPETICIÓN 7 am			
	PARAMETROS FISICOQUIMICOS.									Factores Ambientales y Antrópicos		
	4 REPETICIONES						1 REPETICIÓN					
	pH Unidad		Temperatura °C		Oxígeno Disuelto Mg/L		Amonio Mg/L	Dureza Mg/L	Alcalinidad Mg/L	LLUVIA		DÍA SOLEADO
DÍA. 1	6,8	6,8	27,7	28,2	4,36	4,8	1	120	40		X	
DÍA.2	6,8	7,6	26	27	6	6	1	120	40	X		
DÍA. 3	6,8	6,8	26,9	25	3	3	2	120	40		X	
DÍA. 4	6,8	6,8	27,7	28	5	6	1	120	40	X		
DÍA.5	6,8	7,2	25,6	28	6	6	2	120	40	X		
DÍA. 6	6,8	6,8	26	27	4	5	2	120	40	X		
DÍA. 7	6,8	7,2	25	28,5	2	5	2	120	40		X	
DÍA.9	6,8	6,8	26	27	5	6	1	120	40		X	
DÍA. 9	6,8	6,8	26	27	4	6	2	120	40	X	X	
DÍA.10	7,2	6,8	28	27	4	5	2	120	40	X		
DÍA.11	7,2	6,8	26	28	5	5	1	120	40		X	
DÍA12	7,2	7,6	28	34	3	7	1	120	40		X	
DÍA13	7,2	7,2	28	33	7	9	1	120	40		X	
DÍA14	6,8	7,2	26	30	4	8	1	120	40	X		
DÍA15	6,8	7,2	25	28	7	7	2	120	40	X		
DÍA16	6,8	7,2	27	28	6	7	2	120	40	X		
DÍA17	6,8	7,2	27	28	6	5	2	120	40	X		
DÍA18	6,8	6,8	26	28	6	5	2	120	40		X	
DÍA19	6,8	6,8	28	28	4	4	1	120	40		X	
DÍA20	6,8	6,8	28	28	4	5	1	120	40		X	
DÍA21	6,8	6,8	29	28	3	6	1	120	40		X	
DÍA22	6,8	7,2	27	28	5	7	1	120	40		X	

## Anexos 3 ANALISIS Parámetros Físicoquímicos Aso juncal Agua Control-Agua Entrada.

Parámetro pH						Parámetro Temperatura °c					Parametro Oxigeno Disuelto OD (Mg/L)					Parámetro Amonio mg/L	Parámetro dureza mg/L	Parámetro Alcalinidad mg/L
DIA	HORA		Med. GXd	MaxGx	Min Gx	HORA		Med GXd	Max Gx	Min Gx	HORA		MedGXd	Max Gx	Min Gx	HORA	HORA	HORA
	7	11				7	11				7	11				7	7	7
	7	11				7	11				7	11				7	7	7
1	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	27,7	28,2	27,95	28,2	27,7	4,36	4,8	4,58	4,8	4,36	1	120	40
2	6,8	7,6	7,2	7,6	6,8	26	27	26,5	27	26	6	6	6	6	6	1	120	40
3	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	26,9	25	25,95	26,9	25	3	3	3	3	3	2	120	40
4	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	27,7	28	27,85	28	27,7	5	6	5,5	6	5	1	120	40
5	6,8	7,2	7	7,2	6,8	25,6	28	26,8	28	25,6	6	6	6	6	6	2	120	40
6	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	26	27	26,5	27	26	4	5	4,5	5	4	2	120	40
7	6,8	7,2	7	7,2	6,8	25	28,5	26,75	28,5	25	2	5	3,5	5	2	2	120	40
8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	26	27	26,5	27	26	5	6	5,5	6	5	1	120	40
9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	26	27	26,5	27	26	4	6	5	6	4	2	120	40
10	7,2	6,8	7	7,2	6,8	28	27	27,5	28	27	4	5	4,5	5	4	2	120	40
11	7,2	6,8	7	7,2	6,8	26	28	27	28	26	5	5	5	5	5	1	120	40
12	7,2	7,6	7,4	7,6	6,8	28	34	31	34	28	3	7	5	7	3	1	120	40
13	7,2	7,2	7,2	7,2	6,8	28	33	30,5	33	28	7	9	8	9	7	1	120	40
14	6,8	7,2	7	7,2	6,8	26	30	28	30	26	4	8	6	8	4	1	120	40
15	6,8	7,2	7	7,2	6,8	25	28	26,5	28	25	7	7	7	7	7	2	120	40
16	6,8	7,2	7	7,2	6,8	27	28	27,5	28	27	6	7	6,5	7	6	2	120	40
17	6,8	7,2	7	7,2	6,8	27	28	27,5	28	27	6	5	5,5	6	5	2	120	40
18	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	26	28	27	28	26	6	5	5,5	6	5	2	120	40
19	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	28	28	28	28	28	4	4	4	4	4	1	120	40
20	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	28	28	28	28	28	4	5	4,5	5	4	1	120	40
21	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	29	28	28,5	29	28	3	6	4,5	6	3	1	120	40
22	6,8	7,2	7	7,2	7	27	28	27,5	28	27	5	7	6	7	5	1	120	40
TOTALES			7	7,6	6,8	TOTALES		27,5	34	25	TOTALES		5,25	9	2	TOTALES	TOTALES	TOTALES

Media Gx
1
Máximos Gx
2
Mínimo Gx
1

## Anexos 4 ANALISIS Parámetros Físicoquímicos Aso juncal Agua En Geomembrana.

Geomembrana	PARAMETRO Ph								PARAMETRO TEMPERATURA °C						PARAMETRO OXIGENO DISUELTO (OD) Mg/L						AMONIO	DUREZA	ALCALINIDAD						
	Día	Hora				MED. GXd	MaX GXd	Min GXd	Hora				MED. GXd	MaX GXd	Min GXd	Hora				MED. GXd	MaX GXd	Min GXd	Hora	Hora	Hora				
		7	11	5	8				7	11	5	8				7	11	5	8				7	11	5	8	7	7	7
1	1	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	28,9	30	32,6	30,5	30,25	32,6	28,9	5,4	8,8	8,2	7,8	8	8,8	5,4	1	120	40				
2	1	7,6	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	7,6	28,9	29,6	31,7	30,9	30,25	31,7	28,9	5,3	8,7	8	8	8	8,7	5,3	1	120	40				
4	1	7,2	8,2	8,2	7,8	8	8,2	7,2	28	30	32,6	30,1	30,05	32,6	28	3,8	7,1	10	9	8,05	10	3,8	1	120	40				
1	2	7,6	7,6	8,2	7,8	7,7	8,2	7,6	27,9	28,5	31,8	30	29,25	31,8	27,9	5,9	7,9	6,4	6,8	6,6	7,9	5,9	1	120	40				
2	2	7,6	7,6	8,2	8,2	7,9	8,2	7,6	27,7	28,5	29,6	30,2	29,05	30,2	27,7	5,6	7,8	6,4	6,7	6,55	7,8	5,6	1	120	40				
4	2	7,2	7,2	7,6	7,8	7,4	7,8	7,2	28	28,8	31,6	30	29,4	31,6	28	4,8	6,7	6,8	6,5	6,6	6,8	4,8	1	120	40				
1	3	7,6	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	7,6	28,2	29	30	32,3	29,5	32,3	28,2	6,3	8,1	6	4,1	6,15	8,1	4,1	2	120	40				
2	3	7,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	7,2	28,1	29	31	31,6	30	31,6	28,1	4,5	6,7	5,1	4,5	4,8	6,7	4,5	2	120	40				
4	3	6,8	7,2	7,6	8,2	7,4	8,2	6,8	28,3	29,2	30,4	31	29,8	31	28,3	1,7	4,4	3,2	4,9	3,8	4,9	1,7	1	120	40				
1	4	7,2	8,2	8,2	7,2	7,7	8,2	7,2	29,7	29,7	30	29	29,7	30	29	5,1	6,6	9,3	4,8	5,85	9,3	4,8	1	120	40				
2	4	7,2	7,6	8,2	6,8	7,4	8,2	6,8	29,5	29,6	30	29	29,55	30	29	3,5	5,7	7	3,4	4,6	7	3,4	3	120	40				
4	4	7,2	7,6	8,2	6,8	7,4	8,2	6,8	29,7	29,8	28	29,2	29,45	29,8	28	4,6	6,1	7,6	4,6	5,35	7,6	4,6	2	120	40				
1	5	7,2	8,2	8,2	7,2	7,7	8,2	7,2	27,9	28,3	29	29	28,65	29	27,9	5,7	7,2	5	5,8	5,75	7,2	5	1	120	40				
2	5	6,8	8,2	7,2	7,2	7,2	8,2	6,8	27,7	28,3	30,3	31	29,3	31	27,7	4,1	6,3	7,1	5,2	5,75	7,1	4,1	2	120	40				
4	5	6,8	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	6,8	27,9	28,9	29,6	29	28,95	29,6	27,9	5,6	7,8	9,2	6,5	7,15	9,2	5,6	2	120	40				
1	6	7,2	8,2	7,2	7,2	7,2	8,2	7,2	28,3	29,1	31,5	30	29,55	31,5	28,3	5,2	6,2	9	7,3	6,75	9	5,2	2	120	40				
2	6	7,2	8,2	7,2	7,2	7,2	8,2	7,2	27,9	29,7	31	30,5	30,1	31	27,9	3,9	9,3	10	5,8	7,55	10	3,9	3	120	40				
4	6	7,8	8,2	7,2	7,2	7,5	8,2	7,2	27,9	29,4	31,3	29	29,2	31,3	27,9	5,2	10,1	9	8	8,5	10,1	5,2	2	120	40				
1	7	6,8	8,2	7,2	8,2	7,7	8,2	6,8	27,6	28,5	28,3	26,3	27,95	28,5	26,3	6	8,1	8,5	4,6	7,05	8,5	4,6	4	120	40				
2	7	6,8	8,2	7,2	8,2	7,7	8,2	6,8	27,3	28,4	28,7	26,4	27,85	28,7	26,4	4,4	6,9	7,2	5,8	6,35	7,2	4,4	4	120	40				
4	7	7,2	8,2	7,2	8,2	7,7	8,2	7,2	27,2	29,4	28,8	25,2	28	29,4	25,2	5,8	9	9,8	6,8	7,9	9,8	5,8	4	120	40				
1	8	7,2	8,2	7,6	7,6	7,6	8,2	7,2	26,6	27,2	26,5	28,1	26,9	28,1	26,5	6,3	7	6,7	4,3	6,5	7	4,3	1	120	40				
2	8	7,2	8,2	7,6	6,8	7,4	8,2	6,8	26,7	27,1	27,1	29,3	27,1	29,3	26,7	6	5,9	6,1	4,8	5,95	6,1	4,8	1	120	40				

