

**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura**

**Informe final  
Práctica Profesional Supervisada**

**Universidad del Magdalena, Colombia. Laboratorio del Grupo de  
Investigación y Desarrollo en Tecnología Acuícola.**



**Presentado por:  
Luis Pedro García Arroyave**

**Para otorgarle el Título de  
Técnico en Acuicultura**

**Guatemala, Febrero de 2018**

**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura**

**Informe final  
Práctica Profesional Supervisada**

**Universidad del Magdalena, Colombia. Laboratorio del Grupo de  
Investigación y Desarrollo en Tecnología Acuícola.**



**Presentado por:  
Luis Pedro García Arroyave  
Registro académico No. 201245224**

**Para otorgarle el Título de  
Técnico en Acuicultura**

**Guatemala, Febrero de 2018**

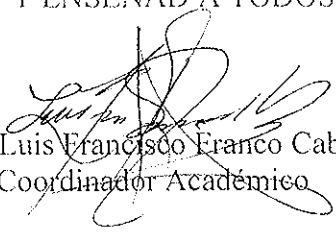
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

**Consejo Directivo**

Presidente	Msc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretaria	Msc. Kathya Iturbide Dormon
Representante Docente	M.A. Olga Marina Sánchez Cardona
Representante Docente	Msc. Erick Roderico Villagrán Colón
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas	Licda. Liliana Maricruz Maldonado Noriega
Representante Estudiantil	T.A. María Alejandra Paz Velásquez
Representante Estudiantil	T.A. Marcos Estuardo Ponciano Nuñez

El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen de la Profesora del curso M.Sc. Irene Franco Arenales, al informe de la Práctica Profesional Supervisada, del estudiante Luis Pedro García Arroyave, titulado: "Universidad del Magdalena, Colombia. Laboratorio del Grupo de Investigación y Desarrollo en Tecnología Acuícola", da por este medio su aprobación a dicho trabajo y autoriza su impresión.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera  
Coordinador Académico



Guatemala, febrero 2018

## **Acto que dedico**

A Dios: Por darme la sabiduría y la fuerza para tomar las mejores decisiones.

A mis padres: Por ser el pilar de mi vida, por brindarme su apoyo incondicional y permitir que todo esto fuera posible.

A mis hermanos: Por siempre estar ahí tanto en los buenos momentos como en los difíciles.

## **Agradecimientos**

A la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-.

Al Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura -GIDTA- de la Universidad del Magdalena.

## Resumen

La Práctica Profesional Supervisada PPS consiste en aplicar los conocimientos adquiridos durante los primeros tres años de la formación de Técnico en Acuicultura del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura en instituciones que realicen actividades dentro del área de aprendizaje.

Esta práctica se realiza en el sexto ciclo de la carrera y se deben cubrir 320 horas como mínimo.

El Laboratorio del Grupo de Investigación y Desarrollo en Tecnología Acuícola de la Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia, está dedicado a promover y llevar a cabo proyectos de Acuicultura a nivel experimental y al procesamiento de alimentos de origen hidrobiológico y su comercialización.

La práctica se basó en apoyar en los distintos proyectos de investigación que tienen en desarrollo, principalmente en el monitoreo de los cultivos de Sábalo *Megalops atlanticus*, Erizo verdiblanco *Lytechinus variegatus* y Langosta del caribe *Panulirus argus*, evaluar los niveles de estrés de las distintas especies, en alimentar, realizar recambios y limpieza general de las instalaciones del laboratorio.

## Índice de contenidos

1. Introducción	1
2. Objetivos	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	2
3. Universidad del Magdalena	3
3.1 Ubicación geográfica	3
3.2 Descripción general del entorno natural	4
3.3 Actividades de la Unidad de Práctica	4
3.3.1 Aspectos filosóficos	4
3.3.2 Organización administrativa	5
3.3.3 Sistema de producción	6
3.3.4 Infraestructura y equipo	7
3.3.5 Proyectos	7
4. Actividades realizadas	9
4.1 Elaboración de filtros	9
4.2 Montaje de los sistemas de recirculación	9
4.3 Obtención y transporte de los peces	10
4.4 Adaptación de sábalos a los sistemas	13
4.5 Inducción al desove de erizo verdiblanco	13
4.6 Cultivo experimental de langosta del caribe	15
5. Recomendaciones a la unidad de práctica	17
6. Bibliografía	18



