



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA MEDIO AMBIENTE**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
EN MEDIO AMBIENTE**

**TEMA:**

**CALIDAD DEL AGUA EN PISCINAS DE GEOMEMBRANA Y  
SUELO PARA LA CRÍA DE CHAME (*DORMITATOR LATIFRONS*)  
UBICADAS EN ÁREA AGROPECUARIA, ESPAM MFL**

**AUTORES:**

**GUSTAVO ANDRÉS CHILA ZAMBRANO  
ROBERTO CARLOS ZEVALLOS ZAMBRANO**

**TUTOR:**

**Q.F. PATRICIO JAVIER NOLES AGUILAR, M.Sc.**

**CALCETA, JUNIO 2018**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

**GUSTAVO ANDRÉS CHILA ZAMBRANO Y ROBERTO CARLOS ZEVALLOS ZAMBRANO**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

---

**Gustavo A. Chila Zambrano**

---

**Roberto C. Zevallos Zambrano**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**Q.F. PATRICIO JAVIER NOLES AGUILAR, M.SC**, certifica haber tutelado el proyecto **INFLUENCIA DEL CHAME (*DORMITATOR LATIFRONS*) EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS PISCINAS UBICADAS EN EL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL**, que ha sido desarrollada por **GUSTAVO ANDRÉS CHILA ZAMBRANO Y ROBERTO CARLOS ZEVALLOS ZAMBRANO**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**Q.F. PATRICIO JAVIER NOLES AGUILAR, M.Sc.**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **INFLUENCIA DEL CHAME (DORMITATOR LATIFRONS) EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS PISCINAS UBICADAS EN EL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL**, que ha sido propuesto, desarrollado por **GUSTAVO ANDRÉS CHILA ZAMBRANO Y ROBERTO CARLOS ZEVLLLOS ZAMBRANO**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Ing. Carlos Delgado Villafuerte, M.Sc.

**MIEMBRO**

---

Ing. Jorge Cevallos Bravo, M.Sc.

**MIEMBRO**

---

Ing. Carlos Villafuerte Vélez, M.Sc

**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por la vida y las oportunidades que eso significa.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

***Gustavo A. Chila Zambrano***  
***Roberto C. Zevallos Zambrano***

## **DEDICATORIA**

A mis padres, porque siempre me enseñaron que cuando se trabaja duro la recompensa final valdrá todo el esfuerzo realizado.

***Gustavo A. Chila Zambrano***

## DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por estar en todo momento a mi lado iluminándome con su infinita sabiduría en el difícil transcurso de la vida.

***Roberto C. Zevallos Zambrano***

## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	1
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivos .....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Hipótesis, premisas y/o ideas a defender.....	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Agua.....	7
2.1.1. Importancia del agua .....	7
2.1.2. Importancia biológica del agua .....	8
2.1.3. Propiedades del agua.....	8
2.2. Calidad del agua .....	9
2.3. Especie a cultivar .....	9



2.3.1. Reproducción.....	10
2.3.2. Supervivencia .....	10
2.3.3. Pesca y utilización .....	10
2.3.4. Posibilidad de crianza en cautiverio.....	11
2.4. Ventajas de crianza en jaulas flotantes .....	11
2.5. Crecimiento .....	12
2.6. Factores ambientales .....	12
2.6.1. Oxígeno disuelto .....	12
2.6.2. Temperatura .....	13
2.6.3. Calidad de agua.....	13
2.6.4. La acidez o alcalinidad del agua.....	13
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	14
3.1. Ubicación .....	14
3.2. Duración del trabajo .....	15
3.3. Variables en estudio.....	15
3.3.1. Variable dependiente.....	15
3.3.2. Variable independiente .....	15
3.4. Métodos .....	15
3.5. Técnicas.....	15
3.5.1. Observación directa.....	15
3.5.2. Ficha de campo .....	16
3.6. Procedimiento .....	16
3.6.1. Fase i. Caracterización del crecimiento del chame bajo el sistema de jaula flotante.....	16
3.6.2. Fase ii. Determinación de la evolución de la calidad del agua en función del tiempo. ....	17

3.6.3. Fase iii. Comparación de los resultados obtenidos con los índices de calidad del agua propuestos por el tulsma. ....	18
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>19</b>
4.1. Caracterización del crecimiento del chame bajo el sistema de jaula flotante.....	19
4.2. Determinación de la evolución de la calidad del agua en función del tiempo.....	20
4.3. Comparación de los resultados obtenidos con los índices de calidad del agua propuestos por el tulsma.....	29
4.3.1. Comparación de resultado en base a los límites permisibles del tulsma.....	29
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>31</b>
5.1. Conclusiones. ....	31
5.2. Recomendaciones. ....	32
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## **CONTENIDO DE CUADROS, IMAGENES Y GRÁFICOS**

### **CUADROS**

3. 1. Características del cantón Bolívar.....	14
3. 2. Parámetros físicos y químicos.....	17

### **FOTOS**

3. 1. Ubicación satelital del área de estudio. ....	14
4. 2. Siembra de alevines. ....	19

4. 1. Jaulas flotantes con suelo. ....	19
--	----

## **GRAFICOS**

4. 1. Turbidez en piscina con suelo y sin suelo. ....	21
4. 2. Alcalinidad en piscina con suelo y sin suelo. ....	22
4. 3. Conductividad en piscina con suelo y sin suelo. ....	23
4. 4. Cloruros en piscina con suelo y sin suelo. ....	24
4. 5. Dureza total en piscina con suelo y sin suelo. ....	24
4. 6. Sulfatos en piscina con suelo y sin suelo. ....	25
4. 7. Color en piscina con suelo y sin suelo. ....	26

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en los predios del campus politécnico en el área agropecuaria, situada en el sector el Limón de la ciudad de Calceta, provincia de Manabí. El objetivo primordial de este trabajo de investigación fue evaluar la influencia del chame (*Dormitator latifrons*) en la calidad del agua de las piscinas ubicadas en la carrera de Pecuaria de la ESPAM MFL. Para su efecto, se dio tareas de mantenimiento a las piscinas, ya que se utilizó una piscina con suelo y otra sin suelo, posterior a esto, se sembraron los alevines en estudio en jaulas flotantes, los cuales fueron adquiridos en la ciudad de San Vicente de la provincia de Manabí; posteriormente, se realizaron muestreos para su respectivo análisis. Se procedió a realizar análisis físicos y químicos al agua de la piscina con suelo y a la piscina sin suelo, obteniendo como resultado para ambas piscina un pH de 8,3; mientras que en el resto de parámetros (Turbidez, oxígeno disuelto, temperatura, color, conductividad, dureza, cloruros y sulfatos) existió una variación significativa. Finalmente se realizó la comparación de los resultados obtenidos con los criterios de Calidad de Agua para uso pecuario, establecido en el anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua..

### **PALABRAS CLAVE:**

*Dormitator latifrons*, calidad del agua, factor de desarrollo, crecimiento.

## ABSTRACT

The research work was carried out in the polytechnic campus in the agricultural area, located in the Limón sector of the city of Calceta, province of Manabí. The main objective of this research work was to evaluate the influence of chame (*Dormitator latifrons*) in the water quality of the pools located in the livestock race of ESPAM MFL. For its effect, maintenance tasks were given to the pools, since a pool with soil and another without soil was used, after that, the fry were planted in a study in floating cages, which were acquired in the city of San Vicente from the province of Manabí; later, samplings were made for their respective analysis. We proceeded to perform physical and chemical analyzes to the water of the pool with soil and the pool without soil, obtaining as a result for both pools a pH of 8.3; while in the other parameters (Turbidity, dissolved oxygen, temperature, color, conductivity, hardness, chlorides and sulphates) there was a significant variation. Finally, the comparison of the results obtained with the Water Quality criteria for livestock use, established in Annex 1 of the Unified Legislation of Secondary Legislation of the Ministry of the Environment: Standard of Environmental Quality and Discharge of Effluents to the Water Resource.

### KEY WORDS:

*Dormitator latifrons*, water quality, development factor, growth.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Wolf *et al.* (2012), Gran parte de los habitantes de nuestro planeta, son informados a través de los medios de comunicación, acerca de las pérdidas que los recursos naturales renovables sufren en el tiempo. Esta pérdida tanto en aguas continentales como marinas se deben, en general, a externalidades que actúan negativamente sobre los recursos y que se producen como consecuencia derivadas de la acción antrópica, con contaminación, barreras o cambios en los cursos de agua y también por otro factor humano, como es el manejo indiscriminado o no sustentable de los recursos pesqueros.

Los problemas relacionados con el agua en el cultivo de peses a nivel mundial ha generado el interés de biólogos y científicos a las contribuciones consideradas clave para la historia reciente del desarrollo acuícola, condujeron al aumento de las producciones, desde un 14 % hacia mediados de 1980, pasando por un 27,6 % hacia fines de la década de 1990 y alcanzando un crecimiento rápido actualmente. Los datos señalan un crecimiento general a una tasa promedio anual del 8,8 % desde 1950 hasta el 2004. El mayor crecimiento, fue el de China (70 % de la producción mundial actual), con una tasa anual, como ya mencionamos del 12,4 % de crecimiento; mientras en segundo lugar se ubicó la región de Latinoamérica y el Caribe, con un 21,3 % en el mismo período. Asimismo, la región del Cercano Oriente, junto a África del Norte y África Subsahariana, mostraron un 10,8 y 10,7 %, respectivamente. Luego se ubica, la región de Asia y el Pacífico con un 9,8 % de crecimiento anual. (ADTI, 2008).

Existe una creciente tendencia global a la diversificación del espectro de organismos acuáticos cultivados. América latina, y en particular Sudamérica no han sido ajenas a este fenómeno, pasando de 5 a más de 70 especies reportadas como cultivadas en un período de 50 años. No obstante, de éstas

sólo 3 contribuyen a más del 70% del volumen total de producción acuícola regional, con especies exóticas como las más prominentes en producción, (FAO,2010).

Para Food and Agriculture Organization, (2010). La diversidad biológica de América Latina es una de las más ricas del planeta, incluyendo una importante diversidad de su ictiofauna de agua dulce. Lo anterior ha estimulado múltiples programas de investigación y desarrollo de tecnologías de cultivo de especies nativas de la cuenca del Amazonas y en menor medida en zonas de latitudes australes. No obstante, de las más de 20 especies nativas de reciente incorporación a programas de cultivo, la mayoría aún se encuentran en etapas muy tempranas de desarrollo tecnológico.

Por su parte, Roldán (2010), señala que, en el Ecuador La dotación natural es propicia para la industria acuícola, constituyendo la base para el importante desempeño y evolución seguido por el segmento de producción local de peses de agua dulce entre ellos el chame. La información sobre la calidad del agua en las piscinas y las condiciones que presentan son importante para la cria de especies de peses como el chame y la tilapia, (Andrade, 2013).

En Manabí, la disponibilidad de cría de peses en piscinas ha incrementado en estos últimos años (Hernández, 2010). Para la FAO (2010), El cultivo del chame (*Dormitator latifrons*) es una actividad económica y rentable debido a que el chame es una especie que ha suscitado interés de cultivo en virtud de su acelerado crecimiento y rusticidad. No obstante, hasta hoy su cultivo es experimental con carencia de muchos elementos para considerar su tecnología desarrollada.