4	8	7,2	7,6	7,6	6,8	7,4	7,6	6,8	26,6	27,3	27,3	28,6	27,3	28,6	26,6	6	6,2	6,5	4,7	6,1	6,5	4,7	1	120	40
1	9	7,2	8,2	8,2	7,2	7,7	8,2	7,2	28,5	30,2	29	29,9	29,45	30,2	28,5	7,4	8	6,8	3,9	7,1	8	3,9	2	120	40
2	9	7,6	8,2	7,2	7,2	7,4	8,2	7,2	28,3	30,3	31,1	29,7	30	31,1	28,3	5,8	8	6,5	4,3	6,15	8	4,3	2	120	40
4	9	7,6	8,2	7,2	7,2	7,4	8,2	7,2	28,2	29,7	29,8	29,2	29,45	29,8	28,2	5,7	9,2	6,3	4,2	6	9,2	4,2	2	120	40
1	10	7,2	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	7,2	28,3	28,3	31,7	29,2	28,75	31,7	28,3	4,2	4,4	8,6	5,6	5	8,6	4,2	4	120	40
2	10	7,2	7,2	8,2	8,6	7,7	8,6	7,2	28,3	28,2	32,1	27,5	28,25	32,1	27,5	4,9	4,7	8,8	4,3	4,8	8,8	4,3	4	120	40
4	10	6,8	7,2	7,6	8,2	7,4	8,2	6,8	28,4	28,2	31,8	29,5	28,95	31,8	28,2	4,4	4,6	5,7	6,2	5,15	6,2	4,4	4	120	40
1	11	7,2	8,2	8,2	7,2	7,7	8,2	7,2	27,7	29,1	31,8	29,3	29,2	31,8	27,7	5	8,2	6	6,1	6,05	8,2	5	5	120	40
2	11	7,6	8,2	8,2	8,6	8,2	8,6	7,6	28,1	29,4	32,9	28,1	28,75	32,9	28,1	5,3	7,8	6,5	7,2	6,85	7,8	5,3	7	120	40
4	11	7,2	7,6	7,6	8,2	7,6	8,2	7,2	27,9	28,8	39,1	29,9	29,35	39,1	27,9	4,8	6,2	8,6	7	6,6	8,6	4,8	7	120	40
1	12	7,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	7,2	29,7	30,6	32,7	29,6	30,15	32,7	29,6	4,9	7,8	9	10,1	8,4	10,1	4,9	8	120	40
2	12	7,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	7,2	29,4	30,9	32,6	28,1	30,15	32,6	28,1	4,4	8	9	10	8,5	10	4,4	8	120	40
4	12	7,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	7,2	29,4	30,7	32,6	29,1	30,05	32,6	29,1	4,4	9	8	9	8,5	9	4,4	8	120	40
1	13	6,8	8,2	8,2	6,8	7,5	8,2	6,8	28,7	32,7	33,9	30,8	31,75	33,9	28,7	3,9	10	9	1,5	6,45	10	1,5	5	120	40
2	13	6,8	8,2	6,8	6,8	6,8	8,2	6,8	28,7	37,6	33,3	30,2	31,75	37,6	28,7	3,6	8	6,8	3,1	5,2	8	3,1	5	120	40
4	13	7,2	8,2	6,8	6,8	7	8,2	6,8	28,8	31,2	33	30,5	30,85	33	28,8	4,1	8	6,3	3,2	5,2	8	3,2	7	120	40
1	14	6,8	7,6	8,2	7,6	7,6	8,2	6,8	28,9	30,8	32,5	27,5	29,85	32,5	27,5	4,3	8,7	9	9,3	8,85	9,3	4,3	4	120	40
2	14	6,8	7,6	8,2	7,2	7,4	8,2	6,8	28,8	30,5	32,3	26,5	29,65	32,3	26,5	4,6	8,5	9	10	8,75	10	4,6	1	120	40
4	14	6,8	6,8	8,2	7,2	7	8,2	6,8	28,8	30,4	33,2	27,7	29,6	33,2	27,7	4,7	7,3	8	9	7,65	9	4,7	2	120	40
1	15	7,2	7,6	8,2	6,8	7,4	8,2	6,8	28,6	30	33,6	30,7	30,35	33,6	28,6	4,2	8	9	6,1	7,05	9	4,2	3	120	40
2	15	6,8	6,8	8,2	6,8	6,8	8,2	6,8	28,5	30	32,5	30,1	30,05	32,5	28,5	5,1	7,5	10	4,2	6,3	10	4,2	1	120	40
4	15	6,8	6,8	8,2	6,8	6,8	8,2	6,8	28,5	29,7	33,6	30,2	29,95	33,6	28,5	4,8	5,5	9	5	5,25	9	4,8	2	120	40
1	16	6,8	7,6	7,6	7,2	7,4	7,6	6,8	27,5	28,4	30,5	29,3	28,85	30,5	27,5	4,4	7,2	8,9	2,3	5,8	8,9	2,3	6	120	40
2	16	6,8	6,8	7,6	7,2	7	7,6	6,8	27,6	28,4	31,2	29,3	28,85	31,2	27,6	4,5	5,9	9,6	2,7	5,2	9,6	2,7	2	120	40
4	16	6,8	6,8	7,6	7,2	7	7,6	6,8	27,6	28,3	31,2	28,7	28,5	31,2	27,6	4,9	5,9	8,8	2,4	5,4	8,8	2,4	4	120	40
1	17	6,8	7,6	8,2	6,8	7,2	8,2	6,8	28,2	29,7	30,6	31	30,15	31	28,2	4,2	5,8	3,1	4	4,1	5,8	3,1	5	120	40
2	17	6,8	7,6	8,2	6,8	7,2	8,2	6,8	28,3	29,4	32,1	30,1	29,75	32,1	28,3	5,8	4,9	3	3,7	4,3	5,8	3	4	120	40
4	17	6,8	7,6	8,2	6,8	7,2	8,2	6,8	28,3	29,7	30,2	30,6	29,95	30,6	28,3	4,7	6,6	3	3,4	4,05	6,6	3	5	120	40
1	18	6,8	6,8	7,2	6,8	6,8	7,2	6,8	28,4	29,2	30,2	31,5	29,7	31,5	28,4	4,8	6,2	10,1	3,5	5,5	10,1	3,5	2	120	40
2	18	6,8	6,8	7,2	6,8	6,8	7,2	6,8	28,4	29	30,1	31,4	29,55	31,4	28,4	4,5	6,4	10,4	3,8	5,45	10,4	3,8	2	120	40

