



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

APLICACIÓN DE ANESTÉSICO ARTESANAL DE ACEITE DE CLAVO  
DE OLOR (*SYZYGIVM AROMATICUM*) EN VIEJA AZUL  
(*ANDINOACARA RIVULATUS*)

AJILA CUENCA CARMEN MARITZA  
INGENIERA ACUÍCULTORA

MACHALA  
2019



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

APLICACIÓN DE ANESTÉSICO ARTESANAL DE ACEITE DE  
CLAVO DE OLOR (*Syzygium aromaticum*) EN VIEJA AZUL  
(*Andinoacara rivulatus*)

AJILA CUENCA CARMEN MARITZA  
INGENIERA ACUÍCULTORA

MACHALA  
2019



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

APLICACIÓN DE ANESTÉSICO ARTESANAL DE ACEITE DE CLAVO DE OLOR  
(*Syzygium aromaticum*) EN VIEJA AZUL (*Andinoacara rivulatus*)

AJILA CUENCA CARMEN MARITZA  
INGENIERA ACUÍCULTORA

SORROZA OCHOA LITA SCARLETT

MACHALA, 11 DE FEBRERO DE 2019

MACHALA  
2019

**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado APLICACIÓN DE ANESTÉSICO ARTESANAL DE ACEITE DE CLAVO DE OLOR (*Syzygium aromaticum*) EN VIEJA AZUL (*Andinoacara rivulatus*), hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



---

SORROZA OCHOA LITA SCARLETT  
0702681040  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

SOLANO MOTOCHE GALO WILFRIDO  
0703062083  
ESPECIALISTA 2



---

ECHEVERRÍA ESPINOZA EDISON MODESTO  
0701658346  
ESPECIALISTA 3

Machala, 11 de febrero de 2019

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Tesis Carmen Ajila Cuenca.docx (D46723726)  
**Submitted:** 1/13/2019 4:34:00 PM  
**Submitted By:** cmajila\_est@utmachala.edu.ec  
**Significance:** 3 %

### Sources included in the report:

ABEL PINTO.docx (D46359968)

<https://docplayer.org/68872640-Gmbh-glaswarenfabrik-karl-hecht-4-qualitaetsmerkmale-5-kunststoff-bestaendigkeitstabelle-7-technische-daten-9-blut-und-harnuntersuchung-11.html>

<https://docplayer.es/72864517-Botes-y-frascos-para-bote-de-esterilizables-referencia-30-ml-no-ml-no-ml-no-ml-no.html>

### Instances where selected sources appear:

4

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, AJILA CUENCA CARMEN MARITZA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado APLICACIÓN DE ANESTÉSICO ARTESANAL DE ACEITE DE CLAVO DE OLOR (*Syzygium aromaticum*) EN VIEJA AZUL (*Andinoacara rivulatus*), otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de febrero de 2019



AJILA CUENCA CARMEN MARITZA  
0705732915

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi agradecimiento:

En primer lugar a Dios por darme vida

A mis padres por el apoyo brindado durante la duración de mi etapa académica.

A mi tutora de tesis por el apoyo incondicional brindado para el desarrollo de la misma.

A todas los Docentes que integraron para ayudarme a culminar con éxito el escrito de esta tesis.

A todos los que conforman la Facultad de Ciencias Agropecuarias por abrirme las puertas para poder realizar mi formación profesional.

A todos **GRACIAS.**

## **DEDICATORIA**

Se lo dedico a Dios por darme vida y salud para llegar a culminar mi carrera universitaria.

A mi familia por ser el soporte que me ayudan a seguir adelante y ser perseverante en mis metas propuestas para mi etapa de formación profesional y personal.

A todas la personas que contribuyeron durante estos años, docentes, compañeros, para que pueda terminar de manera satisfactoria todo el proceso académico.

## RESUMEN

La Acuicultura es la técnica de producción de organismos acuáticos (peces, moluscos, crustáceos, algas, etc.) donde se utilizan diferentes técnicas de producción que cada una implica una modificación del hábitat natural, exponiéndose a cualquier cambio, que puede ocasionar afectación a su estado sanitario, disminuyendo su rendimiento.

La manipulación de los peces es una práctica muy común en todo sistema de cultivo, pero esta actividad puede causar cierto estrés en los animales lo que significa debilitación de su sistema inmune, que puede ocasionar desde alguna lesión, como la presencia que alguna enfermedad ocasionada por los patógenos oportunistas que está siempre presentes en el medio llegando incluso a ocasionar mortalidad masiva representando pérdidas económicas al productor.

Para tratar de mitigar este impacto, es muy común usar anestésicos comerciales, que están presentes en mercados específicos, de diferentes procedencias pudiendo ser de origen natural o sintéticos, sin embargo su alto valor comercial, y su difícil obtención implican algunos esfuerzos económicos, lo que al final del cultivo representan un alto costo. Para ello se buscan alternativas con materiales disponibles en el medio y que no representen un valor elevado y sean seguros tanto para los organismos como para la persona que los aplica. El clavo de olor es una planta con muchos beneficios medicinales, entre una de sus propiedades se encuentra la anestésica. Por este motivo, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la aplicación de diferentes dosis utilizando un anestésico artesanal de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) para reducir el estrés en los peces, en el proceso de biometría de los peces.

El anestésico artesanal se elaboró colocando 100 g de clavo en 200 ml de aceite de oliva y llevando a baño de María por 20 minutos. Después de esto, se dejó reposar esta mezcla por 60 días, para la aplicación se mezcló 6 ml de aceite de clavo y 4 ml de etanol (mezcla madre). Las dosis probadas fueron de 10 ml, 5 ml y 2.5 ml de la mezcla madre diluidas en 1 L de agua, además de un control de 5 ml de anestésico industrial diluido en 1 L de agua. Los peces fueron colocados en cada tratamiento y una vez anestesiados se les tomó peso y

talla. La recuperación se la realizó en una pecera con 4 L con abundante aireación (concentración oxígeno promedio de 7.7 ppm).

El análisis estadístico aplicado fue ANOVA de un factor con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ .

En los resultados se pudo observar que usar 10 ml/l (6 ml de aceite de clavo y 4 ml de alcohol industrial), induce a los peces en una sedación profunda en 97 segundos y con un tiempo de recuperación de 100 segundos y no representa diferencia significativa respecto al control, llegando a la conclusión que esta dosis es la más adecuada para su aplicación en Vieja Azul (*Andinoacara rivulatus*) y además se pudo apreciar que ninguna de las concentraciones causó mortalidad en los peces.

Finalmente, el uso del aceite de clavo elaborado de forma artesanal se puede utilizar para realizar biometrías en los peces y se lo puede elaborar dentro del mismo lugar de producción con materiales muy disponibles en nuestro mercado y que representan un bajo costo en comparación con los anestésicos industriales.

## ABSTRACT

Aquaculture is the technique of production of aquatic organisms (fish, molluscs, crustaceans, algae, etc.) where different production techniques are used, each of which implies a modification of the natural habitat, exposing them to any change that may affect their status sanitary, decreasing its yield.

The handling of fish is a very common practice in all of cultivation systems, but this activity can cause some stress in the animals which means weakening of the immune system, which can cause from some injury, such as the presence that some disease caused by the opportunistic pathogens that are always present in the environment, even causing massive mortality, representing economic losses to the producer.

To try to mitigate this impact, it is very common to use commercial anesthetics, which are present in specific markets, from different origins, and may be of natural origin as synthetic, however its high commercial value, and it's difficult to obtain them involve some economic efforts, which end of the crop represent a high cost. For this, alternatives are sought with materials available in the medium and those do not represent a high value and are safe both for the organisms and for the person who applies them.

Clove is a plant with many medicinal benefits; one of its properties is anesthetic. For this reason, this work aims to develop an artisanal anesthetic with (*Syzygium aromaticum*) clove to reduce stress in fish, in the process of biometrics of fish.

The artisanal anesthetic was prepared by placing 100 g of clove in 200 ml of olive oil and carrying a water bath for 20 minutes. After this, this mixture was allowed to stand for 60 days, for the application was prepared 6 ml of clove oil and 4 ml of ethanol (masterbatch) were mixed.

The doses tested were 10 ml, 5 ml and 2.5 ml of the masterbatch diluted in 1 L of water, in addition to a control of 5 ml of industrial anesthetic diluted in 1 L of water. The fish were placed in each treatment and once they were anesthetized, weight and height were taken. The recovery was carried out in a tank with 4 L with abundant aeration (average oxygen concentration of 7.7 ppm).

The statistical analysis applied was ANOVA of a factor with a level of significance of  $p < 0.05$ .

In the results it was observed that using 10 ml / L (6 ml of clove oil and 4 ml of industrial alcohol), induces the fish in a deep sedation in 97 seconds and with a recovery time of 100 seconds and does not represent difference significant regarding the control, concluding that this dose is the most suitable for its application in Old Blue (*Andinoacara rivulatus*) and in addition it was possible to appreciate that none of the concentrations caused mortality in the fish.