De acuerdo a Cevallos *et. al* (2001) el tiempo de producción del Chame es de aproximadamente un año sin suministro de alimentación suplementaria. Aunque esto varía de acuerdo a la densidad de siembra y la calidad del agua. Algunos estudios sobre comportamiento de esta especie han reportado que cuando la calidad del agua donde habitan es mala, presentan una inflamación

en la parte frontal de la cabeza, que funciona como órgano de respiración aérea (Haz, 2002).

Ante lo expuesto se plantea la siguiente interrogante:

¿De qué manera influye el agua de las piscinas con geomembrana y suelo en la cría del chame (*Dormitator latifrons*) en el área agropecuaria de la ESPAM MFL?



## 1.2. JUSTIFICACIÓN

La agencia de la ONU señala que la desproporción que se produce entre el acceso a los alimentos y el coste de estos puede causar un colapso alimenticio a nivel mundial. Y lo hace con datos concluyentes. El recurso alimento es esencial para la vida, para el medio ambiente y para el desarrollo económico (Díaz, 2013). En los últimos años, el acceso a los recursos de alimentos para el consumo, tanto en términos de cantidad como calidad, es una de las líneas más sensibles del vínculo entre el desarrollo, equidad y sostenibilidad (Cabrera *et al.*, 2015); De acuerdo a Toscano (2014), la cría de peses es una alternativa importante para contrarrestar las carecías de alimento a nivel mundial por sus características de reproducción rápida y abundante.

Dentro de las actividades que desarrolla el ser humano, el cultivo de peses en piscinas aportaría estabilidad alimenticia económica y social. El cultivo del chame (*Dormitator latifrons*) constituye una de las opciones acuícolas más interesantes para diversificar los medios de vida de las comunidades rurales costeras, ya que es una especie muy resistente a enfermedades, con costos de cultivo más bajos que los del camarón y la tilapia, además con mínimos impactos ambientales (Agualsaca, 2014). Por lo tanto, El fin principal de la presente investigación es fortalecer el conocimiento acerca del potencial de las especies nativas, y estado de conservación del chame, además, determinar cómo influye el chame (*Dormitator latifrons*) en la calidad del agua de las piscinas ubicadas en el área agropecuaria de la ESPAM MFL.

El proyecto abarca un aporte para el cumplimiento y fortalecimiento del Artículo 42 de la constitución de la República del Ecuador (2008) “El Estado garantizará el derecho a la salud, su promoción y protección, por medio del desarrollo de la seguridad alimentaria, la provisión de agua potable y saneamiento básico, el fomento de ambientes saludables en lo familiar, laboral y comunitario, y la posibilidad de acceso permanente e ininterrumpido a servicios de salud, conforme a los principios de equidad, universalidad, solidaridad, calidad y eficiencia”, siendo apoyado por el artículo 270 del mismo documento “El Estado

dará prioridad a la investigación en materia agropecuaria, cuya actividad reconoce como base fundamental para la nutrición y seguridad alimentaria de la población y para el desarrollo de la competitividad internacional del país.”

Además, se ajusta a las políticas y lineamientos estratégicos recogidos en el Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017), Objetivo 7, dentro del punto 7.2, apartado b) Fortalecer los instrumentos de conservación y manejo in situ y ex situ de la vida silvestre, basados en principios de sostenibilidad, soberanía, responsabilidad intergeneracional y distribución equitativa de sus beneficios , e) Promover la conservación y el uso regulado de los recursos genéticos para fines de investigación y desarrollo del bioconocimiento, considerando los conocimientos tradicionales y saberes ancestrales asociados, y garantizando su acceso., f) Fortalecer la aplicación de la normativa para la conservación, recuperación y protección de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad y especies silvestres emparentadas, a fin de reducir la erosión genética y garantizar la soberanía alimentaria.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la calidad del agua en piscinas de geomembrana y suelo para la cría de chame (*Dormitator latifrons*) ubicadas en área agropecuaria, ESPAM MFL.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir el crecimiento del chame bajo el sistema de jaula flotante.
- Determinar la evolución de la calidad del agua en función del tiempo y los componentes de la piscina.
- Comparar los resultados obtenidos con los índices de calidad del agua propuestos por el TULSMA.

### **1.4. HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER**

Las piscinas con diferentes materiales de construcción afectan de manera directa la calidad de agua para la cría de chame (*Dormitator latifrons*) en el área agropecuaria de la ESPAM MFL.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. AGUA**

El componente más importante en la tierra es el agua, ocupando el 70% de su superficie. Pero, a pesar de ello, solo el 2,5% es agua dulce y el 66% de este porcentaje resulta de muy difícil acceso, por lo que el 1% del total de agua se encuentra de fácil disponibilidad. Gonzales y Chiroles (2011), considera que el agua es el líquido indispensable para la vida, cuyo líquido cada vez se ve más amenazada, con una población que aumenta cada día, favoreciendo al cambio climático que ocasiona estragos en diferentes lugares del mundo, haciendo que su conservación y acceso sea cada vez más difícil.

El abastecimiento de agua dulce a los humanos debe hacerse de manera segura y accesible, ya que es un recurso esencial para sustentar la vida. El acceso mejorado del agua de bebida segura suele producir beneficios tangibles a la salud, por lo que los abastecedores deben hacer el esfuerzo de obtener una calidad de agua inocua a la salud de los consumidores (OPS, 2011).

#### **2.1.1. IMPORTANCIA DEL AGUA**

Según Bonilla *et al.* (2010), indica que el agua es importante, ya que las principales funciones biológicas del agua se basan en su capacidad para transportar diferentes sustancias a través de los organismos, disolver otras y mantenerlas tanto en solución como en suspensión coloidal. El papel primordial del agua en el metabolismo de los seres vivos se debe sus propiedades físicas y químicas, derivadas de la estructura molecular a temperatura ambiente en este caso líquida.

### 2.1.2. IMPORTANCIA BIOLÓGICA DEL AGUA

El agua no se considera como nutriente, debido a que no tiene un valor energético ni sufre cambios químicos durante su utilización biológica (con excepción de su papel en las células fotosintéticas); sin embargo, sin este líquido no se podrían llevar a cabo las reacciones bioquímicas que sustentan la vida. (Calderón y Orellana, 2015).

Las principales funciones biológicas del agua se basan en su capacidad para transportar diferentes sustancias a través de los organismos, disolver otras y mantenerlas tanto en solución como en suspensión coloidal; esto gracias a sus propiedades disolventes y también a que permanece líquida dentro de un intervalo de temperatura muy amplio (4°-100° C). Muchas de las macromoléculas de interés biológico (proteínas, enzimas, ácidos nucleicos) adquieren su estructura terciaria en presencia de agua y de esta manera desarrollan su actividad (Bonilla *et al.*, 2010).

### 2.1.3. PROPIEDADES DEL AGUA

Sarmiento y Román (2011), mencionan las propiedades del agua en la molécula son las siguientes:

- **Acción Disolvente:** el agua puede disolver otras sustancias debido a que es un dipolo (posee carga positiva y negativa) y a que puede formar puentes de hidrógeno con otras sustancias, lo cual hace que sus elementos se separen y esta se disuelva.
- **Fuerza de cohesión:** los puentes de hidrogeno son los responsables de esto, pues mantienen la molécula fuertemente unida de forma muy compacta.
- **Gran calor específico:** es el calor gastado para elevar en 1oC un gramo de agua. El calor necesario es 1 caloría.
- **Elevado calor de vaporización:** para romper los puentes de hidrógeno se requiere de energía. Para evaporar 1 gramo de agua a 20oC se

requieren 540 calorías. Cuando eliminamos agua en forma de vapor o sudor, estamos controlando la temperatura corporal.

- **Tensión superficial:** es un “endurecimiento” de la capa superficial del agua en reposo, se da debido a la gran cohesión que hay entre las moléculas que forman el agua.

## 2.2. CALIDAD DEL AGUA

La calidad de del agua, ya sea esta superficial o subterránea depende de muchos factores naturales como también de la acción humana. En consecuencia, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. La mala calidad del agua afecta principalmente sobre la cantidad de agua de diversas maneras (MSSSI, 2011).

Según la Fernández (2012), el agua es indispensable para toda vida. La calidad del agua está estrechamente relacionada con el nivel vida y con el nivel sanitario de una nación. Para que sea un agua de calidad para el consumo, esta tiene que ser saludable y limpia; es decir que no contenga organismos patógenos ni contaminantes que puedan afectar a la salud de quien la consume.

## 2.3. ESPECIE A CULTIVAR

En el objetivo de cualquier proyecto acuícola (producción o investigación) se han de considerar como especies inicialmente aptas aquellas que sean utilizadas habitualmente para el consumo humano o industrial y cuyo estudio de las condiciones biológicas y tecnológicas se encuentren en un estado de desarrollo avanzado. En el caso de que el proyecto se destine a la investigación, cualquier especie es válida, pero, sin duda, lo más oportuno sería investigar sobre aquellas que potencialmente puedan utilizarse o aprovecharse o bien centrar los estudios sobre problemas concretos de especies ya estudiadas, desechando otras cuyas investigaciones no se hayan

iniciado, a no ser que el mercado o la necesidad de éstas fuera grande y ello justifique los esfuerzos tanto científicos como económicos (Corral *et al.*, 2000).

### **2.3.1. REPRODUCCIÓN**

En ambos géneros del chame, el ciclo reproductivo dura alrededor de doce meses. Este comprende cuatro fases de desarrollo: 1) una fase juvenil; 2) una fase de crecimiento de la gónada hasta alcanzar su madurez; 3) una fase de liberación de gametos; y 4) anafase de reabsorción en la que los gametos que no fueron expulsados son reabsorbidos (FAO, 2009).

### **2.3.2. SUPERVIVENCIA**

En la región dorsal el chame posee una alta vascularización, que al ser presionada levemente sangra con facilidad. A través de esta zona el chame realiza intercambio gaseoso con el aire solventando la hipoxia del medio. El chame soporta concentraciones bajas de oxígeno desde 0,5 ppm y sus branquias no colapsan cuando están fuera del agua; se mantienen húmedas y en intercambio gaseoso es cutáneo. Esta adaptación le permite al chame vivir fuera del agua, en ambiente húmedo, de tres a cinco días. Comportándose de manera normal después de un tiempo en el que es devuelto al agua (Agualsaca, 2014).

### **2.3.3. PESCA Y UTILIZACIÓN**

El Chame posee muchas cualidades excepcionales que lo hacen interesante para su exportación; entre las que se encuentran: una carne blanca, sin espinas, de buen sabor y textura; puede vivir en agua salada, salobre o dulce; y es un animal muy resistente a la gran manipulación pudiendo sobrevivir fuera del agua de 3 a 5 días en condiciones húmedas lo que da la gran ventaja para llegar vivo facilitando el mercadeo (Alvarado & Arias, 2002).