4	18	6,8	6,8	7,2	6,8	6,8	7,2	6,8	28,4	28,9	30,1	31,2	29,5	31,2	28,4	4,5	5,9	10,3	3,7	5,2	10,3	3,7	2	120	40
1	19	6,8	6,8	7,2	7,2	7	7,2	6,8	29,2	29,7	30,6	30,7	30,15	30,7	29,2	4,1	6	10,1	3,4	5,05	10,1	3,4	1	120	40
2	19	6,8	6,8	7,2	7,2	7	7,2	6,8	29,2	29,7	31,7	31,7	30,7	31,7	29,2	4,6	6,9	10,2	3,4	5,75	10,2	3,4	2	120	40
4	19	6,8	6,8	7,2	7,2	7	7,2	6,8	29,1	29,6	30,6	30,7	30,1	30,7	29,1	4,4	6,3	9	4,2	5,35	9	4,2	2	120	40
1	20	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	29,2	30,8	27,7	27,8	28,5	30,8	27,7	5	8,1	5,1	5,2	5,15	8,1	5	1	120	40
2	20	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	28,5	31,3	30,4	30,6	30,5	31,3	28,5	6,5	9	8,1	8,2	8,15	9	6,5	1	120	40
4	20	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	27,9	30,6	30,1	30,2	30,15	30,6	27,9	9,9	8,7	9,1	9,2	9,15	9,9	8,7	1	120	40
1	21	6,8	7,6	7,2	7,2	7,2	7,6	6,8	29,5	31	30,5	30,6	30,55	31	29,5	4,5	8,5	10,4	11,6	9,45	11,6	4,5	1	120	40
2	21	7,2	7,6	7,6	7,2	7,4	7,6	7,2	29,5	30,8	31,2	31,2	31	31,2	29,5	5,1	9	10,1	10,4	9,55	10,4	5,1	5	120	40
4	21	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	29,4	30,7	29,2	29,6	29,5	30,7	29,2	3,9	6,8	10,2	10,4	8,51	10,4	3,9	5	120	40
1	22	6,8	7,2	6,8	6,8	6,8	7,2	6,8	29	30	30,3	30,5	30,15	30,5	29	5,1	6,3	8,2	2,2	5,7	8,2	2,2	2	120	40
2	22	6,8	7,2	6,8	6,8	6,8	7,2	6,8	29,1	29,7	31,1	30,1	29,9	31,1	29,1	4,6	7,1	9,6	3	5,85	9,6	3	5	120	40
4	22	7,2	7,2	6,8	7,2	7,2	7,2	6,8	29,3	29,7	30,6	29,9	29,8	30,6	29,3	4,1	6,9	9,1	3,4	5,5	9,1	3,4	5	120	40
					TOTALES	7,4	8,6	6			TOTALES	29,63	39,1	25,2			TOTALES	6,125	11,6	1,5	TOTALES				

MED GXd
2
Max GX
8
Min Gx
1

## Anexos 5 Bitácora Agua En Etapa De Levante En Lago

Fecha de inicio: Lunes 9 enero 2017	BITÁCORA PISCICOLA ASOJUNCAL F1ASOJ, SEGUIMIENTO A LA PRODUCCIÓN DE TILAPIA ROJA, ETAPA DE LEVANTE EN LAGO.																		
	<b>PARAMETROS FISICOQUIMICOS,</b>												4: REPETICIONES 7 am/ 11 am/ 5 pm/ 8 pm 1: REPETICIÓN 7 am						
	4 REPETICIONES												1 REPETICIÓN			Factores Ambientales y Antrópicos			
GEOMEMBRANA	pH Unidad				Temperatura °C				Oxígeno Disuelto Mg/L				Amonio Mg/L	Dureza Mg/L	Alcalinidad d Mg/L	LLUVIA	DÍA SOLEADO	N° ALEVINOS: 83.133 tilapias distribuidas en Lago 4A: 24.939 Y Lago 1: 58.194.	
Lago 1	7,2	7,2	7,6	7,6	29	29,5	28,3	27,5	4,1	5,7	7,6	4,3	1	120	40		x		DÍA 1
Lago 4 A	7,6	7,6	8,2	7,6	27,7	29,2	29,5	28,6	5,7	8,3	7,9	3,3	1	120	40		x		DÍA 2
Lago 1	7,2	7,6	8,2	7,6	28,8	28,8	31	28,9	6	6,9	9,5	6,4	1	120	40		x		DÍA 3
Lago 4 A	7,6	7,6	8,2	8,2	27,2	27,4	30,5	29,5	5,2	7,6	10,3	4,2	1	120	40		x		DÍA 4
Lago 1	7,8	8,2	8,2	8,2	29,3	30,6	31,3	30,4	5,5	6,6	6,9	6,2	1	120	40		x		DÍA 5
Lago 4 A	7,2	8,2	8,2	8,2	28,2	30,3	31	30,5	4,7	4,7	7,2	4,1	1	120	40		x		DÍA 6
Lago 1	7,2	7,6	7,6	7,2	28,7	29,7	30,6	29,5	5,7	6,4	7,1	5,3	1	120	40		x		DÍA 7
Lago 4 A	7,2	7,6	7,6	7,2	27,3	29,4	30,5	29,5	6,6	6,4	7,1	3,8	1	120	40		x		DÍA 8
Lago 1	6,8	7,6	7,6	6,8	26,5	28,7	29,8	29,3	4,1	5,8	6,7	5,2	1	120	40	x			DÍA 9
Lago 4 A	6,8	7,6	7,6	6,8	26,2	26,9	28,7	29,3	4,1	6,5	6,7	4,2	1	120	40	x			DÍA 10
Lago 1	7,2	8,2	8,2	7,6	28,9	28,9	29,5	30,3	4,1	5,1	6,8	4,2	1	120	40		x		DÍA 11
Lago 4 A	7,2	7,2	8,2	7,6	27,5	27,5	28,8	31,5	4,1	5,5	6,1	7,3	1	120	40		x		DÍA 12
Lago 1	7,2	7,2	7,2	6,8	28	29,8	30,7	27,5	4	6	7,8	5,2	1	120	40		x		DÍA 13
Lago 4 A	7,2	7,2	7,2	6,8	26,8	29,8	31,2	28,7	6,1	6,6	7,3	4,2	1	120	40		x		DÍA 14
Lago 1	7,2	7,6	8,2	7,6	28,8	29,7	32,1	31	3	5,5	7,3	6,1	1	120	40		x		DÍA 15
Lago 4 A	7,2	7,2	7,2	6,8	24,3	28,4	32,9	30,2	4,7	6,2	6,1	6,2	1	120	40		x		DÍA 16
Lago 1	7,2	8,2	8,2	7,8	28,9	30	30,6	29,4	6,1	5	7,2	5,5	1	120	40		x		DÍA 17
Lago 4 A	7,2	7,2	7,2	6,8	27,5	29,3	29,9	28	5,5	9,1	5,8	8,2	1	120	40		x		DÍA 18