Finally, the use of clove oil made by hand can be used to perform biometrics in fish and can be produced within the same production site with materials that are accessible in our market and represent a low cost compared to anesthetics industrials

**PALABRAS CLAVES:** Anestésico (*Syzygium aromaticum*), Vieja azul (*Andinoacara rivulatus*), Concentraciones, Sedación y Recuperación.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. EL PROBLEMA .....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. OBJETIVO GENERAL .....	5
4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
5. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
5.1 ORGANISMO UTILIZADO PARA LA APLICACIÓN DEL ANESTÉSICO .....	7
5.1.1 VIEJA AZUL <i>ANDINOACARA RIVULATUS</i> .....	7
5.1.2 PRODUCCIÓN DE VIEJA AZUL EN EL HUMEDAL LA TEMBLADERA .....	8
5.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE .....	9
5.1.3.1 REPRODUCCIÓN .....	9
5.1.3.2 HÁBITOS ALIMENTICIOS .....	9
5.1.3.3 ECOLOGÍA.....	9
5.1.4 ESTRÉS EN PECES .....	9
5.1.5 USO DE ANESTÉSICOS .....	11
5.1.6 ANESTESIA EMPLEADA EN PECES .....	12
5.1.7 ACEITE DE CLAVO DE OLOR ( <i>SIZYGIUM AROMATICUM</i> ).....	13
5.1.8 QUE SE ESPERA DE UN ANESTÉSICO.....	13
5.1.9 FORMA DE APLICACIÓN DEL ANESTÉSICO .....	14
5.1.10 TIEMPO DE ANESTESIADO .....	14
5.1.11 EVALUACIÓN DEL ESTADO ANESTÉSICO EN PECES.....	14
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
7. EQUIPOS Y MATERIALES .....	15
7.1 EQUIPOS .....	15
7.2 MATERIALES.....	15
8. VARIABLE DE ESTUDIO .....	16
9. METODOLOGÍA.....	16
9.1 ELABORACIÓN DEL ANESTÉSICO .....	16
9.2 OBTENCIÓN DE LOS PECES .....	16
9.3 ACLIMATACIÓN DE LOS PECES .....	16
9.4 RELACIÓN DE APLICACIÓN DEL ANESTÉSICO ARTESANAL .....	17

9.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	18
9.5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	19
10. DISCUSIÓN.....	24
11. CONCLUSIONES.....	28
12. RECOMENDACIONES .....	28
13. REFERENCIAS .....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pol Mulca, 2013 <i>Andinoacara rivulatus</i> .....	7
Figura 2 Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. . . . .	15
Figura 3 Tiempo de actuación del anestésico artesanal en Vieja Azul <i>A. rivulatus</i> . . . . .	20
Figura 4 Tiempo de recuperación anestésica en Vieja Azul <i>A. rivulatus</i> . . . . .	21
Figura 5 Peso de los Peces que fueron sometidos a experimentación.....	22
Figura 6 Talla tomada a los organismos sometidos a experimentación. ....	22

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Preparación del anestésico artesanal y del control para su aplicación. ....	17
Tabla 2 Tiempos de dormirse y recuperarse los peces con su respectiva concentración .....	19
Tabla 3 Criterios para la evaluación de los estados de inducción a la anestesia .....	18
Tabla 4 Análisis de Varianza del Tiempo de Sedación .....	19
Tabla 5 Análisis de Varianza del tiempo de Recuperación del Anestésico Artesanal .....	21

## 1. INTRODUCCIÓN

En la Acuicultura los organismos acuáticos cultivados siempre están sometidos a labores de manejo que pueden generar problemas de estrés y ocasionar alteraciones en el estado sanitario.

En la naturaleza se encuentran una gran diversidad de plantas con diferentes propiedades medicinales dependiendo del fin que estemos buscando, algunas tienen características antibacterianas, antiparasitarias o anestésicas, las mismas que se pueden utilizar tanto en medicina humana como veterinaria y/o en el campo acuícola.

Para llevar a cabo un correcto manejo de nuestros peces, en los procesos que se realizan en la granja, debemos tener a nuestra disposición de herramientas que nos faciliten dicha actividad, con la finalidad de reducir el estrés en los animales para prevenir y minimizar el posible riesgo que se pudiera ocasionar luego de la ejecución de esta actividad. La anestesia se presenta como una alternativa para disminuir los daños producidos, y amortiguar la contestación vital desfavorable (Weber, Peleteiro, García, y Aldegunde, 2009).

La anestesia es un mecanismo de gran amplitud empleado en el sector Acuícola que se utiliza durante el proceso de manipulación, muestreo, transporte y operaciones de manejo de los peces (Hoseini et al., 2018).

Por ello se tratan de tomar medidas de prevención que minimicen el riesgo de ocasionar daño a los organismos. Un anestésico artesanal elaborado con materiales disponibles localmente y con un precio relativamente bajo en comparación con los anestésicos industriales, es una buena opción para el pequeño productor que busca optimizar sus recursos para obtener buenos resultados en su proceso productivo.

Ocasionar el menor daño posible a los organismos con los que se trabaja debe ser la finalidad de todo productor, y sobre todo utilizar productos que sean amigables con el ambiente y con los organismos, asegurándose que sea, sustentable a lo largo del tiempo.

Conociendo los efectos de los anestésicos de manera individual, la interacción entre algunos de estos podría facilitar la creación de anestésicos nuevos que presenten mayor eficiencia y seguridad para todos los involucrados en el proceso de aplicación del anestésico. Esto se debe a que algunos compuestos de estos aceites esenciales, generan respuestas secundarias y algunos tienen relación compatible o incompatible por lo tanto siempre se debe tener pleno conocimiento del origen de cada uno de estos para saber el efecto que producen (Benovit et al., 2015).

El clavo de olor es un producto con múltiples beneficios y propiedades terapéuticas, se lo puede utilizar en la cocina como un condimento, en el campo de la odontología como anestésico y para el control de microorganismos debido a sus propiedades medicinales Gilderhus y Marking (1987), por lo tanto es ampliamente utilizado.

Las herramientas que faciliten para llevar un buen proceso productivo deben ser adoptadas para que de esta forma nos aseguramos que el manejo de los peces sea óptimo sin ocasionar daños a los peces cultivados.

## **2. EL PROBLEMA**

Los efectos que se producen en las labores de producción de las especies acuícolas cultivadas. Las actividades realizadas por la manipulación de los peces, especialmente en las etapas de reproducción, pesaje, medición; es un riesgo en el proceso productivo debido al estrés que se ocasiona a los animales, por ello es necesario tener a la disposición del productor mecanismos de prevención que permita el manejo de los animales disminuyendo el estrés de los mismos, además estos deben ser disponibles localmente y fácil de elaborar en el propio centro productivo.

El producto que se utiliza debe ser barato, disponible en el sector de producción y amigable con el ambiente con la finalidad de no ocasionar efecto negativo en los organismos en cultivo y a su alrededor.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Los peces son los organismos acuáticos más utilizados para realizar experimentación, con la finalidad de conocer algunos aspectos que permitan mejorar la producción de especies acuícolas, entre ellas se encuentra la anestesia que permita realizar labores de manejo en los centros de producción (Chance et al., 2018).

Esta investigación tiene como finalidad darle al pequeño productor una herramienta de trabajo para el manejo de los peces cultivados en granja, aprovechando las propiedades anestésicas del clavo de olor (*Syzygium aromaticum*).

Su principio activo es el eugenol, ha sido estudiado por los beneficios que presenta como su amplio rango de acción frente a una gran cantidad de microorganismos que causan patologías tanto en animales, plantas y el ser humano (Aguilar y López, 2013).

Moura et al (2012) señala que el clavo de olor tiene propiedades desinfectantes, sedante, antibacteriano, anestesia, antifúngico, etc.

Este producto se elabora con materiales disponibles localmente, con precios módicos y amigables con el ambiente, al ser natural no genera riesgo tanto para el que lo aplica como para las especies cultivadas, cuando se utiliza la dosis adecuada.

Este producto es aplicable para inducir a los animales a una sedación tanto ligera como profunda, con la finalidad de mejorar el proceso de biometría, transporte, sin realizar ninguna perturbación que desencadene un proceso de estrés, que implicaría la presencia de alguna patología que ocasiona riesgo en la salud de los organismos y por lo tanto afectaría la producción.

#### **4. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de diferentes dosis de anestésico artesanal elaborado a base de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) en Vieja Azul (*Andinoacara rivulatus*) así como la influencia del peso, talla y si genera mortalidad de los organismos aplicados.

##### **4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el efecto de diferentes dosis de anestésico artesanal, el tiempo de sedarse, recuperarse, peso y talla de *Andinoacara rivulatus*.
- Establecer la influencia del uso continuado de anestésico natural en la sobrevivencia de los organismos.

#### **HIPÓTESIS**

El anestésico artesanal de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) es efectivo para la aplicación en vieja azul (*Andinoacara rivulatus*) que no afecta a los peces y no es perjudicial al Medio Ambiente.

## 5. REVISIÓN DE LITERATURA

La Acuicultura es una actividad que genera grandes divisas económicas, que abarca la producción de diferentes especies como peces, moluscos, crustáceos, algas y equinodermos. El crecimiento anual estimado es de 8%, engloba una gran diversidad de áreas generando muchas fuentes de trabajo para todos los involucrados en este proceso productivo, comenzando desde la obtención de larvas hasta la cosecha (Kumar y Engle, 2016).

Es una actividad de rápido crecimiento por lo tanto la demanda por alimentos sanos va en aumento, así mismo el crecimiento de la población a nivel mundial especialmente en Continentes desarrollados como Asia, hace que aumente la oferta por especies de origen acuático en comparación con otros alimentos de procedencia animal.

La empresa acuícola engloba la producción local, la necesidad de condiciones ambientales favorables, el recurso de agua disponible en todo momento, y todo el equipamiento del lugar de producción.

La industria acuícola necesita de muchos factores, que se relacionan entre ellos, desde la fase de alevinaje, nutrición, zona de rendimiento, factores ambientales, la forma de cultivo, el mercado de los productos, y el nivel de consumo del producto por parte de los compradores, etc.

Finalmente está el procesamiento de algunas especies producidas por medio de la actividad acuícola que se les da un valor agregado para sacarlos al mercado y de esa manera generar ingresos extras (Suthamathy y Flaaten, 2017).

El cultivo de organismos acuáticos bajo sistemas de producción tanto intensivos como semiintensivos, ha ido en rápido crecimiento, significando un gran aporte en la obtención de alimentos para consumo humano (FAO, 2003).

Los peces tanto de agua dulce como marina, constituyen una gran fuente de proteína disponible a través de la acuicultura.

La localización de nuestro País, Ecuador es óptima para la explotación de la industria Acuícola, principalmente tenemos el camarón como producto de cultivo en la mayoría del territorio costero, permitiendo a Ecuador ubicarse en el puesto 15 respecto al resto del mundo (Acebo et al., 2018).