#### **2.3.4. POSIBILIDAD DE CRIANZA EN CAUTIVERIO**

Las especies acuícolas que son sometidas a cautiverio necesitan niveles óptimos de oxígeno, este no debe ser inferior ni superior al establecido para cada especie. Si el oxígeno es inferior al rango se produce anoxia en el medio y el pez puede llegar a morir, y si se produce un exceso de oxígeno los peces se vuelven susceptibles a enfermedades ya que dejan de producir glóbulos rojos (Guevara, 2003).

En la cría de chame bajo cautiverio el manejo de los estanques es de gran importancia para el confort de los peces, ya que con un correcto recambio de agua y adecuada fertilización se genera un fitoplancton y zooplancton que el chame aprovecha eficientemente para su alimentación (Agualsaca, 2014).

En la cría de chame bajo cautiverio el manejo de los estanques es de gran importancia para el confort de los peces, ya que con un correcto recambio de agua y adecuada fertilización se genera un fitoplancton y zooplancton que el chame aprovecha eficientemente para su alimentación (Alvarado & Arias, 2002).

#### **2.4. VENTAJAS DE CRIANZA EN JAULAS FLOTANTES**

El cultivo de peces en jaulas es un método de producción de peces en recipientes cerrados en el fondo y en todos sus lados, construidos de materiales que mantienen los peces adentro mientras que permite el recambio de agua y la remoción de desperdicios al agua que los rodea. Las jaulas se pueden construir en una gran variedad de formas, utilizando materiales como el bambú o tablas de madera y alambre, nylon u otras mallas sintéticas. Las estructuras de soporte pueden sostener las jaulas sobre la superficie del agua o sobre el fondo de un cuerpo de agua.

El confinamiento intencional de peces en jaulas para incrementar su tamaño es una técnica que viene desde principios de siglo. Hoy en día el cultivo en jaulas



es practicado en muchas regiones del mundo, y es una industria que prospera en algunos lugares (Bocek, 2001).

## **2.5. CRECIMIENTO**

En términos fisiológicos se realiza una simbiosis entre el organismo superior y la flora microbiana nativa, el primero se comporta como hospedador suministrando a los microorganismos el ambiente para su crecimiento y estos últimos como simbioses, ponen a disposición del hospedador su capacidad de síntesis (proteínas y vitaminas) y de ruptura celular (celulolisis) (Agualsaca, 2014). El crecimiento máximo del chame macho alcanza los 60 cm y las hembras apenas llegan a los 30 cm (NAVA, 2008).

## **2.6. FACTORES AMBIENTALES**

El Chame está sometido en su estructura a la relación con la comunidad animal y vegetal, pues, su hábitat lo constituyen las Ciénegas de agua dulce o tierras pantanosas cubiertas con plantas acuáticas en donde se entierran hasta la cabeza que la dejan expuesta a la superficie del agua apreciando en su región dorsal una amplia vascularización por donde el Chame realiza el intercambio gaseoso con el aire, solventando la hipoxia del medio (Agualsaca, 2014).

### **2.6.1. OXIGENO DISUELTO**

El rango óptimo para el desarrollo de peces está por encima de los 4,5 mg/l. A continuación, se da a conocer los niveles de oxígeno (mg/l) y sus efectos.

- 0,0 - 0,3: Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
- 0,3 - 2,0: Letal en exposiciones prolongadas.
- 3,0 - 4,0: Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
- > 4,5: Rango deseable para el crecimiento del pez (NAVA, 2008).

### **2.6.2. TEMPERATURA**

Para el cultivo de Chame es necesaria una temperatura que fluctúe entre 21 a 30°C. Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor será la tasa metabólica aumentando el consumo de oxígeno (Agualsaca, 2014).

### **2.6.3. CALIDAD DE AGUA**

El comportamiento de hábitat de esta especie de forma rustica y natural en donde menciona que cuando la calidad de agua es mala presentan una retención en el crecimiento pudiendo mantenerse varios meses sin desarrollarse y automáticamente los peces comienzan a enfermarse presentando inflamaciones en la parte superior de la cabeza impidiendo así el intercambio gaseoso con el medio exterior provocando inmediatamente su muerte (Agualsaca, 2014).

En condiciones inadecuadas de calidad de agua provocan perjuicios al crecimiento, a la reproducción, la salud, la supervivencia y la calidad de los peces. Dentro de la acuicultura existen parámetros ambientales determinantes y ninguno es independiente de otro (Tautenhahn, 2005)

### **2.6.4. LA ACIDEZ O ALCALINIDAD DEL AGUA**

El chame tiene un rango más amplio de tolerar aguas acidas o alcalinas que va desde 6,4 a 9,4 pero manifiesta que mientras más estable es el pH mejores serán las condiciones para su crecimiento (NAVA, 2008). El rango óptimo para la cría de chame es de 7 a 8 bajo condiciones controladas (Miller, 2008).

# CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

## 3.1. UBICACIÓN

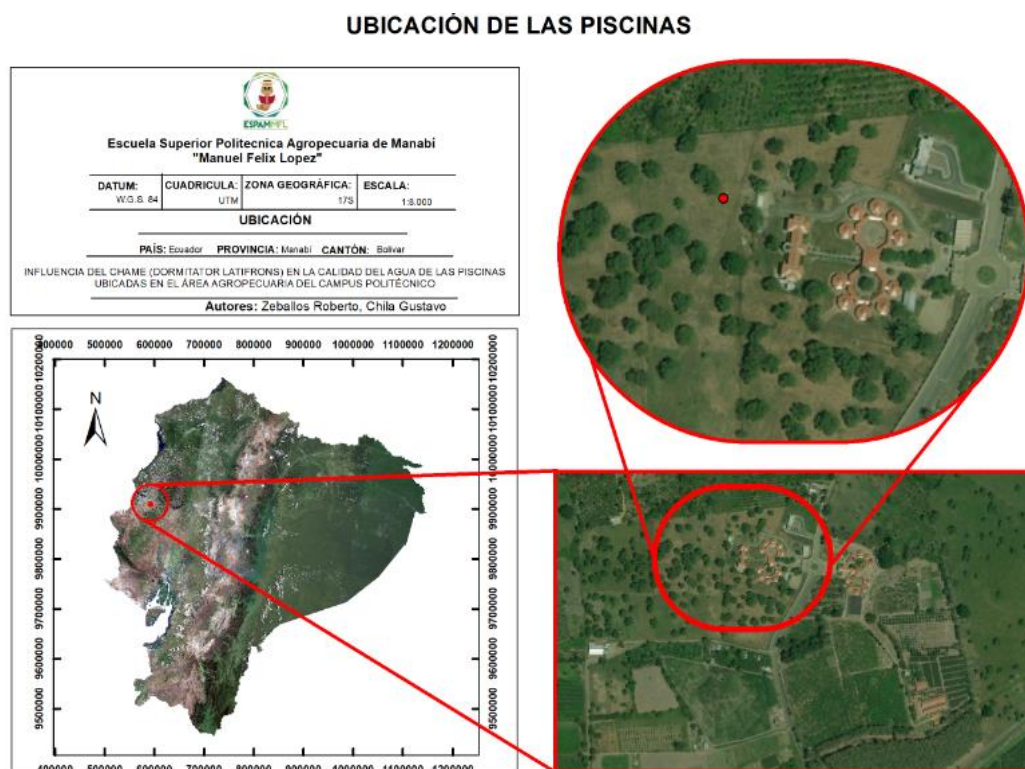
La presente investigación se desarrolló en la época lluviosa y seca, en el área agropecuaria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, situada en las coordenadas 00°50'39"S 80°09'33"O en la ciudad de Calceta, provincia de Manabí.

Cuadro 3. 1. Características del cantón Bolívar.

CARACTERÍSTICAS	BOLIVAR
Extensión territorial	600 km <sup>2</sup>
Coordenadas geográficas	00°50'39"S 80°09'33"O
Altitud	29 m s. n. m.
Temperatura promedio anual (°C)	25,6°C
Superficie del área de estudio	1000 m <sup>2</sup>

Fuente: AME (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas), 2010

Foto 3. 1. Ubicación satelital del área de estudio.



Autores: Chila y Zevallos (2018).

### **3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO**

La presente investigación tuvo una duración aproximada de 9 meses.

### **3.3. VARIABLES EN ESTUDIO**

#### **3.3.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Calidad del agua

#### **3.3.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Influencia del chame (*Dormitator latifrons*)

### **3.4. MÉTODOS**

Los métodos utilizados en la investigación fueron el método analítico, el cual consistió en la desmembración de un todo, descomponiendo sus partes para observar las causas; el bibliográfico, que sirvió para la búsqueda de referencias, condiciones y medidas preventivas en lo que respecta a la calidad del agua; el muestreo, donde se realizó la toma de muestras de agua, las cuales fueron llevadas hacia el laboratorio para la realización de los respectivos análisis.

### **3.5. TÉCNICAS**

#### **3.5.1. OBSERVACIÓN DIRECTA**

Se realizaron varias visitas al lugar de estudio donde se evaluó la situación existente, esta parte fue vital para el reconocimiento del área acompañado de foto documentación y toma de apuntes de cada detalle en el lugar de estudio.

### **3.5.2. FICHA DE CAMPO**

La ficha de campo se la utilizo para reunir elementos, que posteriormente permitió elaborar un diseño de técnica de campo.

## **3.6. PROCEDIMIENTO**

### **3.6.1. FASE I. DESCRIBIR EL CRECIMIENTO DEL CHAME BAJO EL SISTEMA DE JAULA FLOTANTE**

#### **3.6.1.1. ACTIVIDAD 1.1. OBTENCIÓN DE ALEVINES**

Los alevines fueron obtenidos desde la ciudad de San Vicente, posteriormente fueron trasportados hacia el área de estudio.

#### **3.6.1.2. ACTIVIDAD 1.2. PREPARACIÓN DE PISCINAS**

La preparación de las piscinas se las realizó en los predios de la Carrera de Pecuaria, la cual consistió en limpieza y llenado; además, se colocó suelo para favorecer el desarrollo de los alevines. Adicionalmente, se realizaron labores de mantenimiento semanalmente a las piscinas.

Cabe mencionar que las piscinas ya se hallaban construidas con una dimensión de 10 m de largo por 5 m de ancho, mismas que se encontraban recubiertas por una geomembrana Liner.

#### **3.6.1.3. ACTIVIDAD 1.3. MANTENIMIENTO DE ALEVINES**

Se procedió a la siembra de los alevines, para lo cual se ingresaron las gavetas con los alevines a las piscinas. El nivel de agua colocado fue de 30cm aproximadamente.

Para la alimentación de los alevines se procedió a la aplicación suplementaria de maíz cocinado y molido (EcoCostas, 2006) cuatro veces a la semana durante la mañana por 3 meses, hasta alcanzar su tamaño comercial (25-32 cm, peso alrededor de 600 g) (FAO, 2010).