<u>Lago 1</u>	7,6	8,2	8,2	7,6	27,9	29	31	30	1,2	3,2	5,2	8,2	1	120	40		X	<b>DÍA 10</b>
<u>Lago 4 A</u>	7,2	7,2	7,2	6,8	26,6	27,9	32,3	31,8	1,9	4,1	5,8	7,9	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	7,2	7,8	8,2	7,8	28,2	28,6	31,2	31	6,1	7,2	10	8,3	1	120	40		X	<b>DÍA 11</b>
<u>Lago 4 A</u>	7,2	7,8	7,8	7,6	28,3	28,8	30	31,5	6,1	7,3	9,9	9,2	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	6,5	7,6	7,2	6,8	29,2	30,2	33,1	30,2	3,1	5,1	10	9,5	1	120	40		X	<b>DÍA 12</b>
<u>Lago 4 A</u>	7,2	7,6	7,6	7,2	28,1	29,5	31,8	30	7,1	10	9	8,2	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	7,2	7,6	7,2	6,8	28,9	30,8	30,4	30,5	4,7	10,3	11	9,6	1	120	40		X	<b>DÍA 13</b>
<u>Lago 4 A</u>	7,2	8,2	7,2	6,8	27,3	33,7	29,8	28,9	7,4	9,9	10	8,6	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	7,2	7,8	8,2	7,8	28,2	31,9	32	28,2	6,1	8,7	11	9,3	1	120	40		X	<b>DÍA 14</b>
<u>Lago 4 A</u>	7,2	7,5	8,2	7,8	27,9	30,4	31,2	29,6	7,3	10	10	9,8	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	7,2	7,8	8,2	7,6	28,9	29,1	30,2	30	10	7,8	8	8,4	1	120	40		X	<b>DÍA 15</b>
<u>Lago 4 A</u>	7,2	7,6	7,8	7,2	27	27,6	29,7	30,1	8,4	11	10	9,4	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	7,2	8,2	8,2	8,2	29	30,1	31,6	32,7	3,93	8	10	10	1	120	40		X	<b>DÍA 16</b>
<u>Lago 4 A</u>	7,2	7,6	8,2	8,2	27,5	29,6	31,7	32	6,7	7,3	7,8	8,2	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	7,2	7,8	7,8	8,2	27,4	30,2	31,2	31,6	3,3	6,8	7,2	8,1	1	120	40		X	<b>DÍA 17</b>
<u>Lago 4 A</u>	8,2	8,2	8,2	8,2	27,8	31,2	32	32,6	8,7	7,5	8,2	8,5	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	7,6	7,8	8,2	8,2	29,3	29,9	32,5	31,8	5,5	8,1	10	9,3	1	120	40		X	<b>DÍA 18</b>
<u>Lago 4 A</u>	7,2	7,2	7,2	8,2	28,2	32,7	35	32,5	8,9	10	10	8,9	1	120	40		X	

## Anexos 6 ANALISIS Parámetros Fisicoquímicos Aso juncal Agua En Etapa De Levante En Lago

LAGO	PARAMETRO pH								PARAMETRO TEMPERATURA °C						PARAMETRO OXIGENO DISUELTO (OD) Mg/L						AMON	DUREZ	ALCALINIDA												
	Día	Hora				MED GXd	MaX GXd	Min GXd	Hora				MED. GXd	MaX GXd	Min GXd	Hora				MED GXd				MaX GXd	Min GXd	Hora	Hora	Hora							
		7	11	5	8				7	11	5	8				7	11	5	8										7	11	5	8	7	7	7
		7	11	5	8				7	11	5	8				7	11	5	8										7	11	5	8	7	7	7
1	1	7,2	7,2	7,6	7,6	7,4	7,6	7,2	29	29,5	28,3	28	28,5	29,5	28	4,1	5,7	7,6	4,3	5	7,6	4,1	1	120	40										
4A	1	7,6	7,6	8,2	7,6	7,6	8,2	7,6	27,7	29,2	29,5	29	28,9	29,5	28	5,7	8,3	7,9	3,3	6,8	8,3	3,3	1	120	40										
1	2	7,2	7,6	8,2	7,6	7,6	8,2	7,2	28,8	28,8	31	29	28,85	31	29	6	6,9	9,5	6,4	6,65	9,5	6	1	120	40										
4A	2	7,6	7,6	8,2	8,2	7,9	8,2	7,6	27,2	27,4	30,5	30	28,45	30,5	27	5,2	7,6	10,3	4,2	6,4	10,3	4,2	1	120	40										
1	3	7,8	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	7,8	29,3	30,6	31,3	30	30,5	31,3	29	5,5	6,6	6,9	6,2	6,4	6,9	5,5	1	120	40										
4A	3	7,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	7,2	28,2	30,3	31	31	30,4	31	28	4,7	4,7	7,2	4,1	4,7	7,2	4,1	1	120	40										
1	4	7,2	7,6	7,6	7,2	7,4	7,6	7,2	28,7	29,7	30,6	30	29,6	30,6	29	5,7	6,4	7,1	5,3	6,05	7,1	5,3	1	120	40										
4A	4	7,2	7,6	7,6	7,2	7,4	7,6	7,2	27,3	29,4	30,5	30	29,45	30,5	27	6,6	6,4	7,1	3,8	6,5	7,1	3,8	1	120	40										
1	5	6,8	7,6	7,6	6,8	7,2	7,6	6,8	26,5	28,7	29,8	29	29	29,8	27	4,1	5,8	6,7	5,2	5,5	6,7	4,1	1	120	40										
4A	5	6,8	7,6	7,6	6,8	7,2	7,6	6,8	26,2	26,9	28,7	29	27,8	29,3	26	4,1	6,5	6,7	4,2	5,35	6,7	4,1	1	120	40										
1	6	7,2	8,2	8,2	7,6	7,9	8,2	7,2	28,9	28,9	29,5	30	29,2	30,3	29	4,1	5,1	6,8	4,2	4,65	6,8	4,1	1	120	40										
4A	6	7,2	7,2	8,2	7,6	7,4	8,2	7,2	27,5	27,5	28,8	32	28,15	31,5	28	4,1	5,5	6,1	7,3	5,8	7,3	4,1	1	120	40										
1	7	7,2	7,2	7,2	6,8	7,2	7,2	6,8	28	29,8	30,7	28	28,9	30,7	28	4	6	7,8	5,2	5,6	7,8	4	1	120	40										
4A	7	7,2	7,2	7,2	6,8	7,2	7,2	6,8	26,8	29,8	31,2	29	29,25	31,2	27	6,1	6,6	7,3	4,2	6,35	7,3	4,2	1	120	40										
1	8	7,2	7,6	8,2	7,6	7,6	8,2	7,2	28,8	29,7	32,1	31	30,35	32,1	29	3	5,5	7,3	6,1	5,8	7,3	3	1	120	40										
4A	8	7,2	7,2	7,2	6,8	7,2	7,2	6,8	24,3	28,4	32,9	30	29,3	32,9	24	4,7	6,2	6,1	6,2	6,15	6,2	4,7	1	120	40										
1	9	7,2	8,2	8,2	7,8	8	8,2	7,2	28,9	30	30,6	29	29,7	30,6	29	6,1	5	7,2	5,5	5,8	7,2	5	1	120	40										
4A	9	7,2	7,2	7,2	6,8	7,2	7,2	6,8	27,5	29,3	29,9	28	28,65	29,9	28	5,5	9,1	5,8	8,2	7	9,1	5,5	1	120	40										



1	10	7,6	8,2	8,2	7,6	7,9	8,2	7,6	27,9	29	31	30	29,5	31	28	1,2	3,2	5,2	8,2	4,2	8,2	1,2	1	120	40
4A	10	7,2	7,2	7,2	6,8	7,2	7,2	6,8	26,6	27,9	32,3	32	29,85	32,3	27	1,9	4,1	5,8	7,9	4,95	7,9	1,9	1	120	40
1	11	7,2	7,8	8,2	7,8	7,8	8,2	7,2	28,2	28,6	31,2	31	29,8	31,2	28	6,1	7,2	10	8,3	7,75	10	6,1	1	120	40
4A	11	7,2	7,8	7,8	7,6	7,7	7,8	7,2	28,3	28,8	30	32	29,4	31,5	28	6,1	7,3	9,9	9,2	8,25	9,9	6,1	1	120	40
1	12	6,5	7,6	7,2	6,8	7	7,6	6,5	29,2	30,2	33,1	30	30,2	33,1	29	3,1	5,1	10	9,5	7,55	9,5	3,1	1	120	40
4A	12	7,2	7,6	7,6	7,2	7,4	7,6	7,2	28,1	29,5	31,8	30	29,75	31,8	28	7,1	10	9	8,2	8,6	10	7,1	1	120	40
1	13	7,2	7,6	7,2	6,8	7,2	7,6	6,8	28,9	30,8	30,4	31	30,45	30,8	29	4,7	10,3	11	9,6	9,95	11	4,7	1	120	40
4A	13	7,2	8,2	7,2	6,8	7,2	8,2	6,8	27,3	33,7	29,8	29	29,35	33,7	27	7,4	9,9	10	8,6	9,25	10	7,4	1	120	40
1	14	7,2	7,8	8,2	7,8	7,8	8,2	7,2	28,2	31,9	32	28	30,05	32	28	6,1	8,7	11	9,3	9	11	6,1	1	120	40
4A	14	7,2	7,5	8,2	7,8	7,65	8,2	7,2	27,9	30,4	31,2	30	30	31,2	28	7,3	10	10	9,8	9,9	10	7,3	1	120	40
1	15	7,2	7,8	8,2	7,6	7,7	8,2	7,2	28,9	29,1	30,2	30	29,55	30,2	29	10	7,8	8	8,4	8,2	10	7,8	1	120	40
4A	15	7,2	7,6	7,8	7,2	7,4	7,8	7,2	27	27,6	29,7	30	28,65	30,1	27	8,4	11	10	9,4	9,7	11	8,4	1	120	40
1	16	7,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	7,2	29	30,1	31,6	33	30,85	32,7	29	3,93	8	10	10	9	10	3,9	1	120	40
4A	16	7,2	7,6	8,2	8,2	7,9	8,2	7,2	27,5	29,6	31,7	32	30,65	32	28	6,7	7,3	7,8	8,2	7,55	8,2	6,7	1	120	40
1	17	7,2	7,8	7,8	8,2	7,8	8,2	7,2	27,4	30,2	31,2	32	30,7	31,6	27	3,3	6,8	7,2	8,1	7	8,1	3,3	1	120	40
4A	17	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	27,8	31,2	32	33	31,6	32,6	28	8,7	7,5	8,2	8,5	8,35	8,7	7,5	1	120	40
1	18	7,6	7,8	8,2	8,2	8	8,2	7,6	29,3	29,9	32,5	32	30,85	32,5	29	5,5	8,1	10	9,3	8,7	10	5,5	1	120	40
4A	18	7,2	7,2	7,2	8,2	7,2	8,2	7,2	28,2	32,7	35	33	32,6	35	28	8,9	10	10	8,9	9,45	10	8,9	1	120	40
						7,8	8,2	7,2					30,68	35	27					8,85	11	3,3	1	120	40
						TOTALES							TOTALES							TOTALES			TOTALES		