Continuando con el cultivo de Tilapia, y lo sobrante está destinado a la producción de otras especies en menor proporción (peces y otros crustáceos). El cultivo en agua dulce está más

desarrollada en la Región Andina especialmente los cultivos de trucha Arco Iris (*Onchorynchus mykiss*) y la producción de Chame (*Dormitator latifrons*) que viene en aumento en la Costa (FAO, sf).

Según el informe en 2008 en el Ecuador el cultivo de peces en sistemas dulceacuícolas, está definido por el cultivo de tilapia (*Oreochromis sp*) que se anestésicos estandarizó después de la aparición de la Mancha Blanca, que ocasionó un grave perjuicio a la industria Camaronera. En el año 2006 el cultivo de tilapia sobrepasó el 2% de la producción a nivel mundial, con un alcance de 2000 Ha de superficie de agua alcanzando una producción anual de 22000 toneladas.

La trucha arco iris está localizada en ríos y lagos en temperaturas frías localizadas en la Sierra Andina. De acuerdo a los datos del 2002 se produjo 1058 toneladas, siendo otra especie cultivada.

Con el fin de ampliar las producción de peces en nuestro País la Subsecretaria de Recursos Pesqueros en 2000 incentivó el cultivo de chame y boca chico en la Provincia del Guayas y Manabí (Simbaña, 2015).

Significando con esto que el cultivo de peces va en aumento aunque sea un porcentaje bien pequeño.

## 5.1 ORGANISMO UTILIZADO PARA LA APLICACIÓN DEL ANESTÉSICO

### 5.1.1 VIEJA AZUL ANDINOACARA RIVULATUS

#### TAXONOMÍA

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Actipteryggi

Subclase: Nepterygii

Orden: Perciformes

Familia: Cichlidae

Género: *Andinoacara*

Especie: *Andinoacara rivulatus* (Günther, 1860).



Figura 1 Pol Mulca, 2013 *Andinoacara rivulatus*

De acuerdo con Luna y Figueroa (2007) mencionan que *Andinoacara rivulatus* pertenece a la Familia Cichlidae, es un linaje de peces que es muy utilizada en Acuicultura, cuenta con alrededor de 1000 especies, de las cuales la mayor parte son peces ornamentales y otras son

utilizadas para producir alimento que luego será utilizado en la nutrición del hombre (Solórzano, 2017).

Es originario de la cuenca del Pacífico, habitando desde Ecuador hasta Perú. Es una especie óptima para la Acuariofilia, debido a los colores que posee, y también es una fuente de alimento y trabajo para las personas carentes de recursos económicos (Mendoza, 2004).

La variedad de *Andinoacara rivulatus* es de tamaño mediano pudiendo alcanzar hasta los 30 cm en el caso de los machos y las hembras llegan hasta los 20 cm. La característica de esta especie es que tienen en la zona del mentón y la mejilla líneas de color azul eléctrico, y los machos tienen una giba por lo que es fácil su identificación y eso los hace muy atractivos para la Acuariofilia especialmente.

### **5.1.2 PRODUCCIÓN DE VIEJA AZUL EN EL HUMEDAL LA TEMBLADERA**

Este sector turístico se encuentra ubicado en la parroquia Jumón, perteneciente al cantón Santa Rosa en la provincia de El Oro, las comunidades nativas con la colaboración del Ministerio del Ambiente (MAE) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo a través del Proyecto de Sostenibilidad Financiera (PSF) para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas han implementado algunos planes productivos de Conservación, producción, y distribución, de la Vieja azul, siendo esta especie nativa y demandada por su valor nutricional. La producción de vieja azul proveerá a la comunidad una fuente de proteína animal, de excelente calidad y bajo precio, y genera una fuente de trabajo para los habitantes de este Sector (Ministerio del Ambiente, 2015).

*Andinoacara rivulatus* es una especie que está repartida desde Esmeraldas hasta Huaquillas. En estudios ambientales de riesgo se apuntó la presencia de esta especie dentro de las Provincias del Guayas, Los Ríos y Santo Domingo siendo común encontrarlo en los ríos (Jiménez et al., 2015).

Ortega (2015) menciona que es una especie vulnerable debido a que su hábitat está colonizado por una especie introducida como la tilapia que pone en riesgo su continuidad en el ambiente, por lo tanto se debe tomar medidas para su conservación

### **5.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

#### **5.1.3.1 REPRODUCCIÓN**

Forman parejas, la fecundación es externa la hembra prepara el lugar y el macho los fertiliza, y la encargada del cuidado de los huevos es la hembra hasta que se dé la eclosión de los alevines.

#### **5.1.3.2 HÁBITOS ALIMENTICIOS**

Es un pez omnívoro de hábitos carnívoro-insectívoro en el ambiente natural, en el acuario acepta el alimento balanceado con facilidad por lo que es fácil su cuidado y producción en cautiverio.

#### **5.1.3.3 ECOLOGÍA**

Habita en ambientes de corriente baja, de cursos de agua limpia libre de contaminación (Galvis et al., 1997).

Jiménez et al (2015) Remarcan que la especie *Andinocara rivulatus* es de ambientes acuáticos de corriente lenta (humedales, esteros, piscinas, etc.) se alimenta de insectos, y crustáceos; permanecen cerca de la superficie de las rocas, tallos hojas (Martín et al., 2016).

### **5.1.4 ESTRÉS EN PECES**

Es una consideración biológica, que afecta al individuo expuesto, a su comunidad y finalmente al Medio donde habitan. (Castelló, 1993)

Torres y Baillès (2015) dicen que es una contestación común del individuo, para enfrentarse a un requerimiento del ambiente. Esta contestación es indispensable para la sobrevivencia y generaciones futuras para de esa manera no generar daños a los peces (Huanca, 2017).

En los peces el estrés ocurre durante el manejo y transporte, el contacto de los peces con la atmósfera durante el proceso de medición y pesaje (biometría) hace que este evento ocurra. El estrés es descrito como la situación en la que un organismo no es capaz de sostener su estado en normal funcionamiento, debido a múltiples circunstancias que alteran de manera negativa su bienestar (Floyd, 2015).

Al mantener los peces en cautiverio significa que estos sean afectados por factores ambientales negativos (calidad de agua, temperatura) y las prácticas de manejo (alta

densidad, biometría, manejo inadecuado) los mismos que pueden ocasionar estrés en los mecanismos de protección de la gran parte de los peces (Conte, 2004).

Cuando los impulsos que generan estrés han afectado el bienestar de los animales, estos responden con una gran cantidad de respuestas para adaptarse, permitiéndoles enfrentar a las afectaciones de su equilibrio y poder reponer su homeostasis. Cuando esto no es posible se da una inadaptación que involucra su rendimiento y permanencia. Estas respuestas exhiben propiedades comunes que están reguladas por su sistema nervioso y endocrino (Schreck et al., 2001).

La respuesta al estrés ha sido ordenada en primarias, secundarias y terciarias (Wedemeyer y MCLeavy, 1984).

La primarias o de intranquilidad comprende la captación de un impulso estresante, de origen neuroendocrina, que implica la huida de las catecolaminas y glucocorticoides a la circulación (Barton, 2002).

La fase segunda es más demorada y está asociada con la estimulación del eje Hipotálamo – Hipófisis y la liberación de cortisol (Schreck et al., 2001).

Los cambios se reflejan en lo siguiente:

- a) Modificaciones que se dan en el sistema circulatorio, respiratorio y osmorregulación.
- b) Movimiento de los sustratos energéticos, además las afectaciones que tienen lugar en la liberación de algunas hormonas (hipofisarias y tiroideas) y en la acción de diferentes sistemas de neurotransmisión cerebral (FSBI, 2009).

La terciaria es aquella que se manifiesta en la reducción de la tasa de crecimiento, la fortaleza a afecciones que producen enfermedad, en el proceso reproductivo, y supervivencia significando con esto la disminución de la población (Devashish, 2016).

Wendelaar (1997) y Barton (2002) mencionan que cuando la actuación de los estresores es duradera o se repite de manera frecuente, se da una alteración de la homeostasis.

Esta alteración es la que al final puede crear un descenso en la productividad animal, que perjudica de manera negativa a la reproducción, desarrollo y sistema inmunitario, llegando a reducir las posibilidades de supervivencia, reflejándose esta respuesta tanto a nivel de cada individuo como de la población en general (Leischner, 2016).

El estrés en peces se puede ordenar de acuerdo a su permanencia en el organismo: cuando se muestra de manera continua o repetitiva se estima que ocasiona estrés crónico. En

cambio cuando el efecto dura un corto periodo se estima que produce estrés agudo (Nogareda, 1999).

### **5.1.5 USO DE ANESTÉSICOS**

El uso de anestésicos en Acuicultura es muy común en la investigación con peces, se la realiza con la finalidad de evidenciar los procesos biológicos de la especie cultivada, utilizando esa información para fines científicos, con resultados predecibles, impredecibles, o educativos, que puede significar reducir el estrés y la angustia a los animales (Ross y Ross., 2008).

En la producción de organismos acuáticos, es de suma importancia la elección de un anestésico con buena eficacia, que se lo pueda encontrar fácilmente, con un precio bajo, y que no sea peligroso para los organismos aplicados y para el personal. La elección de la dosis correcta está vinculada con la conducta del pez, el tipo, dimensión, así como la calidad de agua (Mylonas et al., 2005).

La anestesia es descrita como la propiedad de las sustancias que disminuyen la capacidad de reflejos de los organismos a los cuales se les aplica. Lo ideal de esta sustancia es que actúe de manera rápida, con dosis bajas y con tiempo de recuperación reducido (Ross y Ross, 1999).

Entre los sedantes más utilizados en peces están la benzocaína, metomidato, etomidato, fenoxietanol, quinaldina (Coyle et al, 2004).

MS -222 (metanosulfato de tricaina) y aceite de clavo Eugenol (García et al., 2002).