## Índice de figuras

Figura 1.	Ubicación de la sede principal de la Universidad del Magdalena	3
Figura 2.	Ubicación de ciudad de Santa Marta, Colombia	4
Figura 3.	Organigrama GIDTA	5
Figura 4.	Croquis de las instalaciones de GIDTA	6
Figura 5.	Área de experimento para engorde de Sábalo	7
Figura 6.	Esquema de un filtro biológico	9
Figura 7.	Tanques para engorde	10
Figura 8.	Ciénaga Grande, Magdalena	11
Figura 9.	Jaulas de captura para sábalos	12
Figura 10.	Extracción de los sábalo	12
Figura 11.	Peces ya en los tanques adaptados	13
Figura 12.	Erizo seleccionado para la inducción	14
Figura 13.	Tanques para inducción	15

## **1. Introducción**

La Acuicultura se dedica a la crianza de animales y plantas acuáticas en todos sus ámbitos, es decir agua dulce, salobre y salada, que son de interés comercial para su consumo u ornamentales. La Acuicultura es muy importante ya que contribuye a la producción de especies que han sido sobreexplotadas por la pesca, generando una fuente de alimentos y empleo para la sociedad, reduciendo el efecto de las pesquerías.

El Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura GIDTA se creó en la Universidad del Magdalena en febrero de 2005, en la facultad de Ingeniería. Fue creado con el propósito de poder generar datos a partir de investigación en el ámbito acuícola y para brindar la oportunidad a los estudiantes que durante su formación puedan aprovechar la oportunidad de desarrollar proyectos que los ayuden a instruirse como profesionales. Las líneas principales de investigación son: Acuicultura, manejo costero y cultivo de microalgas. Desde 2009 han publicado numerosos artículos para revistas científicas y en conferencias a nivel nacional e internacional.

La finalidad de la práctica fue la colaboración en las actividades y proyectos que están en proceso, como en los cultivos de sábalo, erizo verdiblanco y langosta del caribe. También en apoyar en el área de peces ornamentales y el laboratorio de microalgas. Es importante promover el cultivo de especies endémicas ya que pueden ser una oportunidad para las personas de escasos recursos que se dediquen a la actividad acuícola y así tengan una fuente de ingresos y alimentos.

Esta práctica contribuye en la formación profesional de los estudiantes para que conozcan y adquieran técnicas que no se realizan en el país, para luego aplicarlas y así diversificar los sistemas de producción acuícola en Guatemala.

## **2. Objetivos**

### 2.1 Objetivo general

- Confrontar al estudiante en el ambiente de trabajo de la Carrera de Técnico en Acuicultura, a través de una práctica directa, en un contexto empresarial o institucional, y un espacio territorial determinado.