## Anexos 7 Bitácora Agua En Etapa De Engorde En Lago

Fecha de inicio: Lunes 20 febrero 2017		BITÁCORA PISCICOLA ASOJUNCAL F1ASOJ, SEGUIMIENTO A LA PRODUCCIÓN DE TILAPIA ROJA, ENGORDE EN LAGO.																N° ALEVINOS: 83.133 tilapias distribuidas en Lago 4A: 24.939 Y Lago 1: 58.194.
		<b>PARAMETROS FISICOQUIMICOS,</b>												4: REPETICIONES 7 am/ 11 am/ 5 pm/ 8 pm 1: REPETICIÓN 7 am				
		4 REPETICIONES						1 REPETICIÓN			Factores Ambientales y Antrópicos							
GEOMEMBRANA	pH Unidad				Temperatura °C				Oxígeno Disuelto Mg/L				Amonio Mg/L	Dureza Mg/L	Alcalinidad d Mg/L	LLUVIA	DÍA SOLEADO	
Lago 1	7,2	7,2	8,2	8,2	29,4	29,4	30,2	30	4,3	5,5	10	8,6	1	120	40	X		DÍA 19
Lago 4 A	7,2	7,2	8,2	8,2	27,8	27,7	30,2	30,4	7,3	7,9	9,9	7,1	1	120	40	X		
Lago 1	6,8	7,2	7,8	8,2	29,4	28,9	31,3	31,5	3,5	6,8	8,2	9,2	1	120	40	X		DÍA 20
Lago 4 A	6,8	7,2	8,2	8,2	28,5	28,9	30,3	30,3	3,2	5,8	8,8	9,5	1	120	40	X		
Lago 1	6,8	7,8	8,2	8,2	27,9	28,2	30,5	30,3	5	4,8	6,8	7,1	1	120	40	X		DÍA 21
Lago 4 A	6,8	7,6	7,8	8,2	29,5	30	31	31,2	3	4,5	6,5	7,2	1	120	40	X		
Lago 1	7,2	7,2	7,2	7,6	27,1	27,3	28,8	31	3,2	4,3	6,8	8,5	1	120	40	X		DÍA 22
Lago 4 A	7,2	7,2	7,6	7,8	25,5	26	28,1	29,7	5,8	7	8,8	10	1	120	40	X		
Lago 1	7,2	7,2	8,2	8,2	28,5	28,7	30,7	2,98	4,5	7,6	7,7	8,7	1	120	40	X		DÍA 23
Lago 4 A	7,2	7,6	8,2	8,2	27,1	28,7	31,3	30,2	6,3	7,5	8,4	9	1	120	40	X		
Lago 1	6,8	7,6	8,2	8,2	26,8	30,3	32	30	4,5	8,4	9,5	4,4	1	120	40	X		DÍA 24
Lago 4 A	6,8	7,6	8,2	8,2	26,3	29,5	31	30	5,4	8,7	9	4,3	1	120	40	X		
Lago 1	6,8	6,8	7,6	8,2	29,4	30,3	31,9	30	39	5,9	8,4	9,2	1	120	40	X		DÍA 25
Lago 4 A	6,6	6,8	7,6	8,2	29,6	29,4	31	31,6	5,3	6,3	8,4	9,5	1	120	40	X		
Lago 1	7,2	7,2	8,2	8,2	27,5	28,6	29,6	30	4,5	6,3	9,5	10	1	120	40	X		DÍA 26
Lago 4 A	6,8	7,2	8,2	8,2	27,8	28,6	29,6	30,2	8,6	9,6	9	10	1	120	40	X		
Lago 1	6,8	7,2	8,2	8,2	28,9	29,7	31,6	30,8	3,3	6,5	10	3,6	1	120	40		X	DÍA 27

<u>Lago 4 A</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	28,2	24,1	32,2	30,2	6,6	5,4	10	3,4	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	6,8	7,6	8,2	8,2	28,6	30	30,5	29,9	3,9	5,6	9	9,5	1	120	40	X		DÍA 28
<u>Lago 4 A</u>	6,8	7,6	8,2	8,2	27,3	30,6	29,8	29,5	3,5	8	6,5	9	1	120	40	X		
<u>Lago 1</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	28,5	29	31,5	32	4,1	5,3	9,9	10	1	120	40	X		DÍA 29
<u>Lago 4 A</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	27,9	29,3	32	32	6,4	8,5	10	10	1	120	40	X		
<u>Lago 1</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	28,7	30,9	31,8	31,6	2,9	8,6	10	8,5	1	120	40	X		DÍA 30
<u>Lago 4 A</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	28,6	30	31,9	31,5	5,8	7,1	10	9,2	1	120	40	X		
<u>Lago 1</u>	6,8	7,2	7,2	8,2	29,8	30,3	30	31,2	2,4	3,7	7,4	9,3	1	120	40		X	DÍA 31
<u>Lago 4 A</u>	6,8	7,2	7,2	7,2	29,2	31,3	32	31,7	5,5	6,7	8,2	9,1	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	6,8	7,2	7,2	8,2	27,9	26,3	30,3	3	3,8	4,8	6,3	5,8	1	120	40	X		DÍA 32
<u>Lago 4 A</u>	6,8	6,8	7,2	7,6	27,3	27,5	29,8	29,5	3,8	4,2	6,3	6,7	1	120	40	X		
<u>Lago 1</u>	6,8	6,8	7,6	8,2	27,2	27,5	31	30	2,8	3,5	6,4	7,3	1	120	40	X		DÍA 33
<u>Lago 4 A</u>	6,8	6,8	7,6	8,2	27,2	27,9	30,8	30,1	5,3	6,9	8,4	8,2	1	120	40	X		
<u>Lago 1</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	26,6	27,8	30,5	30	6,6	7,2	8,8	9,8	1	120	40		X	DÍA 34
<u>Lago 4 A</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	26,6	28	31,5	31,8	6,8	7,3	8,3	9,5	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	28	29,3	31,5	31,7	4,3	5,4	6,3	8,6	1	120	40		X	DÍA 35
<u>Lago 4 A</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	28,6	30,2	32,6	32	6,6	7,4	10	9,8	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	6,8	7,2	7,6	8,2	28,7	29,4	31,2	31,6	4,8	6,2	6,5	6,8	1	120	40	X		DÍA 36
<u>Lago 4 A</u>	6,8	7,2	7,8	8,2	29,3	30	31,4	31,8	4,2	7,3	8,4	8,3	1	120	40	X		
<u>Lago 1</u>	7,2	7,6	7,8	8,2	32,8	31,2	31,6	31	4,3	6,2	6,8	6,5	1	120	40		X	DÍA 37
<u>Lago 4 A</u>	7,2	7,6	7,8	8,2	30,3	30,9	31,8	32,6	5,5	8,4	8,7	8,6	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	6,8	7,2	8,2	28	29,7	34,5	30,1	28,3	4,5	5,9	7,4	7	1	120	40		X	DÍA 38
<u>Lago 4 A</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	28,3	29,6	30,4	29,7	4,9	6	6,9	7	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	27,3	27,8	29,4	30	3,7	3,9	5,8	6	1	120	40		X	DÍA 39
<u>Lago 4 A</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	27,5	28,6	29	29	5,5	6,2	7,6	7,2	1	120	40		X	
<u>Lago 1</u>	6,8	7,2	8,2	8,2	27,8	28,6	30,8	30	4,7	5,3	6,4	6,8	1	120	40	X		DÍA 40