Pero la gran mayoría de estas sustancias no están certificados para su aplicación en animales para consumo humano, sin embargo de acuerdo a la FDA el MS-222 (Metanosulfato de tricaina) es un producto apto para anestesia de los peces, pero es de costo elevado y ha presentado respuesta negativa en el sistema inmune (Palić et al., 2006).

En el cultivo de peces, las actividades realizadas durante el manejo y producción de alevines, son muy importantes, sin embargo alguna acción mal ejecutada como en el caso de la reproducción, puede generar daños en su organismo que pueden llegar a ser irreversibles ocasionando pérdidas para el productor. Para reducir estos riesgos se debe hacer uso de sustancias que minimicen estos daños como son los anestésicos (McGee e Ichra, 2005).

Todas las sustancias poseen características diferentes en cuanto se refiere a su toxicidad, mecanismos de acción, y su efecto en el ambiente acuático.

En una investigación sobre la aplicación de sustancias químicas en granjas marinas Burridge et al (2010) han reportado datos respecto al impacto que produce en el ambiente el uso indiscriminado de productos artificiales como: antibacterianos, anestésicos, entre otros, en diferentes áreas relacionadas con la industria acuícolas algunos creando resistencia. Por ello los productos naturales toman mucha importancia ofreciendo diversos componentes con diferentes aplicaciones, significando un menor riesgo en comparación con los sintéticos (Venkateswarlu et al., 1998).

#### **5.1.6 ANESTESIA EMPLEADA EN PECES**

El anestésico que sea seleccionado debe asegurar que el procedimiento sea seguro y no perjudique la salud, su aplicación depende del tiempo en que dure, el grado de anestésico que llegue y que no sea tóxico, cuando se trata de sacrificar al organismo estudiado el grado de toxicidad es muy importante para de esa manera evitar que el animal sufra antes de su deceso (Vargas-Vargas, 2017).

El mecanismo de acción de la anestesia es la reducción del metabolismo del pez, sin ocasionar un efecto negativo en el crecimiento, reproducción, etc. En lo fisiológico la aplicación de la dosis adecuada es muy importante para no ocasionar daños irreversibles e incluso provocar la muerte por la exposición excesiva al producto (Roubach et al, 2001).

El efecto anestésico se presenta con la pérdida total o parcial de los sentidos, disminuyendo principalmente las funciones del sistema nervioso (Iwana y Ackerman, 1994).

El anestésico generalmente se disuelve en el agua y llega al pez por medio de las branquias principalmente, además también puede absorber en pequeñas partes a través de la piel (Zahl et al., 2012).

El tratamiento con agentes anestésicos es necesario a fin de garantizar bienestar de los peces ya que son ampliamente utilizados durante diversos procedimientos de cultivo, de reproducción y de cirugía en organismos superiores (Ross y Ross, 2008; Zahl et al., 2012).

Ross et al (2007) sugiere el uso de anestésico como una alternativa para disminuir el estrés, en la manipulación de los organismos y este debe ser seguro, económico y amigable con el ambiente.

Los fármacos que se utiliza para anestesiar, que muchas veces son importados no se los encuentra en el mercado local o su precio es elevado, muchos de ellos pueden generar un peligro para los peces, trabajadores, medio ambiente, etc (Boinjink et al., 2016).

#### **5.1.7 ACEITE DE CLAVO DE OLOR (*SIZYGIUM AROMATICUM*)**

El aceite de clavo se presenta como una alternativa de origen natural cuyo principio activo es el eugenol, el cual es autorizado por la FDA como seguro, e incita a distintos grados de sedación en diferentes especies de peces, crustáceos y moluscos sin ningún efecto negativo (García et al., 2002).

El aceite de clavo es muy utilizado en el campo de la medicina y la odontología (Lampemm, 2005).

Es un compuesto fenólico producto de la destilación de las hojas, tallos y flores de la planta de clavo de olor (*Syzgium aromaticum*). El eugenol es su principio activo cuya concentración oscila entre 70 y 95% de su composición total (Mazzafera, 2003).

El eugenol es diluido en razón de 1:10 (eugenol: etanol) para que se solubilice en el agua (Suarez et al., 2014).

Además cumple con al menos 6 de las 8 normas de un anestésico útil:

- Tiempo prudente de la exposición
- Producir efecto en una duración de 3 min o meno
- Facilitar la compensación de los peces dentro de los 5 min o menos
- No ser tóxico
- No generar inconvenientes en la seguridad de los organismos tratados,
- Permanecer en concentraciones bajas en los tejidos después de la aplicación (Marking y Meyer, 2011).

#### **5.1.8 QUE SE ESPERA DE UN ANESTÉSICO**

Las características que se esperan de los anestésicos en peces son: tiempos reducidos de anestesia y recuperación, ser seguro, no tóxico para los organismos, no tener efectos secundarios, que sean expulsados en periodos cortos de tiempo, solubles en el agua dulce y salada, que sean estables en condiciones normales, que sean disponibles en el medio productivo y con un precio bajo (Bolasina et al., 2017).

### **5.1.9 FORMA DE APLICACIÓN DEL ANESTÉSICO**

Neiffer y Stamper (2009) dicen que el método más empleado para suministrar el anestésico en peces consiste en que sea vertido en el agua como solución húmeda. El compuesto anestésico es absorbido por el pez, en donde los corpúsculos del anestésico se expanden de forma rápida en los poros de la sangre de las láminas de segundo orden, las mismas que se encargan de desaguar hacia la sangre de las arterias eferentes que es el camino más estrecho con el sistema nervioso central

### **5.1.10 TIEMPO DE ANESTESIADO**

El tiempo de actuación del anestésico corresponde desde el momento que se lo aplica en el agua hasta la fase de anestesia que llegue el organismo dependiendo de la concentración y el tamaño de los organismos que se está experimentando (Castro, 2018).

### **5.1.11 EVALUACIÓN DEL ESTADO ANESTÉSICO EN PECES**

Para estimar la fase en que actúa el anestésico se evalúa el desplazamiento natural en la rapidez y dirección de movimiento en el agua, así como armonización de los movimientos. Además se observa la contestación a impulsos visuales y de contacto, estabilización, la tonalidad del músculo y la repetición en la respiración, observando el desplazamiento de los opérculos (Vargas-Vargas, 2017).

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Maricultura en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el Cantón Machala en la Provincia de El Oro – Ecuador.

Cuyas coordenadas son:

Longitud: 79°17' 30.29" Oeste

Latitud: 3° 17' 30.29" Sur



Figura 2 Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Lugar donde se realizó el experimento.

## **7. EQUIPOS Y MATERIALES**

### **7.1 EQUIPOS**

- Oxigenometro
- Balanza
- Aireadores

### **7.2 MATERIALES**

- Anestésico artesanal de clavo de olor

- Tanques
- Peceras
- Filtros de café Numero 2.
- Probeta
- Regla

## **8. VARIABLE DE ESTUDIO**

- Tiempo

## **9. METODOLOGÍA**

Esta tesis se basó en investigación exploratoria por lo que se estudia la dosificación correcta para anestésicar al pez llamado vieja azul (*Andinoacara rivulatus*), la forma del trabajo es aplicable en el campo por parte del pequeño productor con el propósito de proporcionarle una herramienta de fácil acceso para el manejo de sus peces sin causar daño.

El proceso realizado fue el tomar el tiempo de sedarse y de recuperarse de los peces observando el grado de anestésico además tomar peso y talla.

### **9.1 ELABORACIÓN DEL ANESTÉSICO**

Se elaboró colocando 100 g de clavo en 200 ml de aceite de oliva y llevando a Baño María por 20 minutos y se dejó en reposos por 60 días en un lugar donde no sea expuesto a los rayos solares y bien tapado para no perder sus propiedades anestésicas.

### **9.2 OBTENCIÓN DE LOS PECES**

Se trabajó con 24 peces Vieja Azul *Andinoacara rivulatus* que fueron donados del Sector La Tembladera perteneciente al Cantón Santa Rosa, en la Provincia de El Oro, País Ecuador y transportados con oxígeno hasta el laboratorio de Maricultura de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala y mantenidos en el Laboratorio de Maricultura.

### **9.3 ACLIMATACIÓN DE LOS PECES**

Los peces fueron aclimatados y mantenidos durante 8 días antes de la aplicación del anestésico, proporcionándoles todos los cuidados necesarios para que se adapten a las nuevas condiciones, los parámetros de calidad de agua promedio donde se mantenían los peces fue de Temperatura 24.3°C y Oxígeno 5, 8 ppm.

La alimentación proporcionada fue balanceado de engorde para tilapia al 32% de proteína ya que estos peces aceptan con facilidad alimento artificial.

#### **9.4 RELACIÓN DE APLICACIÓN DEL ANESTÉSICO ARTESANAL**

El anestésico fue filtrado antes de su aplicación y preparado de la siguiente manera:

Tabla 1 Preparación del anestésico artesanal y del control para su aplicación.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis</b>	<b>Anestésico</b>	<b>Alcohol</b>	<b>Relación</b>
1	10 ml	6 ml	4 ml	(6 -10)
2	5 ml	6 ml	4 ml	(6 -10)
3	2,5 ml	6 ml	4 ml	(6 -10)
Control	5ml	1 ml	9 ml	(1-10)

Todas las dosis probadas incluyendo el control fueron aplicados en 1 litro de agua y para la recuperación se realizó en 4 litros con abundante aireación con un oxígeno promedio de 7,7 ppm. |

Los tiempos de aplicación entre dosis fueron de 7 días, con la finalidad de permitir a los peces recuperarse del proceso de anestesia.

## 9.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales utilizados en este ensayo lograron diferentes fases de sedación según la (tabla 2) dependiendo de la concentración del anestésico en base a los criterios mencionados por Cooke et al (2004).

- La dosis de 2,5 ml de anestésico llegan la fase 1 de anestesia tienen una acelerada contestación a estímulos, reducción del ritmo opercular.
- Cuando se utiliza 5 ml del anestésico artesanal llega a la fase 3, es decir los peces presentan pérdida del equilibrio, nado errático, con respuesta a estímulos táctiles.
- Y en la dosis 10 ml al igual que la del control, alcanzan la fase 5 de anestesia que es la pérdida total del equilibrio y reflejos no existiendo diferencias significativas entre ambos.