### **3.6.2. FASE II. DETERMINACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN FUNCION DEL TIEMPO**

#### **3.6.2.1. ACTIVIDAD 2.1. MEDICIÓN DE PARÁMETROS**

Para llevar a cabo esta actividad se tomó en cuenta el criterio establecido por Montenegro & Castillo (2015), los cuales indican que para evaluar la calidad del agua teniendo a chames como indicadores ambientales, se debe realizar un monitoreo semanal de los parámetros físicos y químicos a medirse. Por otra parte, los alevines obtenidos fueron medidos y pesados durante el proceso de ingreso a las piscinas, estos valores fueron registrados respectivamente en una ficha de campo. A continuación, se presenta un cuadro con los parámetros a medidos:

**Cuadro 3. 2.** Parámetros físicos y químicos.

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>
<b>FÍSICOS</b>	
Turbidez	NTU
Oxígeno disuelto	%SAT
Temperatura	°C
Color	Hz
Conductividad	Ppt
<b>QUÍMICOS</b>	
Ph	Adimensional
Dureza	mg/l
Alcalinidad	mg/l
Cloruros	mg/l
Sulfatos	mg/l

Parámetros como el pH, temperatura y oxígeno disuelto se tomaron 3 veces al día, el primer dato se tomó a las 7 AM, el siguiente a las 12 PM y el último a las

6 PM por 8 semanas consecutivas, mientras que en el resto de parámetros se tomó una vez al día (12 PM).

### **3.6.2.2. ACTIVIDAD 2.2. TOMA DE MUESTRAS**

La toma de datos para el análisis de laboratorio se realizó en cada una de las piscinas en estudio, en una de las cueles se utilizó una piscina con suelo y la otra sin suelo. La toma de muestra se la realizo de forma manual, se ató a un extremo de una palanca un envase ámbar y se lo introdujo a una profundidad de 70 cm para obtener la muestra con la finalidad de determinar la calidad del agua como factor de desarrollo en el crecimiento del chame.

### **3.6.2.3. ACTIVIDAD 2.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO**

El desarrollo del análisis de los resultados del laboratorio se lo realizo en base a los parámetros establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.

### **3.6.3. FASE III. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA PROPUESTOS POR EL TULSMA**

#### **3.6.3.1. ACTIVIDAD 3.1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS MEDIANTE LOS LÍMITES PERMISIBLES DEL TULSMA**

Para el cumplimiento de la última fase, se procedió a investigar los límites permisibles establecidos por el TULSMA para uso pecuario, para su posterior comparación con los resultados obtenidos del laboratorio.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DESCRIBIR EL CRECIMIENTO DEL CHAME BAJO EL SISTEMA DE JAULA FLOTANTE

Los alevines fueron obtenidos del proveedor de chames en el cantón San Vicente, los cuales se transportaron dentro de gavetas en seco, es decir, sin necesidad de agua ni oxígeno (FAO, 2010).

Las piscinas fueron adecuadas hasta alcanzar las condiciones óptimas para la siembra de los alevines. Se realizó la limpieza del lugar retirando todo tipo de maleza. Debido a que las jaulas flotantes se encontraban deterioradas se les procedió a realizar labores de mantenimiento; además, se colocó suelo para favorecer el desarrollo de los alevines (ver imagen 4.2). Una vez adecuadas las piscinas se registraron los primeros datos de peso y longitud de estos, seguidamente se introdujeron los alevines en la piscina a un nivel de agua de 30 cm aproximadamente (ver imagen 4.1), esto se lo realizó con el fin de aclimatar el alevín para evitar la mortalidad causada por un shock térmico. Una vez que los alevines lograron adaptarse se procedió a aumentar el nivel del agua.



Foto 4. 2. Jaulas flotantes con suelo.



Foto 4. 1. Siembra de alevines.

Se registró un peso promedio de 9 gramos en los alevines adquiridos, este peso se dio debido a que los alevines fueron adquiridos a temprana edad; por



otro lado, la longitud promedio que registraron los alevines fue de 17 cm. Consecuentemente el peso máximo alcanzado durante el estudio fue de 325 gramos y el mínimo 188.26 gramos equivalente a un periodo de 3 meses de control de alimentación.

## 4.2. DETERMINACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN FUNCION DEL TIEMPO

A continuación, se presenta el cuadro 4.1. Y 4.2. En donde se detallan los resultados de los análisis obtenidos del laboratorio de las piscinas con suelo y sin suelo (ver anexo 1).

**Cuadro 4. 1.** Resultados de los análisis de laboratorio de la piscina con suelo.

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS							
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
<b>FÍSICOS</b>									
Turbidez	NTU	18,00	18,00	20,00	17,50	15,00	15,00	49,00	16,00
Oxígeno disuelto	%SAT	7,99	7,96	7,88					
Temperatura	OC	25,94	26,32	26,49					
Color	Hz	267,00	247,00	360,00	309,00	222,50	115,50	349,00	201,00
Conductividad	Ppt	0,56	0,57	0,60	0,63	0,57	0,56	0,58	0,60
<b>QUÍMICOS</b>									
pH	Adimensional	8,2	8,12	8,23					
Dureza	mg/l	390	343,00	355,00	323,00	400,00	360,00	370	380
Alcalinidad	mg/l	72,6	42,70	61,00	75,00	73,20	61,00	61,0	83,0
Cloruros	mg/l	14,18	24,82	17,73	30,28	39,00	17,73	28,36	21,27
Sulfatos	mg/l	112,00	12,50	107,50	92,00	120,50	65,00	98,00	102,00

**Cuadro 4. 2.** Resultados de los análisis de laboratorio de la piscina sin suelo.

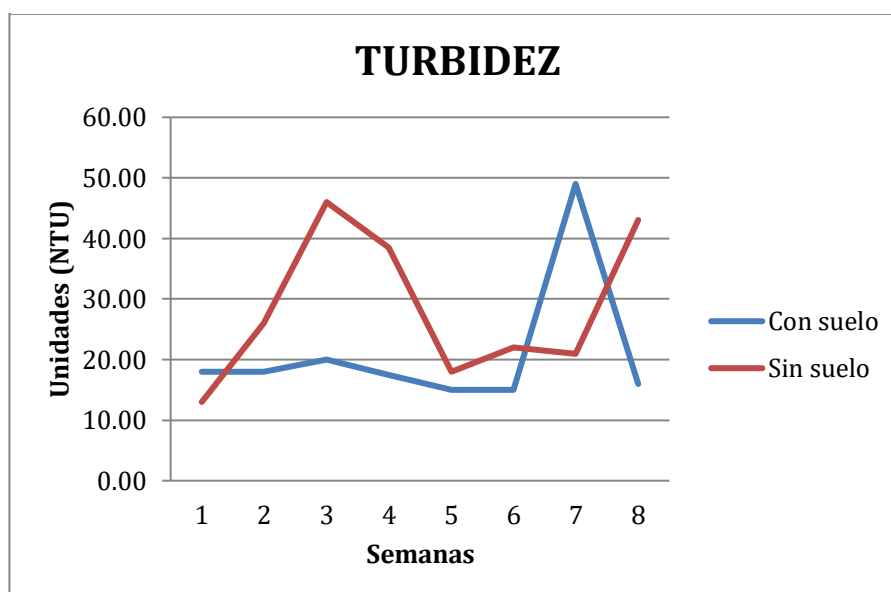
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS							
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
<b>FÍSICOS</b>									
Turbidez	NTU	13,00	26,00	46,00	38,50	18,00	22,00	21,00	43,00
Oxígeno disuelto	%SAT	7,87	7,84	7,87					
Temperatura	OC	26,78	27,05	26,75					
Color	Hz	180,00	295,00	556,50	411,00	283,50	113,00	327,00	198,00
Conductividad	Ppt	0,54	0,55	0,57	0,57	0,56	0,55	0,57	0,58

QUÍMICOS									
pH	Adimensiona l	7,93	7,88	7,81					
Dureza	mg/l	350	355,00	348,00	355,00	360,00	345,00	380	320
Alcalinidad	mg/l	60,6	42,90	50,80	54,90	76,60	61,00	73,2	74,8
Cloruros	mg/l	10,64	21,14	26,59	35,45	42,54	17,73	21,27	28,36
Sulfatos	mg/l	23,00	26,50	103,50	83,00	128,00	74,00	120,00	105,00

En el cuadro 4.1. Y 4.2. Se mostraron los resultados de los análisis del laboratorio, en el cual se detallaron los 10 parámetros analizados (5 físicos y 5 químicos) en la piscina con suelo y la piscina sin suelo.

A continuación, se muestra mediante gráficos los parámetros analizados y la diferencia que existe entre la piscina con suelo y la piscina sin suelo, tomando como referencia las semanas de muestreo:

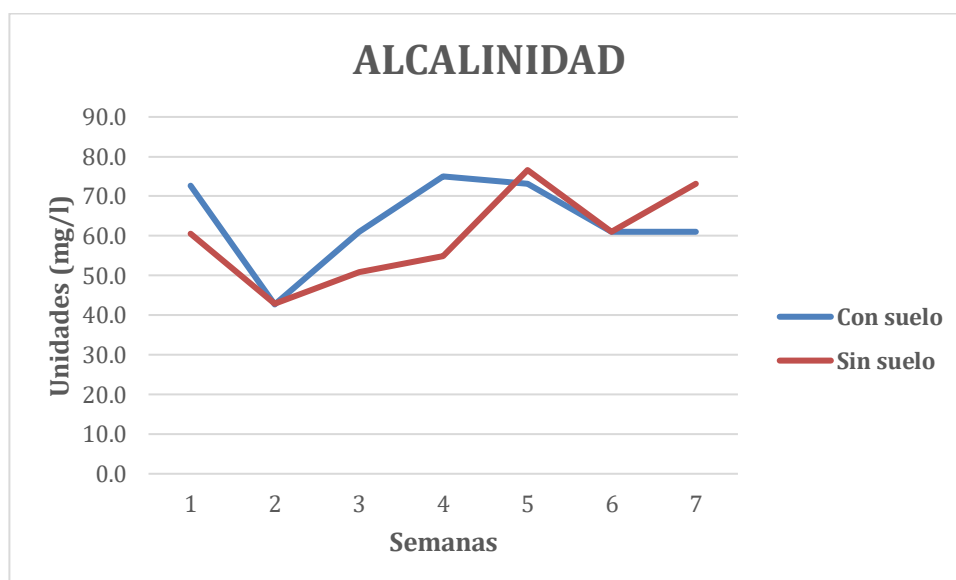
Gráfico 4. 1. Turbidez en piscina con suelo y sin suelo.



La piscina con suelo muestra poca turbidez en relación con la piscina sin suelo, ya que la turbidez desde la primera semana inicia con un valor 18,00 NTU, manteniendo un rango similar hasta la sexta semana donde su valores de 15,00 NTU, despuntado en la séptima semana una turbidez de 49,00 NTU en la piscina con suelo, mientras que en la piscina sin suelo subió considerablemente los valores en La tercera semana a 46,00 NTU, esto se debe a que el agua perdió su transparencia debido a las partículas en

suspensión ya que los chames removían los sedimentos a la hora de alimentarse. En la semana 6 y 8 la turbidez bajo en la piscina con suelo, debido a que la temperatura fue inferior en relación con las otras semanas haciendo que las aguas se encontrarán más frías y menos turbias, incrementando así la concentración de oxígeno, ya que el oxígeno se disuelve mejor en aguas frías, lo que favoreció el crecimiento del chame. Los resultados obtenidos en la investigación concuerdan con el trabajo de investigación de Ulloa (2015), donde la turbidez presentó valores que variaron entre 20 y 29 NTU, con un promedio de 29,9 NTU.