4A	23	7,2	7,6	8,2	8,2	7,9	8,2	7,2	27,1	28,7	31,3	30	29,45	31,3	27	6,3	7,5	8,4	9	7,95	9	6,3	1	120	40
1	24	6,8	7,6	8,2	8,2	7,9	8,2	6,8	26,8	30,3	32	30	30,15	32	27	4,5	8,4	9,5	4,4	6,45	9,5	4,4	1	120	40
4A	24	6,8	7,6	8,2	8,2	7,9	8,2	6,8	26,3	29,5	31	30	29,75	31	26	5,4	8,7	9	4,3	7,05	9	4,3	1	120	40
1	25	6,8	6,8	7,6	8,2	7,2	8,2	6,8	29,4	30,3	31,9	30	30,15	31,9	29	3,9	5,9	8,4	9,2	7,15	9,2	3,9	1	120	40
4A	25	6,6	6,8	7,6	8,2	7,2	8,2	6,6	29,6	29,4	31	32	30,3	31,6	29	5,3	6,3	8,4	9,5	7,35	9,5	5,3	1	120	40
1	26	7,2	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	7,2	27,5	28,6	29,6	30	29,1	30	28	4,5	6,3	9,5	10	7,9	10	4,5	1	120	40
4A	26	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	27,8	28,6	29,6	30	29,1	30,2	28	8,6	9,6	9	10	9,3	10	8,6	1	120	40
1	27	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	28,9	29,7	31,6	31	30,25	31,6	29	3,3	6,5	10	3,6	5,05	10	3,3	1	120	40
4A	27	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	28,2	24,1	32,2	30	29,2	32,2	24	6,6	5,4	10	3,4	6	10	3,4	1	120	40
1	28	6,8	7,6	8,2	8,2	7,9	8,2	6,8	28,6	30	30,5	30	29,95	30,5	29	3,9	5,6	9	9,5	7,3	9,5	3,9	1	120	40
4A	28	6,8	7,6	8,2	8,2	7,9	8,2	6,8	27,3	30,6	29,8	30	29,65	30,6	27	3,5	8	6,5	9	7,25	9	3,5	1	120	40
1	29	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	28,5	29	31,5	32	30,25	32	29	4,1	5,3	9,9	10,3	7,6	10,3	4,1	1	120	40
4A	29	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	27,9	29,3	32	32	30,65	32	28	6,4	8,5	10	10	9,25	10	6,4	1	120	40
1	30	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	28,7	30,9	31,8	32	31,25	31,8	29	2,9	8,6	10	8,5	8,55	10	2,9	1	120	40
4A	30	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	28,6	30	31,9	32	30,75	31,9	29	5,8	7,1	10	9,2	8,15	10	5,8	1	120	40
1	31	6,8	7,2	7,2	8,2	7,2	8,2	6,8	29,8	30,3	30	31	30,15	31,2	30	2,4	3,7	7,4	9,3	5,55	9,3	2,4	1	120	40
4A	31	6,8	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	6,8	29,2	31,3	32	32	31,5	32	29	5,5	6,7	8,2	9,1	7,45	9,1	5,5	1	120	40
1	32	6,8	7,2	7,2	8,2	7,2	8,2	6,8	27,9	26,3	30,3	30	28,95	30,3	26	3,8	4,8	6,3	5,8	5,3	6,3	3,8	1	120	40
4A	32	6,8	6,8	7,2	7,6	7	7,6	6,8	27,3	27,5	29,8	30	28,5	29,8	27	3,8	4,2	6,3	6,7	5,25	6,7	3,8	1	120	40
1	33	6,8	6,8	7,6	8,2	7,2	8,2	6,8	27,2	27,5	31	30	28,75	31	27	2,8	3,5	6,4	7,3	4,95	7,3	2,8	1	120	40
4A	33	6,8	6,8	7,6	8,2	7,2	8,2	6,8	27,2	27,9	30,8	30	29	30,8	27	5,3	6,9	8,4	8,2	7,55	8,4	5,3	1	120	40
1	34	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	26,6	27,8	30,5	30	28,9	30,5	27	6,6	7,2	8,8	9,8	8	9,8	6,6	1	120	40
4A	34	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	26,6	28	31,5	32	29,75	31,8	27	6,8	7,3	8,3	9,5	7,8	9,5	6,8	1	120	40
1	35	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	28	29,3	31,5	32	30,4	31,7	28	4,3	5,4	6,3	8,6	5,85	8,6	4,3	1	120	40
4A	35	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	28,6	30,2	32,6	32	31,1	32,6	29	6,6	7,4	10	9,8	8,6	10	6,6	1	120	40
1	36	6,8	7,2	7,6	8,2	7,4	8,2	6,8	28,7	29,4	31,2	32	30,3	31,6	29	4,8	6,2	6,5	6,8	6,35	6,8	4,8	1	120	40
4A	36	6,8	7,2	7,8	8,2	7,5	8,2	6,8	29,3	30	31,4	32	30,7	31,8	29	4,2	7,3	8,4	8,3	7,8	8,4	4,2	1	120	40
1	37	7,2	7,6	7,8	8,2	7,7	8,2	7,2	32,8	31,2	31,6	31	31,4	32,8	31	4,3	6,2	6,8	6,5	6,35	6,8	4,3	1	120	40
4A	37	7,2	7,6	7,8	8,2	7,7	8,2	7,2	30,3	30,9	31,8	33	31,35	32,6	30	5,5	8,4	8,7	8,6	8,5	8,7	5,5	1	120	40
1	38	6,8	7,22	8,2	8,2	7,71	8,2	6,8	29,7	34,5	30,1	28	29,9	34,5	28	4,5	5,9	7,4	7	6,45	7,4	4,5	1	120	40

4A	38	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	28,3	29,6	30,4	30	29,65	30,4	28	4,9	6	6,9	7	6,45	7	4,9	1	120	40
1	39	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	27,3	27,8	29,4	30	28,6	30	27	3,7	3,9	5,8	6	4,85	6	3,7	1	120	40
4A	39	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	27,5	28,6	29	29	28,8	29	28	5,5	6,2	7,6	7,2	6,7	7,6	5,5	1	120	40
1	40	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	27,8	28,6	30,8	30	29,3	30,8	28	4,7	5,3	6,4	6,8	5,85	6,8	4,7	1	120	40
4A	40	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	27,5	28,6	30,3	31	29,45	30,6	28	4,7	5,3	6,4	6,8	5,85	6,8	4,7	1	120	40
1	41	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	26,6	27,5	28,6	29	28,05	29,3	27	3,8	4,8	6	6,3	5,4	6,3	3,8	1	120	40
4A	41	6,8	7,2	8,2	8,2	7,7	8,2	6,8	26,3	27,8	28,4	30	28,1	29,5	26	7,2	7,5	7,8	8,3	7,65	8,3	7,2	1	120	40
1	42	6,8	7,2	7,6	8,2	7,4	8,2	6,8	28,3	28,5	29	29	28,75	29,3	28	4,4	5,3	6,3	6,8	5,8	6,8	4,4	1	120	40
4A	42	7,2	7,6	7,6	8,2	7,6	8,2	7,2	27,3	27,8	29,7	30	28,75	29,8	27	5,4	5,8	6	7,4	5,9	7,4	5,4	1	120	40
1	43	6,8	7,2	7,6	8,2	7,4	8,2	6,8	28,6	29,2	29,4	30	29,3	29,9	29	3,3	3,6	3,9	4,2	3,75	4,2	3,3	1	120	40
4A	43	6,8	7,6	7,8	8,2	7,7	8,2	6,8	28,7	29,7	30	32	29,85	31,5	29	5,4	5,7	6,3	6,7	6	6,7	5,4	1	120	40
1	44	7,2	7,6	7,8	8,2	7,7	8,2	7,2	29,1	29,4	30,5	31	29,95	30,9	29	3,7	5,5	6,4	7,6	5,95	7,6	3,7	1	120	40
4A	44	7,2	7,6	7,8	8,2	7,7	8,2	7,2	28,6	29,1	30,7	32	29,9	31,6	29	5,6	5,8	7,3	8,4	6,55	8,4	5,6	1	120	40
1	45	7,2	7,2	7,6	8,2	7,4	8,2	7,2	28,6	29	29,8	30	29,4	30,3	29	4,8	5,7	6,3	7,5	6	7,5	4,8	1	120	40
4A	45	7,2	7,6	7,6	8,2	7,6	8,2	7,2	27,7	28,9	29,7	31	29,3	30,7	28	5,8	6,5	7,3	7,5	6,9	7,5	5,8	1	120	40
1	46	7,6	8,2	8,2	7,8	8	8,2	7,6	29,6	29,3	27,8	29	28,9	29,6	28	3,22	5,3	6,4	7,4	5,85	7,4	3,2	1	120	40
4A	46	7,6	7,6	7,2	7,2	7,4	7,6	7,2	28,8	29,2	28,9	29	28,95	29,2	29	5,5	5,8	8,5	6,8	6,3	8,5	5,5	1	120	40
						7,7	8,2	6,6					29,63	34,5	24					6,62	10,3	2,4	1	120	40
						TOTALES							TOTALES							TOTALES			TOTALES		