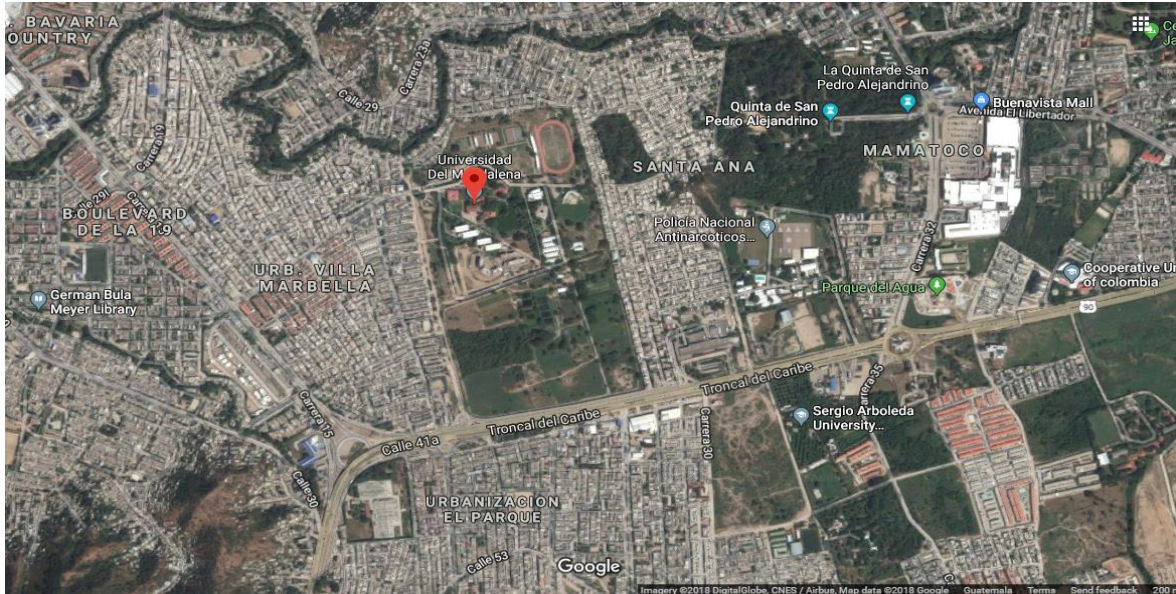
### 2.2 Objetivos específicos

- Proveer la oportunidad de participar en actividades propias de la acuicultura, pesca y/o manejo de los recursos hidrobiológicos del país, mediante la inserción en la Universidad del Magdalena, Colombia.
- Retroalimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la integración de los conocimientos y experiencias teórico-prácticas adquiridas.
- Propiciar el desarrollo y ejercicio de los valores morales y éticos en el desempeño profesional.

### 3. Universidad del Magdalena

#### 3.1 Ubicación geográfica.

El laboratorio está ubicado en la Universidad del Magdalena, en la ciudad de Santa Marta en el departamento del Magdalena, Colombia (Google Maps, 2017) (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de la sede principal de la Universidad del Magdalena (Google Maps, 2017).

Sus límites son con los departamentos de Cesar y la Guajira en el oriente, el río Magdalena que lo separa al sur occidente con Bolívar y Atlántico, y al norte con el Mar Caribe. (Nacho, 2012) (Figura 2).



**Figura 2.** Ubicación de ciudad de Santa Marta, Colombia (Nacho, 2012).

### 3.2 Descripción general del entorno natural.

La ciudad de Santa Marta tiene una superficie de 23,188Km<sup>2</sup>, el clima es tropical con un promedio de 33°C, tiene bosque seco tropical y bosque muy seco tropical, la precipitación es de 512mm/año, vientos de 11Km/h, altitud de 15m.s.n.m. (Accu Weather, Inc, 2017).

### 3.3Actividades de la unidad de práctica

#### 3.3.1 Aspectos filosóficos

##### Misión

Formar ciudadanos éticos y humanistas, líderes y emprendedores, de alta calidad profesional, sentido de pertenencia, responsabilidad social y ambiental, capaces de generar desarrollo, en

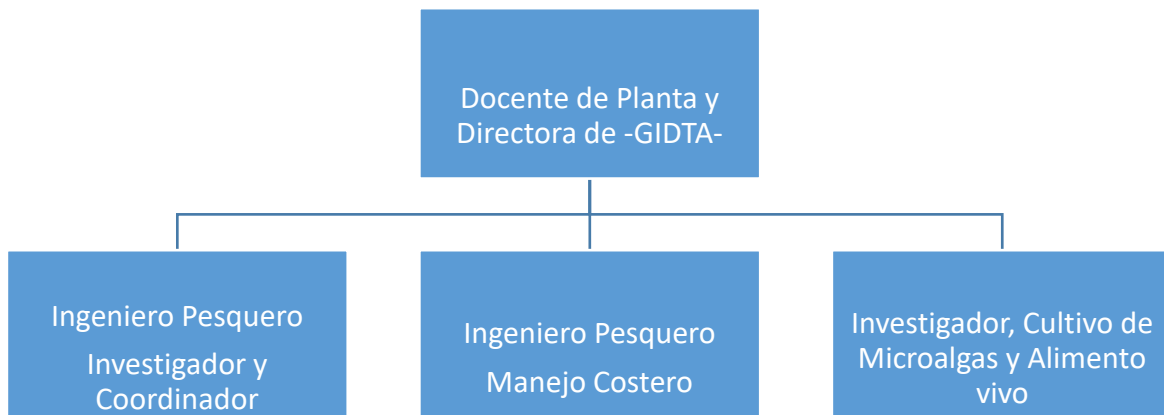
la Región Caribe y el país, traducido en oportunidades de progreso y prosperidad para la sociedad en un ambiente de equidad, paz, convivencia y respeto a los derechos humanos (Universidad del Magdalena, 2017).