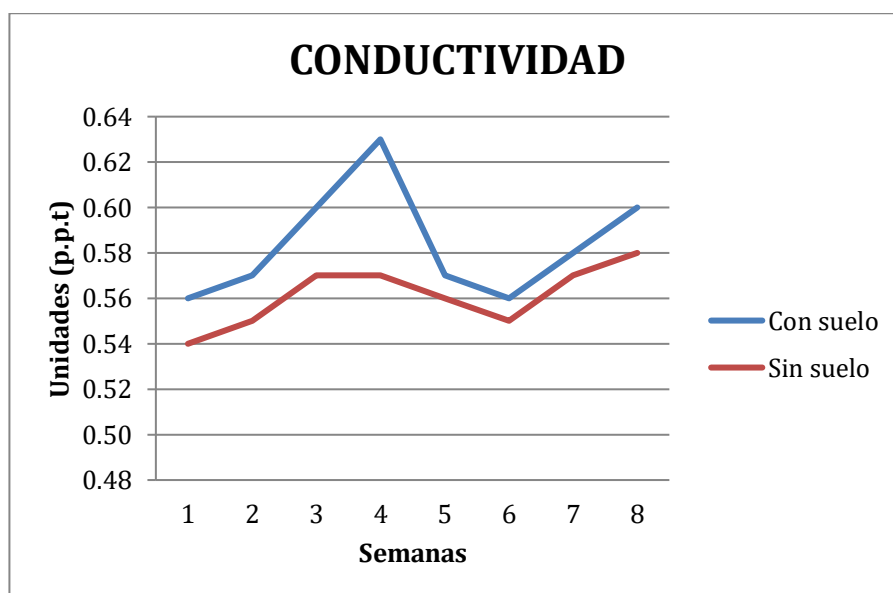
**Gráfico 4. 2.** Alcalinidad en piscina con suelo y sin suelo.



Limsuwan (2005), menciona que, para obtener un buen crecimiento en un cultivo de peces, la alcalinidad no debe bajar de 80 mg/l. Por otro lado, los valores obtenidos en la piscina con suelo, muestran un declive desde la primera semana alcanzando valores representativos en la cuarta semana de 75,0 mg/l, y en la octava semana despuntado a 83,0 mg/l, de alcalinidad y coincidiendo con el autor antes mencionado, estos valores se deben a varios factores como el cultivo y el sustrato de la piscina, mientras que en la piscina sin suelo fue de 76,6 mg/l de alcalinidad en la quinta semana, siendo esta la más, consecuentemente, hay que tener en cuenta que la alcalinidad del agua

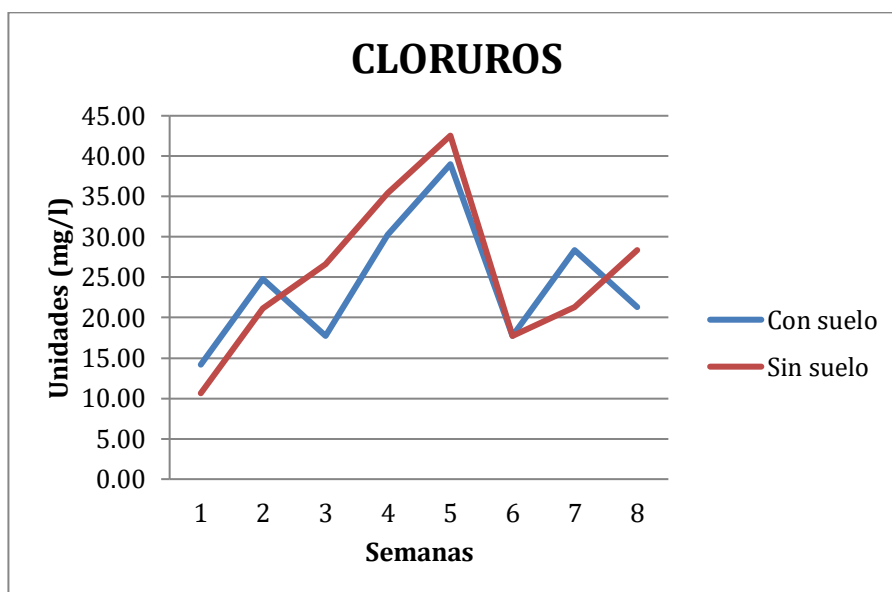
no es un valor constante, por lo que cambia a lo largo del tiempo, por tal razón es necesario que el cultivo de peces se lo haga con agua superficial de lagos y ríos ya que tienen niveles de alcalinidad más bajo que las aguas subterráneas (Limsuwan, 2005).

**Gráfico 4. 3.** Conductividad en piscina con suelo y sin suelo.



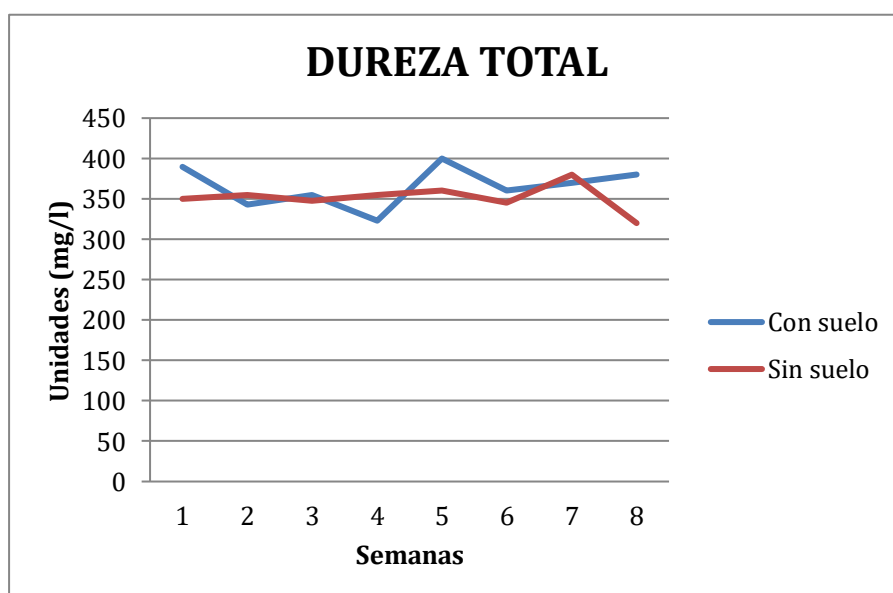
Los valores de conductividad presentaron un comportamiento significativo durante toda la investigación, presentando diferencias de valores, siendo la cuarta semana la que mayor conductividad presento con valor 0,63 p.p.t, para la piscina con suelo y para la piscina sin suelo, el mayor valor despunto en la octava semana siendo de 0,58 p.p.t, debido a que el agua de las piscinas viene de aguas superficiales, las cuales están en contacto con rocas y tierra, mismas que descargan iones que fluyen a través y por encima de ella. Cabe mencionar que la conductividad en las dos piscinas fluctuó debido a ciertos factores como la temperatura y los sólidos suspendidos (Agualsaca, 2014).

Gráfico 4. 4. Cloruros en piscina con suelo y sin suelo.



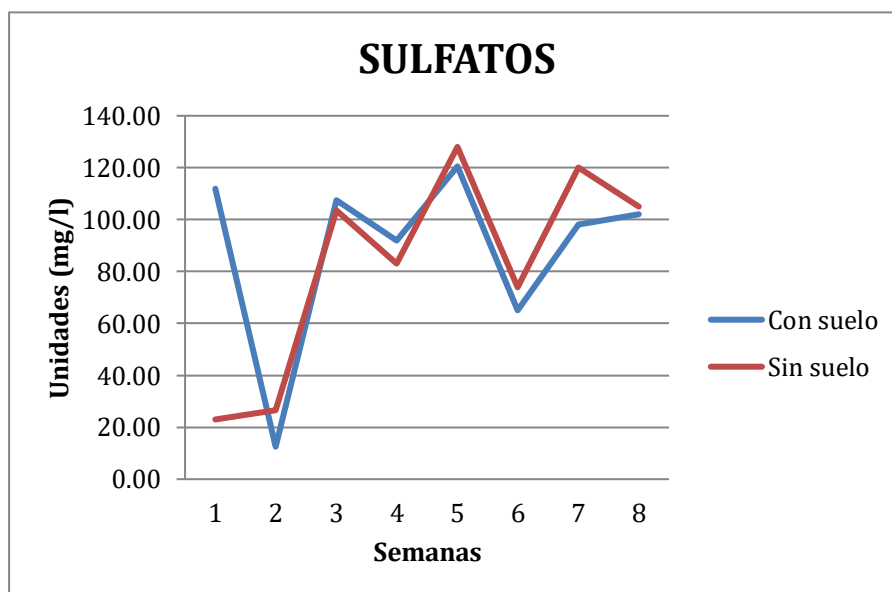
Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todos los cuerpos de agua (Hari *et al.*, 2004), siendo las piscinas en estudio uno de ellos. Los promedios de cloruros reportados en la investigación fueron de 38,99 mg/l para la piscina con suelo correspondiente a la quinta semana, mientras que en la piscina sin suelo la mayor concentración de cloruros también fue en la quinta semana siendo este de 42,54 mg/l. De allí en adelante los valores comenzaron a disminuir en las últimas tres semanas debido a que el agua de las piscinas ha presentado un incremento a lo largo del recorrido fluvial, es decir desde su nacimiento hasta llegar a las piscinas en estudio.

Gráfico 4. 5. Dureza total en piscina con suelo v sin suelo.



Blancas *et al* (2011), mencionan que la dureza del agua es el resultado de la solución de piedras, minerales del suelo y del aporte de desechos que contienen carbonatos de calcio y magnesio que son solubles en agua, por ello la concentración de dureza total obtenida en la piscina con suelo en la quinta semana despunto con un valor de 400 mg/l, mientras que la piscina sin suelo presento una concentración mayor en la séptima semana de 380 mg/l, siendo la semana 5 la mayor concentración de dureza total para la piscina con suelo, sin dejar de mencionar que los valores de dureza total desde la primera semana fluctúan de 390- 350 mg/l en las piscinas y llegando a la octava semana con un valor de 380- 320 mg/l todo esto validado a la mencionado por Rodríguez, (2010), donde hace énfasis “Que las aguas obtienen durezas a través de las formaciones geológicas que contienen los minerales que la producen y por su poder solvente los disuelve e incorpora”.