## Anexos 9 Bitácora Parámetros Físicoquímicos Asojuncal Agua Vertimiento Alevinos En Geomembrana.

Fecha de inicio: Miercoles 16 nov 2016	BITÁCORA PISCICOLA ASOJUNCAL F1ASOJ, SEGUIMIENTO A LA PRODUCCIÓN DE TILAPIA ROJA, AGUA VERTIMIENTO ALEVINOS EN GEOMEMBRANA.							Factores Ambientales y Antrópicos	N° ALEVINOS: 100.000 tilapias / 33.000 c/geomem.
	PARAMETROS FISICOQUIMICOS,				4: REPETICIONES 7 am/ 11 am/ 5 pm/ 8 pm 1:				
	1 REPETICIÓN								
GEOMEMBRANA	pH Unidad	Temperatura °C	Oxígeno Disuelto Mg/L	Amonio Mg/L	Dureza Mg/L	Alcalinidad Mg/L	LLUVIA	DÍA SOLEADO	
Geo. 1	7,2	27,5	5,8	3	250	120		X	DÍA 1
Geo. 1	6,8	26,8	5,5	3	250	40	X		DÍA 2
Geo. 1	7,6	28	5,2	3	240	120		X	DÍA 3
Geo. 1	7,8	28,5	6,9	6	250	180		X	DÍA 7
Geo. 1	7,2	27	6,2	7	250	180	x		DÍA 11
Geo. 1	8,2	33,9	11,9	8	250	180		x	DÍA 13
Geo. 1	7,2	27,6	5,7	4	240	120	x		DÍA 15
Geo. 1	7,2	28,4	5,5	4	250	80		x	DÍA 19
Geo. 1	7,2	29	6,1	1	120	40		x	DÍA 21

## Anexos 10 ANALISIS Parámetros Físicoquímicos Asojuncal Agua Vertimiento Alevinos En Geomembrana

Geomembrana	Parámetros Día	pH	°C	OXIGENO DISUEL	AMONIO	DUREZA	ALCALINIDAD
		Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora
		7	7	7	7	7	7
1	1	7,2	27,5	5,8	3	250	120
1	2	6,8	26,8	5,5	3	250	40
1	3	7,6	28	5,2	3	240	120
1	7	7,8	28,5	6,9	6	250	180
1	11	7,2	27	6,2	7	250	180
1	13	8,2	33,9	11,9	8	250	180
1	15	7,2	27,6	5,7	4	240	120
1	19	7,2	28,4	5,5	4	250	80
1	21	7,2	29	6,1	1	120	40
TOTALES	MEDIANA	7,2	28	5,8	4	250	120
	MIN	6,8	26,8	5,2	1	120	40
	MAX	8,2	33,9	11,9	8	250	180

Anexos 11 Bitácora Parámetros Fisicoquímicos Asojuncal Agua Vertimiento Engorde en Lago.

Fecha de inicio: Lunes 9 enero 2017	BITÁCORA PISCICOLA ASOJUNCAL F1ASOJ, SEGUIMIENTO A LA PRODUCCIÓN DE TILAPIA ROJA, AGUA VERTIMIENTO ENGORDE LAGO.								N° ALEVINOS: 83.133 tilapias distribuidas en Lago 4A: 24.939 Y Lago 1: 58.194.
	PARAMETROS FISICOQUIMICOS,					1: REPETICIÓN 7 am			
	1 REPETICIÓN						Factores Ambientales y Antrópicos		
LAGO	pH Unidad	Temperatura °C	Oxígeno Disuelto Mg/L	Amonio Mg/L	Dureza Mg/L	Alcalinidad d Mg/L	LLUVIA	DÍA SOLEADO	
Lago. 1	7,6	29,8	5,68	1	120	80		X	DÍA 1-6 FEB
Lago. 1	6,8	24,6	4,83	1	120	80	X		DÍA 2-16 MAR
Lago. 1	7,6	30	6,54	2	250	120		X	DÍA 3-24 ABR

Anexos 12 ANALISIS Parámetros Fisicoquímicos Asojuncal Agua Vertimiento Engorde En Lago.

LAGO	Parametros	pH	°C	OXIGENO DISUEL	AMONIO	DUREZA	ALCALINIDAD
	Día	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora
		7	7	7	7	7	7
1	DÍA 1-6 FEB	7,6	29,8	5,68	1	120	80
1	DÍA 2-16 MAR	6,8	24,6	4,83	1	120	80
1	DÍA 3-24 ABR	7,6	30	6,54	2	250	120
TOTALES	MEDIANA	7,6	29,8	5,68	1	120	80
	MIN	6,8	24,6	4,83	1	120	80
	MAX	7,6	30	6,54	2	250	120

Anexos 13 Geomembrana Alevinos con mortalidad.



Fuente. Autor



Anexos 14 Amonio muestra tomada en Entrada del agua.



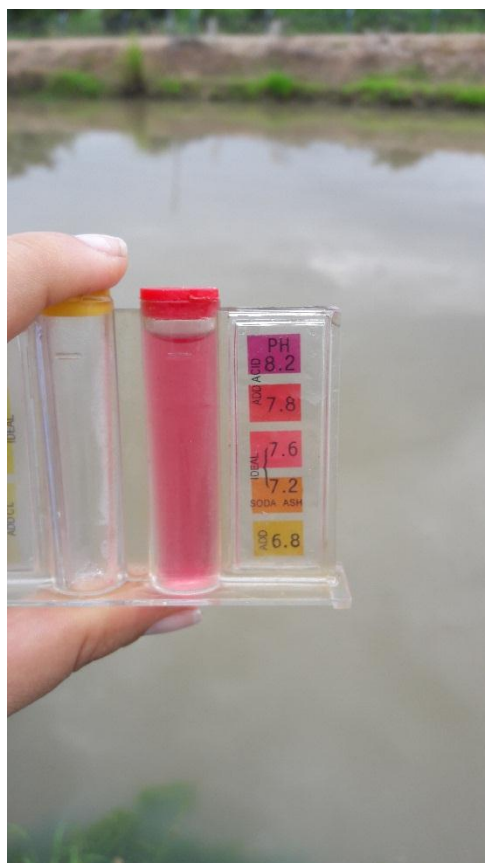
Fuente. Autor

Anexos 15 OD y Temperatura de levante en lago.



Fuente. Autor

*Anexos 16 pH de engorde en lago.*



Fuente. Autor

*Anexos 17 vertimiento en lago*



Fuente. Autor

*Anexos 18 vertimiento en lago*



Fuente. Autor

*Anexos 19 Día final de la cosecha*



Fuente. Autor

*Anexos 20 Pesca del lago.*



Fuente. Autor

*Anexos 21 Canal del distrito de riego Asojuncal.*



Fuente. Autor


Anexos 22 Vertimiento del lago



Fuente. Autor



Anexos 24 Formato solicitud, desarrollo proyecto grado.

	FORMATO DE SOLICITUDES
	DESARROLLO PROYECTO DE GRADO.

FECHA DE RADICACIÓN: 12/09/2016

DONDE SE RADICA: ASOCIACION DE USUARIOS DEL DISTRITO DE ADECUACION DE TIERRAS DE MEDIANA ESCALA EL JUNCAL-ASOJUNCAL.