### Visión

En el 2019, la Universidad del Magdalena es reconocida a nivel nacional e internacional por su alta calidad, la formación avanzada y el desarrollo humano de sus actores, su organización dinámica, su moderno campus y por su compromiso con la investigación, innovación, la responsabilidad social y ambiental (Universidad del Magdalena, 2017).

### 3.3.2 Organización administrativa

El laboratorio del Grupo de Investigación y Desarrollo en Tecnología Acuícola se constituye por un director, seguido de un coordinador y un encargado del área de manejo costero y otro de microalgas y alimento vivo. También cuentan con el apoyo de estudiantes que colaboran en todas las actividades que se realizan (UniMagdalena, 2017) (Figura 3).

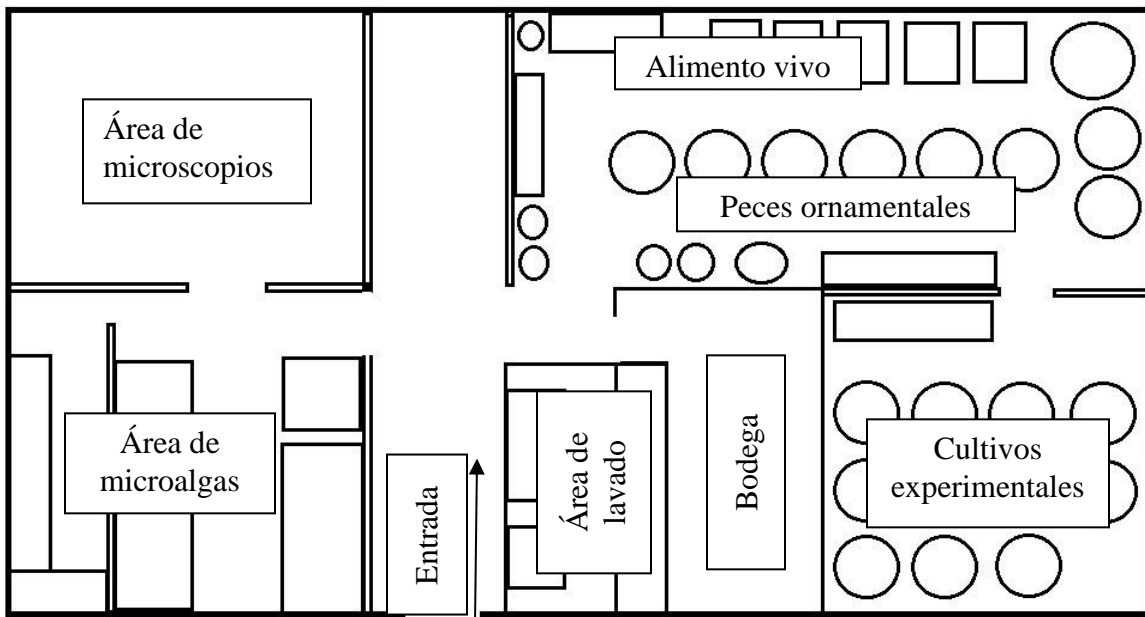


**Figura 3.** Organigrama –GIDTA- (UniMagdalena, 2017).

### 3.3.3 Sistema de producción

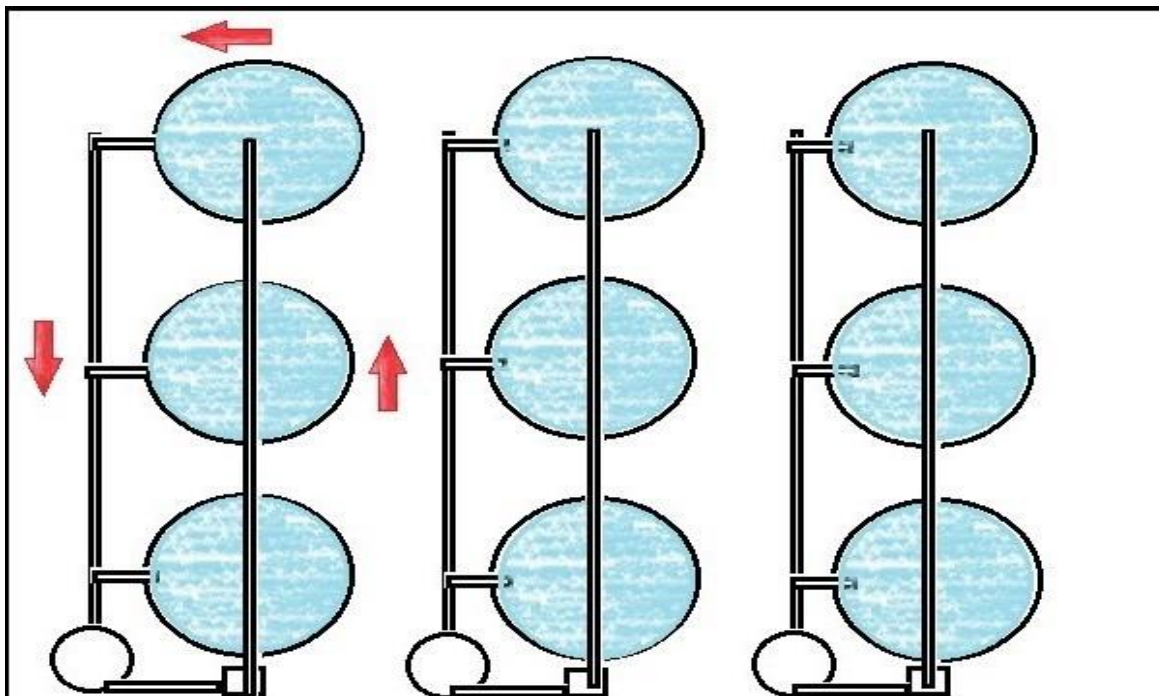
En el laboratorio se realizan proyectos de producción en distintas áreas como microalgas, alimento vivo y peces ornamentales para su comercialización. También se llevan a cabo la investigación y desarrollo de varios cultivos de especies marinas a nivel experimental.