Para evaluar de manera visual el estado de anestesia que alcanzan los peces se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 2 Criterios para la evaluación de los estados de inducción a la anestesia

<b>FASE</b>	<b>ESTADO DE ANESTESIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
0	Normal	Reactivo a impulsos, ritmo opercular normal.
1	Sedación ligera	Acelerada pérdida de la contestación a estímulos, ligera disminución del ritmo opercular, normal equilibrio.
2	Sedación profunda	Pérdida total de la respuesta a estímulos externos, ligera disminución del ritmo opercular, equilibrio normal.
3	Pérdida parcial del equilibrio	Pérdida del equilibrio, nado errático, incremento del ritmo opercular, respuesta solo a fuertes estímulos táctiles o vibraciones.
4	Pérdida total del Equilibrio	Ritmo opercular lento, pérdida total del equilibrio.
	Pérdida de reflejos	Pérdida total de la respuesta a estímulos, ritmo

5		opercular lento, pérdida de todos los reflejos.
6	Colapso medular	Suspensión de movimientos operculares

Fuente: Criterios descritos por Cooke et al (2004), adaptados para juveniles de *Chirostoma jordani*.

Al aplicar las dosis de Anestésico artesanal los peces tuvieron diferentes grados de sedación dependiendo de la concentración aplicada, además los tiempos también varían.

Tabla 3 Tiempos de dormirse y recuperarse los peces con su respectiva concentración

Tratamientos	Tiempo en dormirse (seg)	Tiempo en recuperarse (seg)	Peso (g)	Talla (cm)
Control (5 ml)	105	130	18,16	10,08
2,5 ml	321	135	17,61	9,57
5 ml	134	143	17,77	9,42
10 ml	97	100	17,72	9,43

### 9.5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó por medio del programa SPCCS el diseño utilizado fue el Análisis de Varianza de un factor con un nivel de significancia de p-Valor < 0,05.

Tabla 4. Análisis de Varianza del Tiempo de Sedación con Anestésico Artesanal de Clavo de olor.

<b>Tiempo de acción del Anestésico</b>				
Duncan <sup>a,b</sup>				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Testigo (5 ml industrial)	6	1,2983		
10 ml de Anestesia	18	1,3767		
5 ml de Anestesia	18		2,3911	
2,5 ml de Anestesia	18			5,0994
Sig.		0,816	1,000	1,000

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	148,173	3	49,391	73,524	0,000
Dentro de grupos	37,619	56	,672		
Total	185,792	59			

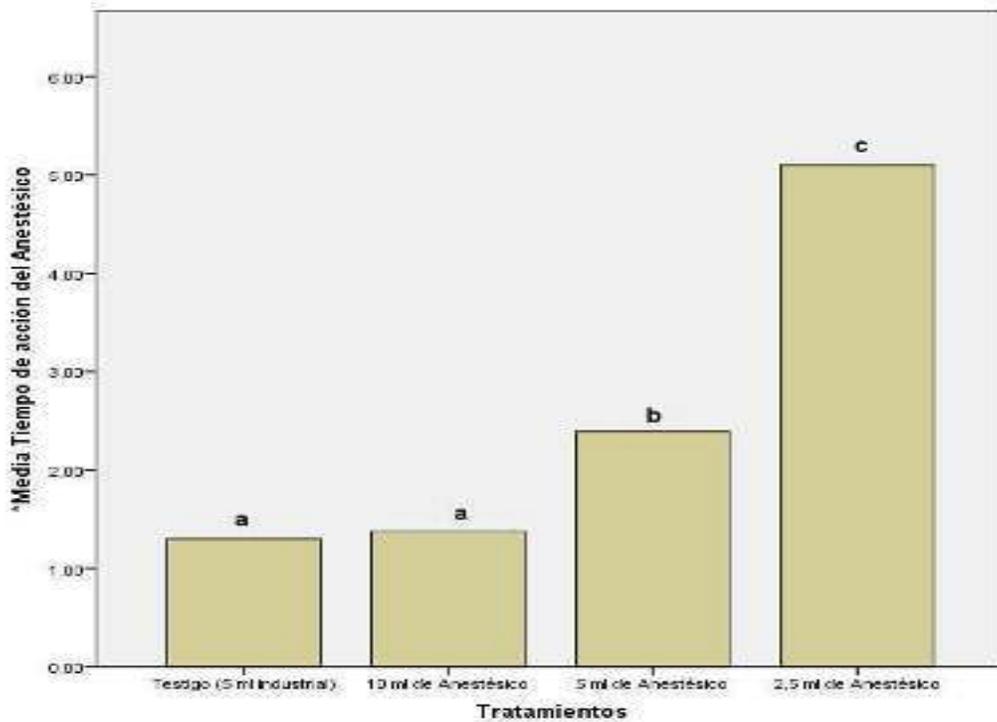


Figura 3 Tiempo de actuación del anestésico artesanal en Vieja Azul *A. rivulatus*. \*Letras diferentes difieren estadísticamente para  $p$ -valor  $< 0.05$ .

En los tiempos de sedación del Anestésico artesanal se puede apreciar que la mejor dosis de aplicación en comparación con el control es de 10 ml/l de anestésico artesanal porque no hay diferencia significativa entre las dos,

Además se puede apreciar que la dosis de 2,5 ml es la que más se tarda en producir efecto, mientras que la de 5 ml esta intermedia.

Tabla 5. Análisis de Varianza del tiempo de Recuperación del Anestésico Artesanal

**ANOVA**

Tiempo de Recuperación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,575	3	1,858	5,044	0,004
Dentro de grupos	20,633	56	,368		
Total	26,207	59			

**Tiempo de Recuperación**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
10 ml de Anestesia	18	1,4044	
Testigo (5 ml industrial)	6	1,8483	1,8483
2,5 ml de Anestesia	18	1,8906	1,8906
5 ml de Anestesia	18		2,1833
Sig.		0,068	0,208

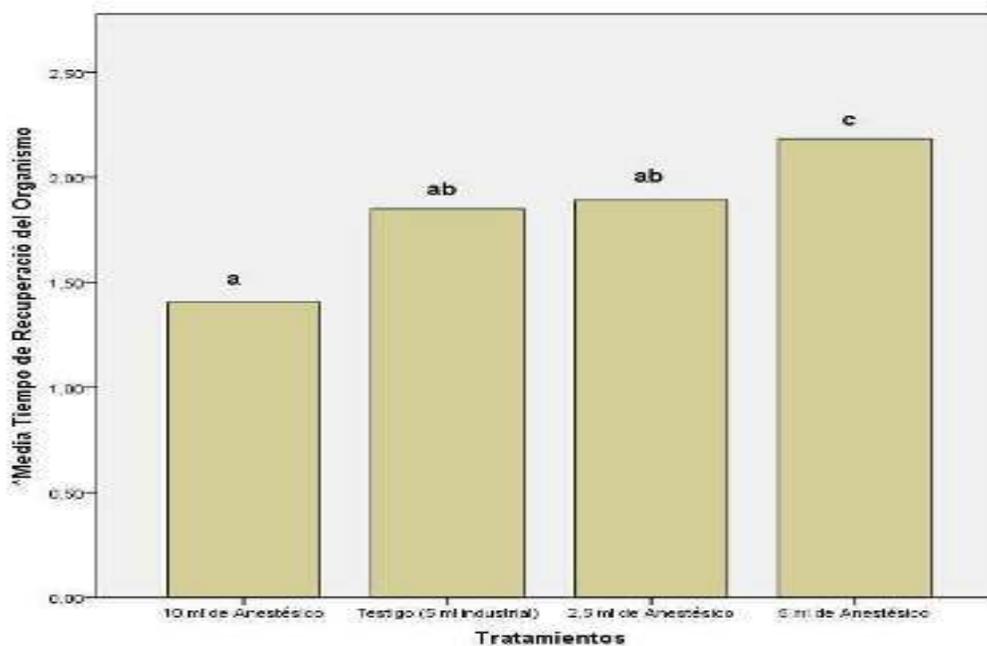


Figura 4 Tiempo de recuperación anestésica en Vieja Azul *A. rivulatus*. \* Letras diferentes difieren estadísticamente para p- valor <0.05

En los tiempos de recuperación de puede apreciar que la dosis de 2,5 ml de anestésico artesanal y el testigo de 5 ml no son estadísticamente diferentes, la concentración de 10 ml presenta menor tiempo de recuperación y de 5 ml el mayor tiempo.

Los pesos y talla tomados a los peces experimentados son las siguientes:

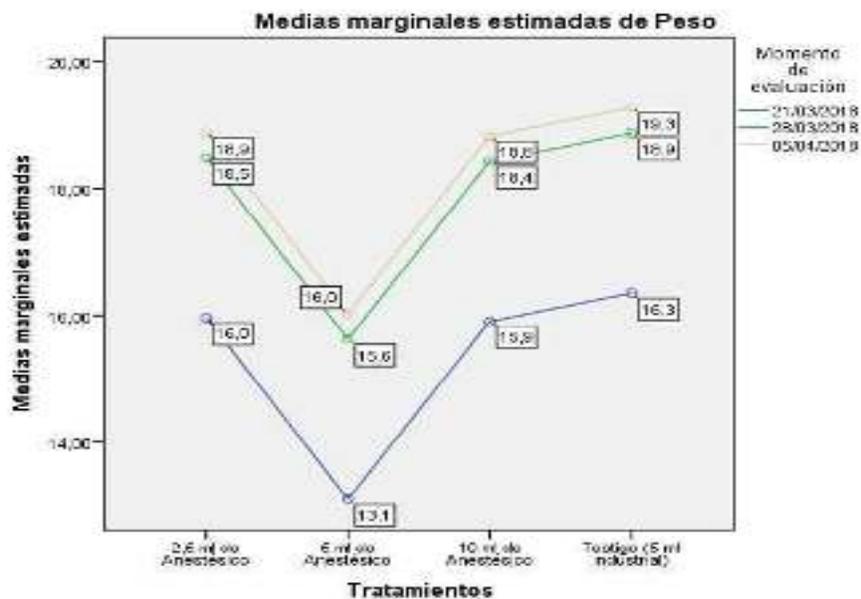


Figura 5 Peso de los Peces que fueron sometidos a experimentación.