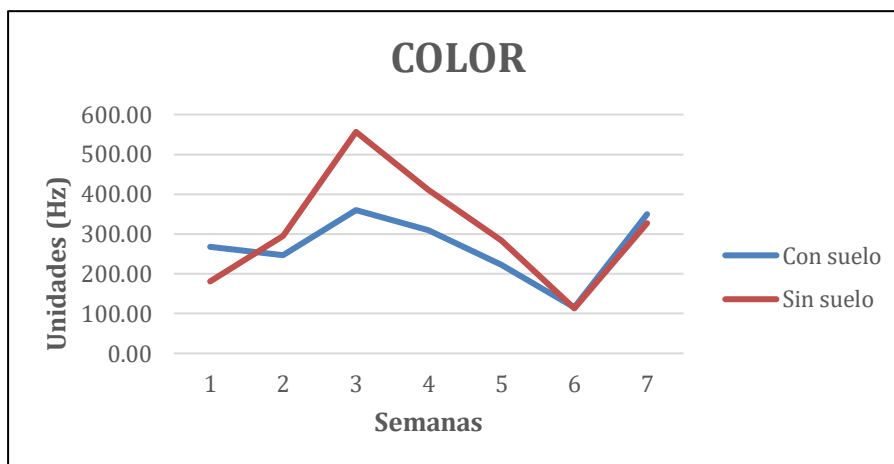
**Gráfico 4. 6.** Sulfatos en piscina con suelo y sin suelo.



Los sulfatos se hallan abundantemente repartidos en todas las aguas; la concentración de sulfatos en aguas es variable, oscilando entre en 20 y 50 mg/l (Jana, 2003). Consecuentemente la piscina con suelo presentó una concentración de 74,00 mg/l, en la quinta semana, siendo esta la de mayor concentración con relación a las otras semanas, mientras que la piscina sin suelo presentó una concentración de 128,00 mg/l, en la quinta semana, siendo

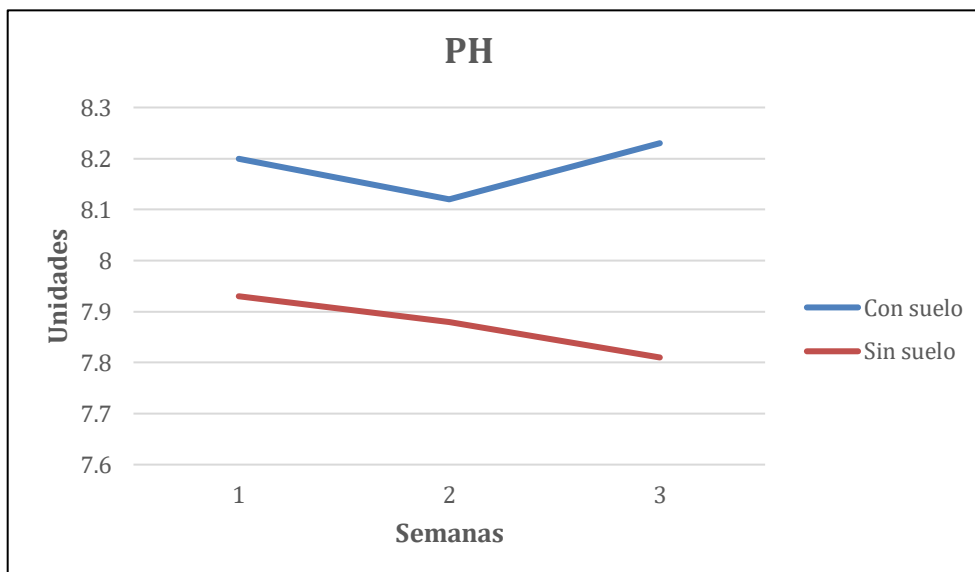
esta la de mayor concentración con relación a las otras semanas, esto se debe a que el sulfato se origina fundamentalmente de los procesos de disolución de las tizas, existentes en el terreno y en el agua.

**Gráfico 4. 7.** Color en piscina con suelo y sin suelo.



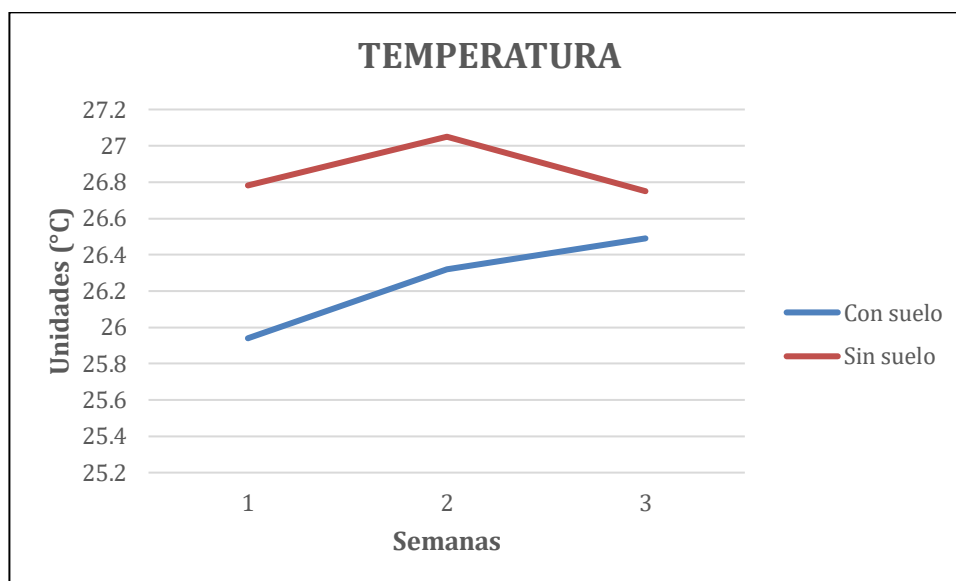
Según Camacho (2000), el color del agua se debe comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos y ácidos grasos. Por otra parte, Camacho menciona que el color del agua podría originarse por la descomposición de la materia, la materia orgánica del suelo y por la presencia de compuestos metálicos; En base a esto, el valor de color que presento la piscina con suelo fue 360 Hz, en la tercer semana siendo esta la de mayor concentración con respecto a las demás semanas; mientras que la piscina sin suelo presentó un promedio de 556,50 Hz, siendo esta la de mayor concentración con respecto a las demás semanas, el cual se debe, fundamentalmente, a sustancias coloreadas existentes, ya sean estas en suspensión o disueltas en ella.

Para los datos de pH, temperatura y oxígeno disuelto se consideraron los valores cuantitativos agrupados de las tres primeras semanas de estudio, debido que a partir de la cuarta hasta la octava semana no hubo variaciones significativas (Limsuwan, 2005).

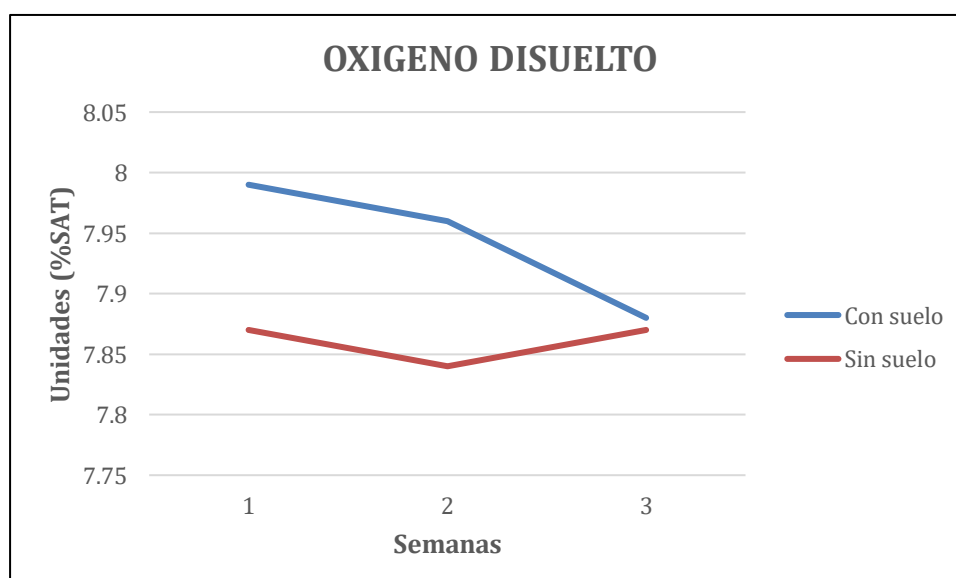
**Gráfico 4. 8.** PH en piscina con suelo y sin suelo.

Los valores de pH más bajos registrados en la investigación se dieron en la semana 2, obteniendo un promedio a la semana de 8,12 en la piscina con suelo, mientras que el valor más alto se registró en la semana 3, alcanzando un promedio de 8,23, De la misma manera se registraron los valores de la piscina sin suelo, obteniendo el valor más alto en la primera semana con un valor de 7,93 mientras que el valor más bajo se registró en la tercera semana con un valor 7,81 por lo que se puede concluir que el pH no fue un factor de riesgo para la salud de los chames en estudio y se mantuvo en niveles óptimos para su crecimiento, debido a que el dióxido de carbono presenta una reacción de acidez en el agua formando ácido carbónico, consecuentemente el pH tiende a disminuir a altas concentraciones de  $\text{CO}_2$  y viceversa, así mismo, durante el día las plantas acuáticas absorben  $\text{CO}_2$  lo que ocasiona que el pH aumente (Boyd, 2001).



**Gráfico 4. 9.** Temperatura en piscina con suelo y sin suelo.

La temperatura en las piscinas variaron entre 25,94°C y 26,49°C durante las semanas de estudio, obteniendo el valor más alto en la tercer semana con un valor 26,49°C, mientras que la piscina sin suelo obtuvo un valor de 26,75°C en la tercera semana el cual resultado el más elevado en la piscina sin suelo, por otro lado el valor más bajo registrado para la piscina sin suelo fue de 26,73°; Wyban *et al* (2005), encontraron que para el desarrollo de peces en piscina la temperatura óptima para el crecimiento es de alrededor de los 27°C. Por otro lado Boyd (2001) encontró que los procesos biológicos, como el crecimiento, se duplican, en general, por cada 10°C que aumentaba la temperatura, por lo que los peces crecerán más rápido a 30°C que a 20°C.

**Gráfico 4. 10.** Oxígeno disuelto en piscina con suelo y sin suelo.

El oxígeno disuelto en la piscina con suelo tuvo un valor de 7,99 mg/l en la primera semana, siendo este el valor más alto, mientras que el valor más bajo para dicha piscina fue de 7,87 mg/l, registrado en la tercera semana. Por otro lado, el valor máximo obtenido en la piscina sin suelo fue de 7,87 mg/l, mientras que el valor más bajo fue de 7,84 mg/l promedio, obtenido en la segunda semana, cabe mencionar que la concentración del oxígeno disuelto varía según la temperatura, ya que a temperaturas elevadas el oxígeno disminuye, mientras que a bajas temperaturas el oxígeno disuelto incrementa. Por su parte Sonnenholzner (2014), menciona que el rango óptimo para el crecimiento de especies acuáticas de agua cálida es de 4 y 7 mg/l, para un lento crecimiento es de 1 y 3 mg/l, y en condiciones letales en tiempos prolongados a concentraciones menores a 1 mg/l.