El laboratorio está diseñado para atender cada una de las áreas mencionadas anteriormente, cuenta con microscopios para poder evaluar los cultivos de microalgas y alimento vivo, una bodega de almacenamiento para los materiales y equipo que se requieran en el laboratorio, el área de lavado para la limpieza de todas las herramientas y cristalería. El área de cultivos experimentales es para los estudiantes que tienen proyectos o investigaciones en desarrollo (Figura 4).



**Figura 4.** Croquis de las instalaciones de -GIDTA-.

Para los proyectos experimentales en su mayoría se utilizan sistemas de recirculación a excepción en el área de peces ornamentales (Figura 5).



**Figura 5.** Área de experimento para engorde de Sábalo.

### 3.3.4 Infraestructura y equipo

El laboratorio de GIDTA cuenta con 12 tanques de 250L cada uno en el área experimental, tubería de PVC de 1", bombas para recircular, filtros biológicos, llaves de globo 1", quechas, hidrómetro, sonda para medir oxígeno y temperatura, potenciómetro, mangueras, baldes de 20L, beakers, jeringas, cajas de Petri, balanza analítica, ictiómetro, oxitetraciclina, alimento balanceado para tilapia 35%PC y pescado fresco.

### 3.3.5 Proyectos

- Investigación: Programa de Acuicultura Sostenible para el Departamento del Magdalena.
- Aspectos preliminares de la tecnología del cultivo del pepino de mar (*Holothuria (Cystipus) occidentalis*), en la Bahía de Santa Marta. Estudio de la fisiología de la



reproducción de la cojinúa (*Caranx crysos*) en aguas costeras del departamento del Magdalena, Caribe Colombiano.