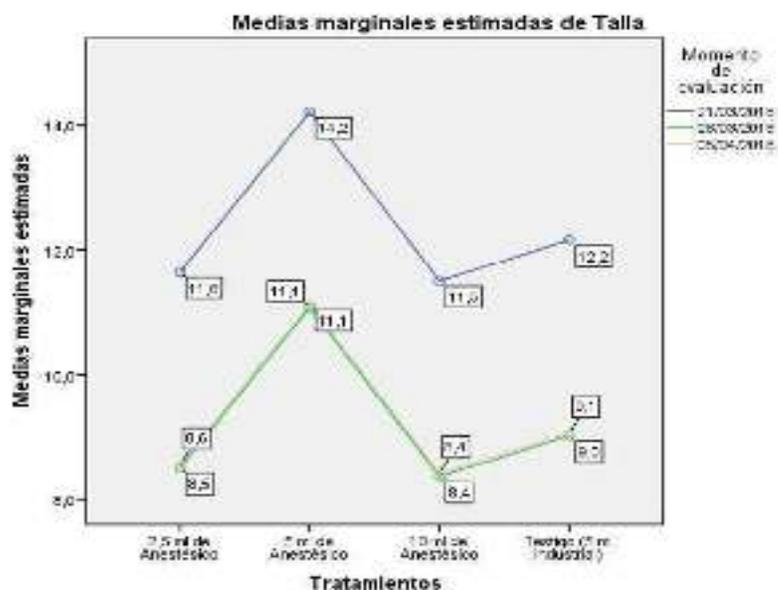


Figura 6 Talla tomada a los organismos sometidos a experimentación.

Otras observaciones realizadas durante este estudio.

- se aplicó con 10 ml de Anestésico artesanal y dejando 5 minutos fuera del agua al pez no se presenta mortalidad y se recupera con normalidad.
- Con la aplicación de 40 ml el tiempo de dormirse en de 55 segundo pero para la recuperación tarda mucho más tiempo de 7,15 minutos.

## 10. DISCUSIÓN

El anestésico artesanal es aplicable para el manejo de vieja azul, un pez potencial de cultivo, tanto para consumo humano debido a la calidad de carne que posee, como para acuariofilia debido a sus características físicas, como coloración, forma, que es atrayente para los aficionados de organismos de acuario.

Este pez por ser originario de nuestro País cualquier proceso para un manejo correcto que permita reducir cualquier síntoma de estrés, que ponga en riesgo su bienestar debe ser aplicado como en caso de este estudio la aplicación de un anestésico artesanal que induce a la anestesia, es una buena opción para su correcto manejo.

En el cultivo de peces es muy común el uso de anestésicos comerciales ya que estos ayudan a minimizar el estrés en los animales y facilitar las labores de manipulación.

De acuerdo con Álvarez-Perdomo et al (2016) trabajaron con anestésico industrial en juveniles de pavón (*Cichla irocoensis*) de  $57,65 \pm 43$  g y reportaron que la concentración anestésica de 35 mg/L de eugenol presenta un tiempo adecuado de inducción y recuperación en comparación con la concentración de este estudio que fue de 10 ml/L la dosis con la cual se obtuvo buenos resultados teniendo en cuenta que el anestésico fue preparado de manera artesanal.

Martins et al (2014) indican que la concentración de 50mg/L para juveniles de Patinga (*Piaractus brachypomus*) con un peso promedio de  $256,6 \pm 73.18$  gr es la adecuada, el peso de los peces influye mucho en la concentración. Mientras que los peces utilizados en este estudio con un peso promedio de 17gr  $\pm 2$  con la concentración de 10 ml/L tuvieron un tiempo de inducción a la anestesia de 97 segundos.

Por otro lado Millán et al (2012) hallaron que 40 mg.l-1 de eugenol es eficaz en los alevines de peces escalares (*Pterophyllum scalare*), para reducir estrés, heridas y mortalidad, durante y post manejo de los peces.

De acuerdo con Vázquez et al (2013) que trabajaron con *Chirostoma jordani* y encontraron que las dosis altas (25  $\mu$ L / L) de aceite de clavo indujeron a la etapa 3 de anestesia mientras que las soluciones salinas y coloidales (7 g/L y 5 ml respectivamente) estimulan la etapa 1 mostrando tiempos de sedación prolongados por un tiempo aproximado de 6 horas.

Llanos y Scotto (2010) recomiendan que dosis de 125 mg·L<sup>-1</sup> para machos y 100 mg·L<sup>-1</sup> para hembras inducen que se dé la fase de inducción total en, *Xiphophorus hellerii* a los 4 - 5 min. Cualquier anestésico que se aplique se debe analizar los efectos que produce postanestésico, en la fisiología de los organismos tratados. El eugenol se utilizó en labores de inseminación artificial, inducción al desove y biometría, operaciones, biopsia y transporte de *X. helleri*, obteniendo respuestas favorables y no se presentó mortalidad durante y después del proceso de aplicación del anestésico.

Balamurugan et al (2015) señalan que el extracto de clavo de olor, es muy eficaz para el transporte del pez payaso *Amphiprion sebae* observando un vínculo exponencial invertido entre la dosificación y el resultado del anestesiado, sin embargo en la recuperación se da un vínculo de manera directa entre la dosificación y el tiempo de sobreponerse, encontraron que la dosis óptima es de 17,5 mg l<sup>-1</sup>, en observaciones histopatológicas que realizó encontró que el extracto no afecta al tejido branquial, llegando a la conclusión que el aceite de clavo de olor es efectivo para realizar la transportación de peces ornamentales.

Es importante tener muy en cuenta el tiempo de inducción y recuperación para evitar cualquier daño irreversible en los organismos.

Mientras que Abdollahzadeh et al (2014) mencionan que también se puede utilizar aceite de clavo dentro de la misma granja para pasarlos de un lugar a otro y no ocasionar perturbación que conlleve a un estrés utilizando dosis bajas. De esta forma podemos darnos cuenta que existen métodos que nos facilitan las labores de manejo para nuestros peces y de esta manera evitar que se produzca alguna anomalía en nuestro lugar de producción por no haber tomado las medidas correctivas necesarias para evitarlo.

No hubo presencia de mortalidad en nuestro trabajo de investigación al igual que los reportado por Pedrazzani, A y Ostrensky A (2016) cuando utilizaron concentraciones de Alcanfor (*Cinnamomum camphora*), Clavo dosis de 50 mg L<sup>-1</sup> (241 ± 57.6 s) con 100 mg L<sup>-1</sup> (13.3 ± 3.9 s) y 200 mg L<sup>-1</sup> (9.5 ± 2.6 s) (*Syzygium aromaticum*) y menta (*Mentha arvensis*) en el pez payaso (*Amphirion ocellaris*) por lo tanto podemos asegurar que este anestésico es seguro para la manipulación de nuestros peces y asegurar su bienestar.

Pérez et al (2010) emplearon el aceite esencial de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) como solución anesteciante en (*Piaractus mesopotamicus*) y descubrieron que una dosis de 30mg.l-1 de aceite esencial es idónea para inducir a la anestesia.

Prieto et al (2015) utilizaron dosis de anestesia de 30, 50 y 75 mg/L en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) para evaluar la actividad depresora dando como resultado que el Eugenol es un anestésico eficaz, para las diversas tareas de manipulación y es considerado un anestésico seguro de bajo costo y con una preparación de manera accesible al procedimiento y por lo tanto es ampliamente usado en Acuicultura Quedando demostrado todos los beneficios del Clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) y la seguridad que se tiene su aplicación en el Campo Acuícola.

Suárez et al (2014) comprobaron que las dosis aplicadas de 50, 60 y 70 mg/L de eugenol en bagre híbrido *Pseudoplatystoma metaense* no causa mortalidad, confirmando que es un tratamiento seguro que no pone en riesgo la salud de los organismos en cultivo.

La aplicación de aceites esenciales va tomando importancia debido a los grandes beneficios que presenta en el manejo y transporte de peces ayudando a reducir el estrés, lesiones, mortalidades y alteraciones contribuyendo a la mejora de la producción de peces.

El eugenol también ha sido probado para medir la concentración letal en Cachama blanca *Pyaractus brachipomus* durante un tiempo de 50 a 96 horas, utilizando dosis de (8, 12, 15 y 18 mg/L) y con concentraciones elevadas (24, 35 y 45 mg/L), las concentraciones más bajas no muestran conductas fuera de lo común, ni señales de que está anestesiado, ni intoxicación, lo que se presentó fue nado desorientado, en cambio las concentraciones elevadas, muestran una inducción rápida a la anestesia y descenso de manera acelerada hasta que los opérculos se detienen, y con ello terminan conduciendo a la muerte. Obteniendo que 18.2 ml/L ocasionó la muerte del 100% de los peces, con dosis menores de 18 mg/L significó la muerte del 60% y dosis menores no induce a la muerte (Marín et al., 2012).

También se han realizado otros estudios con otras plantas como lo reportados por Azambuja et al (2011) mencionan que aceite de *Lippia alba* en una dosis de 10ul.l en transporte de peces, lo cual redujo el estrés en los tejido como hígado, cerebro, y branquias (Martínez et al., 2015).

Demostrando con esto que la naturaleza nos brinda grandes beneficios que debemos aprovechar.