DATOS ESTUDIANTE

1. Documento de identidad: 1110517261 2. Programa: INGENIERIA AMBIENTAL  
3. Nombres y apellidos: GLORIA ESTEFANIA GARCIA OSORIO  
4. Correo electrónico: Nikia1119@hotmail.com  
5. Número telefónico móvil: 3208009587 6. Número telefónico fijo: 8678400

7. JUSTIFICACIÓN PARA LA SOLICITUD: Muy comedidamente solicito autorización para realizar el Proyecto de Investigación "EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL AGUA EN LA PISCICOLA DE ASOJUNCAL-HUILA ASOCIADOS AL CICLO DE PRODUCCION DE LA TILAPIA ROJA." Como opción de grado en la Modalidad de proyecto de investigación, como estudiante de la universidad nacional abierta y a distancia UNAD.

8. APROBACIÓN: SI  NO

9. OBSERVACIONES Proyecto con aval del COMITÉ DE INVESTIGACION DE LA ZONA SUR - UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD) en la fecha 7/09/2016.

Gloria Estefania Garcia  
10. ESTUDIANTE  
[Signature]  
11. Ing. Jefe Operaciones ASOJUNCAL. 1.695.342 Ni

## Bibliografía

- Agencia para sustancias Tóxicas y el registro de Enfermedades . (2004). *Reseña toxicológica del Amoniac* . Atlanta, GA. Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU. Servicio de salud Pública.
- agricultura, M. d. (1984). *Decreto 1594 Usos del agua y residuos líquidos*. Recuperado de 2016, de <http://www.ins.gov.co:81/normatividad/Decretos/DECRETO%201594%20DE%201984.pdf>
- Alceste, C. J. (1998). *Análisis de las tendencias actuales en la comercialización de la tilapia en los Estados Unidos de Norteamérica y Europa*. First south America, Brazil: 349-364 p.p.
- Angarita P, M. R. (2005). *caracterización ocupacional subsector acuícola en Colombia*. cartagena de indias: dirección sistema nacional de formación de aprendizaje SENA.
- Argumedo T, E. G., & Rojas Duarte, H. M. (1999). Manual de piscicultura con especies nativas. caqueta, colombia.
- AUNAP. (2014). Plan Nacional para el desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia-PlaNDAS. Bogotá. Recuperado de [aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Plan-Nacional-para-el-Desarrollo-de-la-Acuicultura-Sostenible-Colombia.pdf](http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Plan-Nacional-para-el-Desarrollo-de-la-Acuicultura-Sostenible-Colombia.pdf)
- Baltazar P, P. A. (2004). Manual de cultivo de tilapia, fondo nacional de desarrollo perquero-Fondepes. Peru-Padespa. Recuperado de [http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual\\_tilapia.pdf](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_tilapia.pdf)
- Barrera, G. I. (2013). *Piscicultura. Guía práctica*. Medellín-Colombia: Grania Ltda.
- Braird C. (2001). *Química ambiental*. España: Editorial Reverte, S.A.
- cabrera , T., Jay , D., & Alceste , C. (2001). Actualización del cultivo de tilapia en el mundo VI congreso Ecuatoriano de acuicultura y V congreso Latinoamericano de acuicultura. Ecuador.
- Fitzimmons, K. (Abril 2017 de 1993). *Cultivo de tilapia en sistemas de recirculación*. Recuperado de [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) : [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_peces/piscicultura/33-tilapia\\_sistemas\\_recirculacion\\_2.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/33-tilapia_sistemas_recirculacion_2.pdf)
- Frers, C. (2008). El uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales. *Observatorio Medioambiental* , 301-305.
- galli, O., & miguel, F. (2007). *Sistemas de recirculación y tratamiento de agua*. Santa ana-Corrientes : CENADAC.
- Gilio Vilca, J., & Vigo Sal, M. (mayo 2017 de 2007). *AQUAHoy portal de información en acuicultura*. Recuperado de <http://www.aquahoy.com/156-uncategorised/208-biorremediacion-de-los-efluentes-de-la-acuicultura>
- Gobernación del Huila . (2012-2015). *Plan de desarrollo departamental* . Huila .
- Gobernación del Huila. (2007). *Informe de Gestión de cadenas Piscícolas* . Huila .
- Gutierrez, M. E. (enero-diciembre de 2012). *sistema de recirculación acuaponicos*. Colombia: informador técnico edición 76.
- Henao, A. R. (1988). *Piscicultura rural: Tilapia-cachama*. Manizales-Colombia: Universidad de caldas Facultad de medicina veterinaria y zootecnia Centro de Inves. piscícola.
- ideam. (s.f.). *usos de agua y residuos líquidos decreto 1594 de 1984*. Recuperado de [http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Dec\\_1594\\_1984.pdf/aacbcd5d-fed8-4273-9db7-221d291b657f](http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Dec_1594_1984.pdf/aacbcd5d-fed8-4273-9db7-221d291b657f)



- INCODER. (2003). *Decreto 1300*. Recuperado de [http://www.incoder.gov.co/documentos/Normatividad/Decretos/Decretos%202003/decreto\\_2003\\_1300.pdf](http://www.incoder.gov.co/documentos/Normatividad/Decretos/Decretos%202003/decreto_2003_1300.pdf)
- Jimenez B. (2001). *La contaminacion ambiental en Mexico: Causas efectos y tecnologia apropiada*. Mexico: Instituto de ingenieria de la UNAM y FEMISCA.
- LENNARD, W. A., & LEONARD, B. V. . (7 de abril de 2006). Recuperado de [http://www.academia.edu/7946998/A\\_comparison\\_of\\_three\\_different\\_hydroponic\\_sub\\_systems](http://www.academia.edu/7946998/A_comparison_of_three_different_hydroponic_sub_systems)
- Merino, M. S. (2006). *Guia Practica de piscicultura en colombia*. INCODER, Bogota DC. Recuperado de <http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/guia-practica-de-piscicultura-en-colombia.pdf>
- Metodos de purificacion y tratamiento de agua*. (Mayo 2017 de 2009). Recuperado de <http://agua-purificacion.blogspot.com.co/>
- Miliarium Aureum, S. (2001-2004). *Miliarium.com*. Recuperado de <http://www.miliarium.com/Proyectos/Depuradoras/manuales/tesis/uasbII.asp>
- MINAMBIENTE. (2015). *Resolucion 0631 ART 15*. Recuperado de [http://corponor.gov.co/control\\_calidad/RESOLUCION%20MINAMBIENTE%20NACIONAL%20631%20DE%202015.pdf](http://corponor.gov.co/control_calidad/RESOLUCION%20MINAMBIENTE%20NACIONAL%20631%20DE%202015.pdf)
- Muñoz, J. G. (2012). *Capacidad de carga vs calidad de agua en acuacultura*. Agrinal Colombia S.A.S. Recuperado de <https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/2Capacidad%20de%20Carga%20vs%20calidad%20del%20agua%20Jaime%20Guerrero.pdf>
- Nicovita. (S.F.). *Manual de crianza tilapia*. Recuperado de <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>
- norma oficial NOM-127-SSA1-1994. (2015). *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-limites permisibles de calidad y tratamientos a los que debe someterse el agua para su potabilizacion*. Recuperado de <http://www.cultivopapaya.org/wp-content/uploads/NOM-127-SSA1-1994.pdf>
- Organolepticos, P. (6 de febrero de 2018 ). *digesta agua*. Recuperado de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf)
- Orrego Murillo, J., & Isaza Bonito, M. L. (1994). *Produccion de las especies de cultivo: Tilapia nilotica: Aspectos tecnicos y economicos en Piscicultura*. El santuario-Antioquia: Cuadernos de investigacion y desarrollo regional- CORNARE.
- Rodriguez, M. (1983). *Piscicultura en Colombia*. . Castilla, Lima, Peru: Junta del acuerdo de cartagena .
- Rodriguez, M. (1994). *El gran pionero de la gestion ambiental en Colombia*. Inderena tomo 1 p.p 93-98.
- SIR. (2015). *Infraestructura de produccion piscicola por municipios*. Neiva- Huila.
- SIR Gobernacion del Huila . (2016). *Participacion porcentual por rama de activid dentro del PIB departamental*. Neiva-Huila.
- SIR Gobernacion del Huila. (2016). *Produccion piscicola en Estanque segun raza por municipios del departamento*. Neiva-Huila.
- zootecnia domestica*. (2004). Recuperado de <http://www.zootecniadomestica.com/materiales-filtrantes/#>