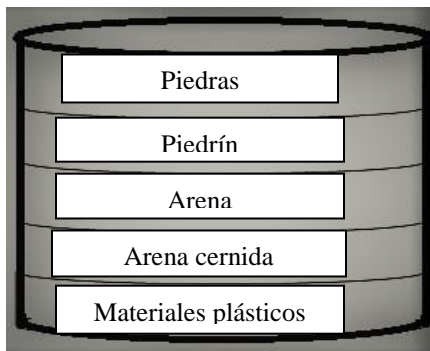
- Evaluación de atractantes en una dieta artificial para engorde de juveniles de pulpo común (*Octopus vulgaris*).
- Efecto de la salinidad y la frecuencia de alimentación en el crecimiento y la sobrevivencia de juveniles de robalo blanco *Centropomus undecimalis*
- Mejora de la primera fase del cultivo de bocachico *Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1879 con producción de alimento vivo suplementado con ácido ascórbico
- Estudio de la composición microbiana asociada al pepino de mar (*Holothuria mexicana*) presente en la bahía de Taganga.
- Fisiología de la reproducción de la Lisa (*Mugil incilis*) (Universidad del Magdalena, 2017).

## 4. Actividades realizadas

### 4.1 Elaboración de los filtros

Los filtros son indispensables en este tipo de sistemas, ya que en ellos se propicia el crecimiento bacteriano para la descomposición de los desechos provenientes de la excreción de los organismos a cultivar. Por ejemplo todos los desechos nitrogenados producto de heces y alimento no consumido principalmente (Miller, 2017).

En cubetas de 19L se introdujeron en la parte del fondo restos de plástico (botellas plásticas recortadas, láminas de plástico, restos de tubería PVC y tapas de botella), luego en la segunda capa se llenó con arena cernida, la tercera capa con arena sin cernir, la cuarta capa con piedrín y la siguiente con piedras de mayor tamaño, en la parte de arriba de cada filtro se colocaba una capa de algodón. Cada capa iba separada por bolsas de plástico (Figura 6).



**Figura 6.** Esquema de un filtro biológico.

Como resultado se tuvieron tres filtros biológicos los cuales son necesarios para tener agua de buena calidad en los sistemas.

### 4.2 Montaje de los sistemas de recirculación

Los sistemas de recirculación nos ayudan a aprovechar al máximo el espacio y que reduzcamos la huella hídrica. Aunque tienen como desventaja que el costo de instalación puede llegar a ser muy elevado, si estos reciben un buen manejo la capacidad de tener agua

con las mejores condiciones se da a un costo mínimo y puede llegar a ser muy rentable (AKVA GROUP, 2015).

El objetivo de la actividad fue tener los sistemas ya listos con la salinidad que se requiere para cada tratamiento y sus réplicas y así poder llevar a cabo la adaptación y posteriormente el engorde de sábalo.

Para la construcción de cada sistema se midió y cortó toda la tubería PVC de 1" con las longitudes establecidas necesarias para poder unir tres tanques de 250L, adaptar el filtro y luego en una caja de 30L instalar la bomba la cual impulsa el agua a través del sistema. Por último ajustar el caudal de cada salida de agua.

Al final se obtuvieron varios sistemas de recirculación adecuados para la adaptación de los organismos (Figura 7).



**Figura 7.** Sistemas de recirculación para engorde.

#### 4.3 Obtención y transporte de los peces

Los ejemplares disponibles para poder llevar a cabo el experimento fueron transportados desde Ciénaga Grande que se ubica a 40 minutos aproximadamente de Santa Marta (Figura 8).



**Figura 8.** Ciénaga Grande, Magdalena.

A través de un pescador local que capturó los sábalos en jaulas, se logró disponer de peces para el experimento (Figura 9 y 10). En dos viajes se trasladaron 81 organismos en total, los cuales se colocaron en baldes de 50L con aireación, hielo y eugenol (anestésico) y los llevaron a las instalaciones en el laboratorio. La especie *Megalops atlanticus* fue elegida ya que es endémica y no existe el cultivo ya desarrollado para el engorde, y con esto se pretende promover la Acuicultura con especies nativas de Colombia y también ofrecer una opción a las personas de bajos recursos que se dedican al área acuícola.

En uno de los viajes no se colocó aireación y fue en el que hubo mayor mortalidad. Pero en el primer viaje hubo una sobrevivencia aproximadamente de 90%.