### **4.3. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA PROPUESTOS POR EL TULSMA**

#### **4.3.1. COMPARACIÓN DE RESULTADO EN BASE A LOS LÍMITES PERMISIBLES DEL TULSMA**

**Cuadro 4. 3.** Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.

<b>PARÁMETROS</b>	<b>EXPRESADO COMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR MÁXIMO PERMISIBLE</b>
Turbidez	-	-	-
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	3,0
Temperatura	-	-	-
Color	-	-	-
Conductividad	-	-	-
Potencial de hidrógeno	pH	Adimensional	6-9
Dureza	-	-	-
Sólidos totales	-	-	-
Alcalinidad	-	-	-
Cloruros	-	-	-
Sulfatos	-	-	-

Fuente: TULSMA.

El cuadro 4.3 muestra que el parámetro de pH, se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente referente a la Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes al recurso agua, el cual se encuentra en el anexo 1 para calidad de agua de uso pecuario; mientras que el oxígeno disuelto supera los límites permisibles de calidad de agua para este criterio.

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- Las piscinas en conjunto con las jaulas flotantes con un mantenimiento adecuado son idóneos para el crecimiento del chame, ya que también influyo en el aprovechamiento adecuado del alimento, debido a que se conoce que esta especie prefiere la alimentación de fondo.
- Utilizando la metodología propuesta, se logró que el chame se adaptara satisfactoriamente a las condiciones en cautiverio diseñadas en el área agropecuaria del campus politécnico. Por otro lado, la supervivencia en cautiverio al cabo de 3 meses de estudio fue de 98% de la población, lo que significa que este pez puede presentarse como una alternativa para su producción y comercialización.
- Parámetros como el Oxígeno disuelto junto al pH se convierten en los parámetros más importantes y esenciales para el desarrollo de la mayoría de los organismos acuáticos, obteniendo como resultados para el pH en la piscina con suelo 8,23, mientras que la piscina sin suelo tuvo un pH de 7,93, de igual manera, el Oxígeno disuelto tuvo variaciones en las piscinas en estudio, dando como resultado 7,99 mg/l en la piscina con suelo y 7,87 mg/l para la piscina sin suelo. Por otro lado, la temperatura del agua fue variable, de tal manera que influyó en forma directa sobre todos los procesos fisiológicos (respiración, alimentación, aprovechamiento del alimento, crecimiento, reproducción y comportamiento).
- Dos parámetros de los diez analizados fueron comparados con los límites permisibles establecidos por el TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 para calidad de agua de uso pecuario, en el cual se determinó que el pH se encontro dentro de los límites permisibles, siendo el límite permisible

para el pH de 6-9, mientras que el oxígeno disuelto superó estos límites (3,0 mg/l).

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Dar tratamiento a las fuentes de agua usadas para la producción acuícola, con el fin de que posean una calidad de agua adecuada para el desarrollo de las especies.
- Promover el cuidado del recurso agua, de manera que la sociedad tome conciencia acerca de los daños que está ocasionándole a este recurso tan importante y vital para la vida.
- Realizar la siembra de alevines en las primeras horas de la mañana, para evitar el excesivo stress producido por el manipuleo, y el cambio gradual de temperatura durante el día.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADTI. (Friends of the Earth International). 2008. Agua para la vida y el sustento. (En línea). Consultado 7 nov. Disponible en [http://www.foei.org/esp/publications/pdfs/water\\_briefing\\_esp.pdf](http://www.foei.org/esp/publications/pdfs/water_briefing_esp.pdf)
- Agualsaca, J. G., 2014. Adaptación de chame (*Dormitator latifrons R.*) sometido a cautiverio utilizando cuatro niveles de detritus y balanceado en su alimentación, Santo Domingo: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Alvarado, M. & Arias, H., 2002. Proyecto de producción y exportación del chame como nueva alternativa comercial del ecuador. s.l.:s.n.
- Andrade, L. 2013. Estudio de evaluación de la red hidrometeorológica de la Región nororiental del Ecuador y propuesta de su optimización como parte de la Red Hidrometeorológica Básica del Ecuador. Diagnóstico y formulación de criterios para la conformación de redes hidrometeorológicas.
- Ball, R. Church, R. 2007. Water Quality Indexing and Scoring. Journal of the Environmental Engineering Division. American Society of Civil Engineers. 106: 757-771.
- Blancas, A., E. Constanzo, A. Cervantes, M.J.L. Gómez. 2011. Manual de análisis de aguas naturales y su aplicación a la microescala. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. 82p.
- Bocek, A., 2001. El cultivo de peces en jaulas. s.l.:International Center for Aquaculture and Aquatic Environments.
- Bonilla, B; Carranza, F; Flores, J; Gonzales, C; Arias, A; Chávez, J. 2010. Metodología Analítica para la determinación del Índice de Calidad de Agua. San Salvador, El Salv. Revista Bioma. 1a. ed. p 5-6.
- Boyd, C.E. 2001. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. En: Haws, M.C., Boyd, C.E. (eds.). Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica. Editorial – imprenta UCA, Managua, Nicaragua. 24 – 25p.
- Brown, R. McClelland, N. Deininger, R. Tozer, R. 2000. A Water Quality Index-Do We Dare. Water and Sewage Works. 339-343.
- Cabrera, J; Ponce, D; Cervantes, R; Vargas; Domínguez, D. 2015. Distribución espacial de la calidad de las aguas subterráneas utilizadas para el riego. La Habana-CU. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias vol.24 no.3.p1

- Calderón, C y Orellana V. 2015. Control de la calidad de agua que se distribuye en los campus: Central, Hospitalidad, Balzay, Paraizo, Yanuncay, y las granjas de Irquis y Romeral pertenecientes a la Universidad de Cuenca. Tesis. Bioquímica Farmacéutica. Universidad de Cuenca. Cuenca. EC. p25.
- Camacho, B. E; Luna R. C; Moreno R. M. A (2000). Guía para el cultivo de Tilapia. Ed. SEMARNAP. México. pp.136.
- Cevallos, A. y o., 2001. Informe preliminar del estudio de mercado para la exportación de chame a los mercados de Centro América y la Comunidad Asiática en los Estados Unidos, s.l.: s.n.
- Corral, L., Grizel, H., Montes, J. & Polanco, E., 2000. LA ACUICULTURA: Biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial. Madrid: Grupo Mundi-Prensa.
- Díaz, M. 2013. Tratamiento de vinaza cubana en un reactor anaerobio empacado de flujo ascendente. (En línea). Formato htm. Consultado el 29 de diciembre de 2017. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S168003382013000200004&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S168003382013000200004&lang=es)
- EcoCostas, 2006. Estudio de factibilidad para la implementación de un Centro de Capacitación para el cultivo de CHAME (*Dormitator latifrons*) en el Estuario de Cojimíes., Guayaquil: s.n.
- FAO, 2009. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Italia: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.
- FAO, 2010. Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. Serie Acuicultura en Latinoamérica, Issue 1.
- Fernández, C. 2012. El agua: un recurso esencial. Buenos Aires, AR. Revista Química Viva. Vol.11.p 3.
- González, M. y Chiroles, S. 2011. Uso seguro y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura. Revista Cubana de Salud Pública, vol. 37, núm. 1. pp. 61-73. Sociedad Cubana de Administración de Salud. La Habana, Cuba. Disponible en <http://www.redalyc.com>
- Guevara, W., 2003. Formulación de dietas para peces y crustáceos. Peru: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. Facultad de Ingeniería Pesquera.
- Gutiérrez, N. 2014. Calidad del agua en la acuicultura. Secretaría de Desarrollo Rural. Gobierno del Estado de Jalisco.

- Haz, M., 2002. Producción y exportación del Chame, como nueva alternativa comercial del Ecuador, s.l.: s.n.
- Hari, B., M. Kurup, J.T. Varghese, J.W. Schrama, M.C.J. Verdegem. 2004. Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture*. 241:179 – 194.
- Jana, B.B., S. Jana. 2003. The potential and sustainability of aquaculture in India. *J. Appl. Aquaculture*. 13:283-316.
- Jiménez, M; Vélez, M. 2007. Análisis comparativo de indicadores de la calidad del agua del río Ayurá. *Revista Avances en Recursos Hidráulicos*. 14: 53-69.
- Miller, D., 2008. La Calidad del Agua. Manual de introducción a la acuicultura. Honduras: s.n.
- Limsuwan, C. 2005. Cultivo intensivo de camarón blanco. *Boletín Nicovita*, Edición octubre – diciembre 2005. 6p.
- Montenegro, C. M. & Castillo, A. V., 2015. Estudio del potencial acuícola del chame (*Dormitator latifrons*), en la Vereda el Olivo, Municipio de arboleda berruecos, Departamento de Nariño, Colombia, Colombia: Universidad de la Cosra.
- MSSSI (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad). 2011. Agua de Consumo Humano. España. Disponible en: <http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAgua/consumoHumano.htm>.
- NAVA, J., 2008. Evaluación de Bacterias Ácido-Lácticas Comercializadas como Probióticas. Universidad de los Andes. Departamento de Biología. Mérida. s.l.:s.n.
- OPS. 2011. (Organización Panamericana de Salud) 2011. Agua y Saneamiento. (En línea). Consultado el 18 de enero del 2018. Formato pdf. Disponible en: [http://www.paho.org/tierra/images/pdf/agua\\_y\\_saneamiento\\_web.pdf](http://www.paho.org/tierra/images/pdf/agua_y_saneamiento_web.pdf)
- Ott, W. 2000. Environmental Indices. Theory and Practice. Science. Michigan.
- Rahman, Z. 2003. Water Quality Management. Department of Environment Malasya.
- Roldán, G. 2010. Bioindicación de la calidad del agua. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia
- RODRÍGUEZ R. 2010. Apuntes del Seminario de Agua de la Carrera de especialización y Maestría en Ingeniería Ambiental. UTN - Bahía Blanca.



Sarmiento, J; Román, V. 2011. Control de la Calidad Microbiológica del Agua y Determinación de la Prevalencia Parasitológica intestinal en los alumnos de la escuela fiscal mixta "Segundo Espinoza Calle" Minas-Baños. Cuenca-Ecuador. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/2459/1/tq1102.pdf>

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013-2018. Plan Nacional del Buen Vivir. Quito: s.n.

Sonnenholzner, S. 2014. Oxígeno disuelto y su importancia en acuicultura: sistemas de aireación para mejorar la productividad de los sistemas acuícolas. IV congreso internacional de acuicultura – ESPE 2014. Quito, Ecuador.

Tautenhahn, A., 2005. Informe práctico sistema de control de proceso sonda de oxígeno óptica LDO piscifactoría. Mexico: s.n.

Torres, P. Cruz, C. Patiño, P. 2009. Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas para consumo humano. (En línea). Consultado, 30 dic. 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org>

Toscano, J. 2014. Diseño de lagunas de oxidación para tratamiento de aguas Residuales generadas en el campamento El Coca de la empresa Triboilgas. Tesis. Ing. Ambiental. UCE. Quito, EC. p 4, 14.

Ulloa, R. 2015. El efecto de dos porcentajes de recirculación de agua en el cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*). Universidad Técnica de Machala. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería de Acuícola.

Wolf, A.; Yoffe, S.; Giordano, M. 2012. En preparación. International Waters: Identifying Basins at Risk. Oregon State University, Corvallis.