Por último Boijink et al (2016) emplearon *Ocimum Gratissimum* demostrando su eficiencia como anestésico para *Colossoma macropomum* pues permite recuperarse completamente después de su aplicación y además no presentar mortalidad. Se observó la posición del cuerpo con el lado ventral hacia arriba, sumergido en la columna de agua. Se sugiere que el estrés es reducido al mínimo con la aplicación de este anestésico por lo tanto puede ser utilizado en la acuicultura para facilitar las labores de producción y ocasionar un menor daño a la especie en cultivo.

De esta forma vemos que el anestésico de clavo y otros vegetales es seguro para las especies que se someten a experimentación.

## **11. CONCLUSIONES**

- Se evaluó el estado de anestesia que alcanzan los peces cuando se aplican diferentes concentraciones quedando demostrado también que es un anestésico seguro que no causa mortalidad.
- Se conoció el tiempo que tarda en actuar el anestésico dependiendo de la dosis aplicada.
- Encontramos que la dosis óptima para aplicación en Vieja azul (*A. rivulatus*) con un peso promedio de 17+/2 es de 10 ml/l.

## **12. RECOMENDACIONES**

- Se debe buscar siempre el bienestar de los organismos en cualquier proceso de producción de especies acuícolas.
- Investigar otras alternativas de anestésico en la naturaleza para tener más herramientas disponibles que nos ayuden a mejorar el proceso de manejo de los peces.
- Tomar en cuenta el peso de los organismos aplicados ya que esto puede influenciar en el tiempo de sedación y recuperación.

### 13. REFERENCIAS

- Abdollahzadeh E, Rezaei M y Holsseini H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listeria monocytogenes* inoculated in minced fish meat. *Food Control*, 35 (1), 177-183. doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.07.004
- Acebo, Muro, Álvarez, M., Rodríguez, J., y Quijano, J. (2018). Estudios Industriales orientación estratégica, para la toma de decisiones. *Industria de Acuicultura*. Recuperado de: [http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/up/2018/01/ei\\_acuicultura.pdf](http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/up/2018/01/ei_acuicultura.pdf)
- Aguilar, A., y López, A. (2013). Extractos y aceite esencia del clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) y su potencial aplicación como agentes antimicrobianos. *Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos* 7-2, 35 - 41.
- Álvarez-Perdomo, N., Castillo-Pastuzan, E., Gallardo-Aza, R., Novoa-Serna, J., y Eslava-Mocha, P. (2016). Eugenol como anestésico para el manejo de juveniles de Pavón (*Cichla orinocensis*). *ORINOQUIA*, 20 (2), 30-33.
- Ázambuja C, Mattiazzi J, Konzen A, Finamor I, García L, Heldwein C, Heinzmann B, Baldisserotto B, Pavanato M y Llesuy S. (2011). Effect of the essential oil of *Lippia alba* on oxidative stress parameters in silver catfish (*Rhamdia quelen*) subjected to transport. *Aquaculture*, 319 (1-2), 156 - 161. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.06.002
- Balamurugan J, Ajith T, Prakash S, Bharathiamma M, Balasundaram C, Harikrishnan R. (2015). Extracto de clavo de olor: Una fuente potencial de estrés del transporte libre de los peces. *Aquaculture*. doi: 10.1016 / j.aquaculture.2015.12.020
- Barton, B. (2002). Stress in Fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids. *Pubmed*, 42 (3), 517-525. doi:10.1016/j.icb/42.3.517
- Benovit , S., Silva, L., Salbego, J., Loro, V., Mallmann, C., Baldisserotto, B., Flores E.M., Heizman. (2015) Anesthetic activity and bio-guided fractionation of the essential oil of *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. In silver catfish *Rhamdia quelen*. *SciELO*, 87 (3), 1676 - 1689. Doi: [ttp://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201520140223](http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201520140223)
- Bolasina, S., de Azevedo, A., y Petry, A. (2017) Comparative efficacy of benzocaine, tricaine methanesulfonate and eugenol as anesthetic agents in the guppy *Poecilia vivipara*. *Aquaculture*, 6,56-60. doi:10.1016/j.aqrep.2017.04.002
- Boijink, Ch., Afras, C., Campos, E., Maia, F., y Kioshi, L. (2016). Anesthetic and anthelmintic effects of clove basil (*Ocimum gratissimum*) essential oil for Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Aquaculture*, 457, 24-28. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.02.010

- Burrige, L., Weis, J., Cabello, F., Pizarro, J., Bostick, K. (2010). Chemical use in salmon aquaculture: A review of current practices and possible. *Aquaculture*, 306 (1-4), 7-23. doi. org/10.1016/j.aquaculture.2010.05.020
- Castelló, F. (1993). *Acuicultura Marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción*: Iniv. de Barcelona, Barcelona
- Castro, V. (2018). *Evaluación del efecto de los aceites esenciales de hierbabuena (Mentha spicata) y canela (Cinnamomum zeylanicum) en el control de estrés en trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
- Chance, R., Cameron, G., Fordyse, M., Noguera, P., Wang, T. ,Collins, C., Secombes, C., y Collet, B. (2018). Effects of repeated anaesthesia on gill and general health of Atlantic salmon, *Salmo salar*. *PubMed*, 1069-1081. doi:10.1111/jfb.13803
- Conte, F. (2004). *Stress and the welfare of cultured fish*. *Applied Animal Behaviour Science*, 86 (3-4), 205-223. doi:10.1010/j.appanim.2004.02.003
- Cooke, S. , Suski, C., Ostrand, K. , Tufts. B., y Wahl, D. (2004). Behavioral y evaluación fisiológica de bajas concentraciones de anestésico aceite de clavo para el manejo y transporte de la perca americana (*Micróptero salmoideo*). *Aquaculture*, 239, 509-529.
- Coyle, D., Durborow, R., y Tidwell, J. (2004). Anesthetics in Aquaculture. SRAC, *Sourther Regional Aquacultures Center*. Publication No. 3900
- Devashish, K. (2016). Epizootic Ulcerative Fish Disease Syndrome. *Departament of life Science Assam (central) University Silchar, India*, 294 .
- FAO. (2003). *Inland Water Resources and Aquaculture Service*. Recuperado el 21 de Febrero de 2017, de Inland Water Resources and Aquaculture Service: <http://www.fao.org/3/a-y4490e.pdf>
- FAO. (Sd). *Visión general del sector acuícola nacional Ecuador*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2018, de Visión general del sector acuícola nacional Ecuador: <https://www.agroindustria.gob.ar/.../areas/...Información%20y%20noticias%20vincula...>
- FSBI. (2002). Fish Welfare. Briefing Paper 2, Fisheries Society of the British Isles,. *Granta Information Systems*, Cambridge 1 - 25.
- Floyd, F. (2015). *Stress- Its Role in Fish Disease*.University of Florida. Recuperado el 14 de Septiembre de 2018, de Its Role in Fish Disease: <https://edis.ifas.ufl.edu/fa005>.
- Galvis, G., Nojica, J., y Camargo, M. (1997). Peces del Catatumbo. Ecopetrol-Oxy-Shell-Asociación cravo Norte. *D Vinni Edit. Ltda, Bogotá D.C*, Colombia, 18. Recuperado de: <http://koha.ideam.gov.co/cgibin/koha/opacetail.pl?biblionumber>.

- García-Gómez, A., de la Gándara, F., y Raja, T. (2002). Utilización del aceite de clavo, *Syzygium aromaticum* L. (Merr. & Perry), como anestésico eficaz y económico para labores rutinarias de manipulación de peces marinos cultivados. *Boletín del Instituto Español Oceanografía*, 18 (1-4), 21-23.
- Gilderhus, P y Marking, L.(1987). Comparative efficacy of the 16 anaesthetic chemicals on rainbow trout. *N. Am. Fish. Manag*, 7 (2), 288-292.
- Hoseini, S., Mirghaed, A., y Yousefi, M. (2018). Application of herbal anaesthetics in aquaculture. *Aquaculture*, 1-15. doi: 10.1111/raq.12245
- Huanca, E. (2017). *Niveles de cortisol y glucosa como indicadores de estrés en "truchas arco iris" (Oncorhynchus mykiss), utilizando anestésicos en la laguna de Arapa* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Antiplano, Perú.
- Iwana ,G., Ackerman, A. (1994). Anaesthetics. En: Analytical techniques in biochemistry and molecular biology of fishes. Eds. Hochanchka P.W, Mommsen T.P. *Elseiver Science. Amsterdam*, 1-5.
- Jiménez, P., Laaz, E., Navarrete, R. (2015). "Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental de Ecuador". Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Esmeraldas-Ecuador. Recuperado de: [www.flickr.com/photos/66257786@N03/20899753788/in/photostream/](http://www.flickr.com/photos/66257786@N03/20899753788/in/photostream/).
- King, W., Hooper, B., Hillsgrove, S., Benton, C., y Berlinsky, D. (2005) The use of clove oil, metomidate, tricaine methanesulphonate and 2- phenoxyethanol for inducing anaesthesia and their effect on the cortisol stress response in black sea bass (*Centropridstis striata* L.) *Aquaculture Research*, 36 (14), 1442 - 1449. doi:10.1111/j.1365-2109.2005.01365
- Kumar, G y Engle, C. Leischner, C. (2016). Technological Advances that Led to Growth of Shrimp, Salmon, and Tilapia Farming. *Science & Aquaculture*, 24 (2), 136-152.doi.org/10.1080/12308249.2015.1112357
- LAMPEMM. (2005). Histoquímica do Cravo. Recuperado el 28 de Octubre de 2009, de Histoquímica do Cravo: <http://www.lapemm.ufba.br/cra-vo.htm>
- Leischner, C. (2016). *Efecto del estrés de densidad de cultivo sobre la susceptibilidad a enfermedades infecciosas en peces revisión bibliográfica* (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Chile.
- Llanos C y Scotto C. (2010). Eugenol como anestésico para labores de manipulación de *Xiphophorus helleri* (heckel, 1848) (cypronodontiformes: poecilidae). *The Biologist* (Lima), 8, 179-188.
- Luna, J., y Figueroa, J. (2007). Reproducción y crecimiento en cautiverio de la mojarra criolla *Cichlasoma istlanum* (Pisces:Cichlidae). *CIVA*, 48-54.

- MarKing L, y Meyer F. (2011). Are better anaesthetics needed in fisheries?. *Fisheries*, 10(6), 2-5. doi:10.1577/1548-8446(1085)010<0002:a
- Marín - Méndez G., Torres-Cortez A., Suarez-Naranjo L., Chacón - Noboa R., Rondón-Barragán, I. (2012). Concentración letal 50 a 96 horas de eugenol en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). *Orinoquia*, 16 (2), 62-66.
- Martínez R, Ortega M, Herrera J, Kawas J, Zarate J y Soriano R. (2015). Uso de Aceites Esenciales en animales de Granja. *Interciencia*, 40 (11), 744-750.
- Martin G., Rodríguez J., López M., Vergara G y García A. (2016). Estimación del Rendimiento y Valor Nutricional de la Vieja Azul (*Andinoacara rivulatus*). *Revistas de Investigación Talentos III*, 2, 36-42
- Martins, G., Mazoti J., Bercini, V., y Honorato, C. (2014). Tempo de indução e recuperação anestésica do eugenol para patinga (*Piaractus brachypomus*). *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, 17 (4), 243-247.
- Mazzafera, P. (2003). Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. *Revista Brasil. Bot*, 26 (2), 231-238. doi: org/10.1590/S0100-84042003000200011.
- McGee, M., e Ichra, C. (28 de Octubre de 2005). Recuperado el 19 de Febrero de 2018, de Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/FA/FA01900.pdf>
- Mendoza R. (2004). Aspectos bioecológicos de *Aequidens rivulatus* (Pisces: Cichlidae) del Humedal de de Villa María, Chimbote (Perú) para su futuro cultivo. Comunicación Técnica CIVA. Recuperado de <http://www.civa2004.org>, 101-107.
- Millán-Ocampo, L., Torres-Cortés, A., Marín-Méndez, G., Ramírez-Duart, W., Vásquez-Piñeros M., y Rondón-Barragán, I. (2012). Concentración anestésica del eugenol en peces escalares (*Pterophyllum scalare*). *Rev. Inv. Vet. Perú*, 23 (2), 171-181
- Ministerio del Ambiente. (16 de Septiembre de 2015). *Turismo comunitario en el Humedal La Tembladera*. Recuperado de: <http://www.ambiente.gob.ec/turismo-comunitario-en-el-humedal-la-tembladera>
- Moura J., , Sarmiento, F., de Oliveira, F., Pereira, J., Nogueira, V., y de Oliveira, E. (2012). Actividad antifúngica del aceite esencia de *Eugenia caryphyllata* sobre cepas de *Candida tropicalis* de aislados clínicos. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat*, 11 (3), 208-217.
- Mylonas, C., Cardinalett, G., Sigelaki, I., y Polzoteni-Magni, A. (2005). Comparative efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol as anesthetics in the aquaculture of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) at different temperatures. *Aquaculture*, 246 (1-4), 467-481. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.02.046
- Neiffer, D y Stamper, M. (2009). Fish sedation, analgesia, anaesthesia and euthanasia. Considerations, methods, and types of drugs. *PubMed*, 50 (4), 343-360.

- Nogareda Cuixart Silvia. (1999). Fisiología del estrés. CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. Recuperado de: [insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/.../ntp355.pdf](http://insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/.../ntp355.pdf)
- Ortega, G. (2015). *Obtención de un hidrolizado de proteína de Aequidens rivulatus (vieja azul), utilizando enzimas proteolíticas*, (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Ecuador.
- Palić, D., Herolt, D., Andreasen, C., Menzel, B, y Roth, J. (2006). Anesthetic efficacy of tricaine methanesulfonate, metomidate and eugenol: Effects on plasma cortisol concentration and neutrophil function in fathead minnows (*Pimephales promelas* Rafinesque, 1820). *Aquaculture*, 254 (1-4), 675 - 685. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.11.004
- Pedrazzani A y Ostrensky, A. (2016). The anaesthetic effect of camphor (*Cinnamomum camphora*), clove (*Syzygium aromaticum*) and mint (*Mentha arvensis*) essential oils on clown anemonefish Amphiprion ocellaris (Cuvier 1830). *Aquaculture Research*, 47, 769-776. doi.org/10.1111/are.12535
- Pérez P, Santos C, Eloy A, Vieira R y Solis L. (2010). Aceite de clavo como anestésico para el pez pacu (*piaractus mesopotamicus*). *An. Vet. Murcia* 26, 69-76.
- Prieto, G., Errecaide, C., Mancini, M., Urzua, N., Tinini, M y Salas, S. (2015). Valoración de la actividad depresora de diferentes concentraciones de eugenol en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Red.med.vet*, 96 (1), 21-25.
- Ross, G., y Ross, B. (1999). Anaesthetic and sedative techniques for Aquatic Animals. 2<sup>nd</sup> edn. Institute of Aquaculture. University of Stirling.Scotland, UK.Blackwell Science, Oxford, UK, 159.
- Ross, G., y Ross, B. (2008). Anaesthetics and Sedative Techniques for Aquatic Animals, 3<sup>rd</sup>. *Blackwell Science, Oxford, U.K* (222 PP.)
- Ross, L, Sanchez Blanco J, Martinez-Palacios CA, Racotta IS y Toledo Cuevas M. (2007) Anaesthesia, sedation and transportation of juvenile *Menidia estor* (Jordan) using benzocaine and hypothermia, *Aquaculture Research*, 38 (9), 909-917. doi:10.1111/j.1365-2109.2006.01642.x
- Roubach, R., Gomez, L y Val, A. (2001). Safest level of tricaine methanosulfanate (MSS-222) to induce anesthesia in juveniles of matrinxã (*Brycon cephalus*). *Acta Amaz.* 31, 159-163.
- Schreck, C., Contreras-Sánchez, W., y Fitzpatrick, M. (2001). Effects of stress on fish reproduction, gamete, quality, and progeny. *Aquaculture*, 197 (1-4), 3-24. doi.org/10.1016/S004-8486(01)00580-4
- Schoettger, R., y Julin, A. (1976). Efficacy of MS-222 as an anesthetic on four salmonids. *US Fish Wildl. Investig. Fish* 13, 1-15. doi.gov/shutdown.

- Simbaña, A. (2015). *Caracterización Estática Productiva de las Unidades Piscícolas en la Provincia de Tungurahua* (Tesis de Pregrado) ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba - Ecuador.
- Solórzano, A. (2017). *Cultivo intensivo de Andinoacara rivulatus (vieja azul) con diferenciación en la cantidad de alimento en un sistema cerrado de recirculación de agua* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Suárez-Martínez R, Bernal- Buitrago G, Velasco- Garzón J, Pinzón-Daza M, Eslava-Mocha P, Baldisserotto B. (2014). Eugenol como anestésico para el manejo de juveniles del híbrido *Pseudoplatystoma metaense* por *Leiarius marmoratus*. *ORINOQUIA*, 14, 256-259.
- Suthamathy, N., y Flaaten, O. (2017). El crecimiento global de la acuicultura y la calidad institucional. *ScienceDirect*, 84, 142-151. doi.org/10.1016/j.marpol.2017.07.018
- Torres, X., y Baillès, E. (2015). Comprender el estrés: Estrés y salud, 176. *Amat.Barcelona- 61 España*, 176.
- Treves - Brown, K. (2000). In: Treves-Brown, K.M (Ed), *Anaesthetics in Applied Fish Pharmacology*. *Kluwer Academic Publishers, Dordrecht Netherlands*, 206-217.
- Vargas-Vargas, R. (2017). Pez cebra (*Danio rerio*) y anestesia. Un modelo animal alternativo para realizar investigación biomédica básica. *Anestesia en México*, men 29 (1), 86-96
- Vázquez G, Castro T, Hernández A, Castro J, De Lara R. (2013). Comparación del efecto anestésico del aceite de clavo, solución salina y solución coloidal en juveniles de *Chirostoma jordani*. *Arch Med Vet*, 45, 59-66. doi.org/10.4067/S0301-732X2013000100010
- Venkateswarlu, Y., Farroq, M., y Venkat, R. (1994). A new sesquiterpene from Andaman sponge *Dysiea herbacia*. *J. Nat. Prod.*, 57: 827-828.
- Weber, R ., Peleteiro, M., García, M., y Aldegunde, M. 2009. The efficacy of 2-phenoxyethanol, metomidate, clove oil and MS-222 as anaesthetic agents in the Senedalese sole (*Sole senegalensis* Ka up 1858). *Aquaculture*, 288 (1-2), 147-150. doi.org/10.1016/j.uaculture.2008.11.024aq.
- Wedemeyer, G. y McLeavy, D. (1984). Methods for determining the tolerance of fish to environmental stresses. *Pickering PD*, 247- 275. doi.gov/shutdown.
- Wendelaar, B. (1997). The stress response in fish. *Physiol Rev*, 77 (3), 591-625. doi: 10.1151/pysrev.1997.77.3.591
- Zahl, I., Samuelsen, O., Kiessling, A. (2012). La anestesia de los peces de cultivo: Implicaciones de bienestar. *Fish Physiol. Biochem*, 38 (1), 201-218.

# ANEXOS



Anexo 1. Pesando el Clavo de olor



Anexo 2. Triturando el clavo de olor



Anexo 3. Anestésico preparado por medio del método de Baño María



Anexo 4. Aclimatación de los peces



Anexo 5. Filtrando el anestésico



Anexo 6. Preparando el anestésico



Anexo 7. Toma de oxígeno del recipiente donde se van a recuperar los peces



Anexo 8. Pez colocando en agua con anestésico



Anexo 9. Pez con anestésico



Anexo 10. Pez en fase conocida como blanqueamiento



Anexo 11. Pez en estado anestesiado



Anexo 12. Pez en fase de sedación profunda



Anexo 13. Tomando el peso del pez



Anexo 14. Tomando la talla de los peces anestesiados