Wyban, J.A., W.A. Walsh, D.M. Goldin. 2005. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture. 138:267-279.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

Tabla 1. Resultados de pH, temperatura y oxígeno disuelto de la piscina con suelo.

PRIMER SEMANA				
HORA	DIA	PH	TEMPERATURA	OXIGENO DISUELTO mg/l
8:00	LUNES 7 AGOSTO	8,17	25,20	8,12
12:00		8,63	27,40	7,88
18:00		8,42	26,10	7,99
20:00		8,50	25,80	8,01
08:00	MARTES 8 AGOSTO	7,80	25,90	8,00
12:00		8,13	27,00	7,86
18:00		8,02	26,50	7,90
20:00		7,59	25,00	8,11
8:00	MIERCOLES 9 AGOSTO	8,45	26,02	8,02
12:00		7,57	28,00	7,75
18:00		8,33	26,80	7,94
20:00		8,59	25,30	8,15
8:00	JUEVES 10 AGOSTO	7,88	25,50	8,04
12:00		8,40	27,05	7,79
18:00		7,75	26,01	8,00
20:00		8,14	23,09	8,37
8:00	VIERNES 11 AGOSTO	8,61	25,09	7,98
12:00		8,62	27,01	7,87
18:00		7,80	26,07	7,82
20:00		8,60	24,00	8,25
SEGUNDA SEMANA				
HORA	DIA	PH	TEMPERATURA	OXIGENO DISUELTO mg/l
10:00	LUNES 14 AGOSTO	8,25	27,39	7,89
16:00		8,11	25,63	8,07
10:00	MARTES 16 AGOSTO	8,01	26,60	7,90
16:00		7,92	25,68	8,10
10:00	MIERCOLES 17 AGOSTO	8,18	26,88	7,97
16:00		7,90	25,95	8,07
10:00	JUEVES 18 AGOSTO	8,28	26,34	8,02
16:00		8,35	26,48	7,77
10:00	VIERNES 19 AGOSTO	7,99	25,87	7,83
16:00		8,14	26,40	7,93
TERCERA SEMANA				
HORA	DIA	PH	TEMPERATURA	OXIGENO DISUELTO mg/l
10:00	LUNES 14 AGOSTO	8,33	27,28	7,80
16:00		8,37	26,49	7,89

10:00	MARTES 16	7,93	27,39	7,97
16:00	AGOSTO	8,27	25,41	7,76
10:00	MIERCOLES 17	8,13	26,81	7,83
16:00	AGOSTO	8,23	26,71	7,99
10:00	JUEVES 18	8,19	25,07	7,76
16:00	AGOSTO	8,27	25,64	7,98
10:00	VIERNES 19	8,24	27,45	7,79
16:00	AGOSTO	8,37	26,63	7,99

**Tabla 2.** Resultados de dureza, alcalinidad, cloruros, conductividad, sulfatos, color y turbidez de la piscina con suelo.

FECHA	SEMANA	DUREZA TOTAL mg/l	ALCALINIDAD mg/l	CLORUROS mg/l	CONDUCTIVIDAD p.p.t	SULFATOS mg/l	COLOR Hz	TURBIDEZ FAU
01.09.2017	1	390	72,6	14,18	0,56	112,00	267,00	18,00
05.09.2017	2	340	48,8	21,27	0,57	11,00	245,00	17,00
08.09.2017	2	345	36,6	28,36	0,56	14,00	249,00	19,00
12.09.2017	3	340	73,2	14,18	0,59	92,00	394,00	21,00
15.09.2017	3	370	48,8	21,27	0,61	123,00	327,00	19,00
19.09.2017	4	350	61,0	28,36	0,62	85,00	228,00	11,00
22.09.2017	4	295	89,0	32,19	0,64	99,00	390,00	24,00
26.09.2017	5	350	73,2	49,63	0,57	203,00	123,00	10,00
29.09.2017	5	450	73,2	28,36	0,57	38,00	322,00	20,00
03.10.2017	6	390	48,8	21,27	0,56	35,00	97,00	8,00
06.10.2017	6	330	73,2	14,18	0,56	95,00	134,00	22,00
10.10.2017	7	370	61,0	28,36	0,58	98,00	349,00	49,00
17.10.2017	8	380	83,0	21,27	0,60	102,00	201,00	16,00

**Tabla 3.** Resultados de pH, temperatura y oxígeno disuelto de la piscina sin suelo.

PRIMER SEMANA				
HORA	DIA	PH	TEMPERATURA	OXIGENO DISUELTO mg/l
8:00	LUNES 7 AGOSTO	8,16	26,73	7,98
12:00		7,99	27,07	7,87
18:00		7,92	26,47	7,76
20:00		7,77	26,43	7,85
08:00	MARTES 8 AGOSTO	8,09	27,37	7,78
12:00		7,63	27,03	7,84
18:00		8,23	26,00	7,99
20:00		7,84	26,85	7,77
8:00	MIERCOLES 9 AGOSTO	7,64	27,35	7,87
12:00		8,21	27,13	7,85
18:00		8,22	27,27	7,96
20:00		7,84	26,47	7,90
8:00	JUEVES 10 AGOSTO	7,83	26,59	7,77
12:00		8,09	27,29	7,82
18:00		8,00	26,60	7,78
20:00		7,69	26,00	7,99
8:00	VIERNES 11 AGOSTO	7,82	26,57	7,89
12:00		7,80	27,43	7,93
18:00		7,78	26,00	7,99
20:00		8,00	26,96	7,97
SEGUNDA SEMANA				
HORA	DIA	PH	TEMPERATURA	OXIGENO DISUELTO mg/l
10:00	LUNES 14 AGOSTO	7,67	26,44	7,78
16:00		7,84	27,51	7,75
10:00	MARTES 16 AGOSTO	7,83	26,62	7,84
16:00		7,65	27,96	7,77
10:00	MIERCOLES 17 AGOSTO	8,05	26,93	7,80
16:00		8,20	26,40	7,91
10:00	JUEVES 18 AGOSTO	7,93	27,91	7,86
16:00		7,64	26,10	7,98
10:00	VIERNES 19 AGOSTO	7,88	27,58	7,82
16:00		8,07	27,02	7,90
TERCERA SEMANA				
HORA	DIA	PH	TEMPERATURA	OXIGENO DISUELTO mg/l
10:00	LUNES 14 AGOSTO	7,82	26,73	7,95
16:00		7,72	27,50	7,87
10:00	MARTES 16 AGOSTO	7,63	26,07	7,89
6:00		8,05	26,87	7,90

10:00	MIERCOLES 17	7,77	27,12	7,84
16:00	AGOSTO	7,67	26,17	7,94
10:00	JUEVES 18	8,06	26,28	7,80
16:00	AGOSTO	7,85	26,66	7,77
10:00	VIERNES 19	7,70	27,33	7,90
16:00	AGOSTO	7,80	26,71	7,85

**Tabla 4.** Resultados de dureza, alcalinidad, cloruros, conductividad, sulfatos, color y turbidez de la piscina sin suelo.

PISCINA SIN SUELO								
FECHA	SEMANA	DUREZA TOTAL mg/l	ALCALINIDAD mg/l	CLORUROS mg/l	CONDUCTIVIDAD p.p.t	SULFATOS mg/l	COLOR Hz	TURBIDEZ FAU
01.09.2017	1	350	60,6	10,64	0,54	23,00	180,00	13,00
05.09.2017	2	350	48,8	21,00	0,55	27,00	328,00	28,00
08.09.2017	2	360	36,9	21,27	0,54	26,00	262,00	24,00
12.09.2017	3	330	48,8	28,36	0,57	118,00	543,00	37,00
15.09.2017	3	365	52,7	24,82	0,56	89,00	570,00	55,00
19.09.2017	4	360	36,6	35,45	0,58	62,00	320,00	22,00
22.09.2017	4	350	73,2	35,45	0,60	104,00	502,00	55,00
26.09.2017	5	370	85,4	35,45	0,56	215,00	164,00	9,00
29.09.2017	5	350	67,8	49,63	0,55	41,00	403,00	27,00
03.10.2017	6	380	61,0	14,18	0,55	46,00	96,00	6,00
06.10.2017	6	310	61,0	21,27	0,54	102,00	130,00	38,00
10.10.2017	7	380	73,2	21,27	0,57	120,00	327,00	21,00
17.10.2017	8	320	74,8	28,36	0,58	105,00	198,00	43,00



## ANEXO 2



**ESPAMMFL**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

**LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL Y SUELOS**

Calceta, 24 de Marzo 2018

**CERTIFICACIÓN**

Por medio de la presente certifico que los egresados de la carrera de ingeniería ambiental, **GUSTAVO ANDRÉS CHILA ZAMBRANO Y ZEVALLOS ZAMBRANO ROBERTO CARLOS** realizaron análisis físicos – químicos (Turbidez, Oxígeno Disuelto, Temperatura, Color, Conductividad, pH, Dureza Total, Sólidos Disuelto Totales, Alcalinidad, Cloruros, Sulfatos) para ejecutar la tesis: **INFLUENCIA DEL CHAME (*DORMITATOR LATIFRONS*), EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS PISCINAS UBICADAS EN EL ÁREA AGROPECUARIA DEL CAMPUS POLITÉCNICO.**

Análisis que se realizaron bajo la supervisión del personal técnico del laboratorio, desempeñándose de forma satisfactoria.

Particular que me suscribe a usted para los fines legales pertinentes.

Atentamente



ING. FABIÁN PEÑARRIETA MACÍAS  
LABORATORIO DE QUÍMICA  
TÉCNICO

Formato 1. Certificado de análisis físicos - químicos.

## ANEXO 3



Anexo 5. Piscina en mal estado.



Anexo 5. Preparando terreno para las piscinas.



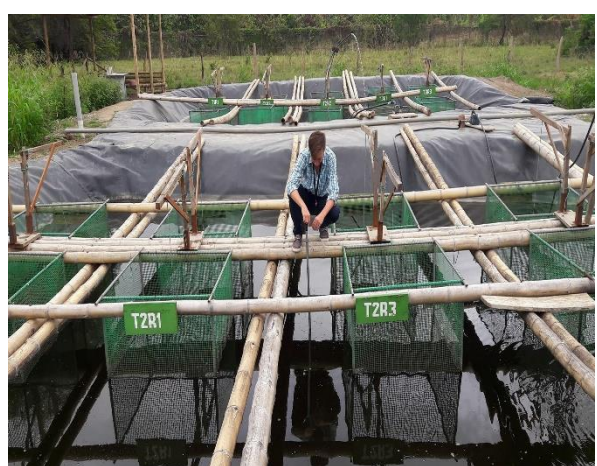
Anexo 5. Reconstrucción de jaulas flotantes.



Anexo 5. Reconstrucción de las piscinas.



Anexo 5. Preparación de la piscina con suelo.



Anexo 6. Adecuación de las piscinas



**Anexo 7.** Siembra de los alevines.



**Anexo 8.** Climatización de los alevines.



**Anexo 9.** Toma de parámetros.



**Anexo 10.** Medición de parámetros.



**Anexo 11.** Análisis en el laboratorio.



**Anexo 12.** Análisis en el laboratorio.