**Figura 9.** Jaulas de captura para sábalos.



**Figura 10.** Extracción de los sábalos.

#### 4.4 Adaptación de los sábalos a los sistemas de recirculación

Para realizar el experimento se hicieron tres tratamientos con diferente salinidad (6ppt, 15ppt y 30ppt), cada tratamiento con dos réplicas y en cada uno se eligieron tallas pequeñas, medianas y grandes. Se introdujeron 9 organismos por cada tanque debido a la alta mortalidad y el tamaño de los mismos.

9 tanques en total con 81 animales adaptados para poder comenzar con el experimento (Figura 11).



**Figura 11.** Peces ya en los tanques adaptados.

#### 4.5 Inducción al desove por medio de shock térmico de erizo verdiblanco del Caribe *Lytechinus variegatus*.

El erizo verdiblanco se asemeja mucho a *Lytechinus williamsi*, se caracteriza por sus espinas que son más cortas que la mayoría del resto de especies de erizos. Son capturados para consumo humano pero la pesca indiscriminada ha reducido severamente sus poblaciones por las cuales está siendo cultivado en muchos lugares (Pierce, 2012)

El fin de la actividad fue lograr el desove en los erizos mediante un shock térmico como un método alternativo.

Se seleccionaron a los individuos con mejor aspecto; la mejor coloración, que tuvieran todas las espinas (o la mayoría) y los de mayor tamaño (Figura 12).



**Figura 12.** Erizo seleccionado para la inducción.

Los tanques de donde se extrajeron los erizos tenían una temperatura promedio de 23°C, y se trasladaron a los tanques de inducción los cuales tenían temperatura de 29°C. Las siguientes seis horas en intervalos de 15 minutos se observó y anotó el comportamiento de los erizos en cada tanque.

En tres baldes de aproximadamente 20L cada uno se colocó un termostato, aireación y nueve de los mejores ejemplares disponibles en el laboratorio se introdujeron en los tanques (tres por cada tanque) (Figura 13).



**Figura 13.** Tanques para inducción.

No hubo desove, uno de los aspectos a remarcar es la dificultad para distinguir entre hembras y machos. Para esto se debe sacrificar al animal y posteriormente observar las gónadas al microscopio lo que no se realizó porque no se disponen de tantos erizos.

#### 4.6 Cultivo experimental de espinosa del Caribe *Panulirus argus*

La langosta espinosa del Caribe habita en profundidades de hasta 90m. Su tipo de hábitat incluye los pastos marinos, arrecifes de coral, lugares rocosos los cuales utiliza como refugio. Alcanzan la madurez aproximadamente a los dos años de edad y tienen una longevidad de hasta doce años promedio. Es una especie que se encuentra en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN, por lo tanto su pesca es regulada (Butler, Cockcroft, & MacDiarmid, 2011).

El proyecto consistió en adaptar las langostas extraídas del medio y posteriormente desarrollar su cultivo bajo condiciones de laboratorio.



Se le dió seguimiento verificando que no les faltara comida ya que tienen altos indicios de canibalismo. Se instalaron tubos de PVC para simular los refugios que estas utilizan en el medio natural. Se alimentaron con pescado fresco.

Para evaluar el crecimiento se realizaron biometrías cada 20 días utilizando un ictiómetro y una balanza analítica.

Hubo evidencia de canibalismo posiblemente porque no se les suministraba alimento los domingos. El tipo de pescado con el que se alimenta debe ser estrictamente marino ya que no aceptaban carne de especies de agua dulce.

## **5. Recomendaciones a la unidad de práctica**

- Realizar muestreos para conocer el estado de salud de los organismos en el laboratorio y así tener a los animales lo más sano posible.
- Hacer evaluaciones de calidad del agua con mayor frecuencia, para poder tomar las decisiones más convenientes e interpretar de mejor manera la dinámica en los estanques.
- Utilizar agua destilada en la limpieza de los aparatos para la toma de parámetros físico-químicos de los estanques y mantenerlos calibrados, con esto se asegura que funcionen correctamente y obtener una lectura acertada.
- Ubicar el alimento balanceado en lugares más adecuados y ventilados para que este no se descomponga por humedad, insectos o roedores.
- Aplicar un cronograma de actividades para poder llevar un mejor control acerca de las actividades que ya se han realizado o que faltan por hacer.

## 6. Bibliografía

1. Accu Weather. (2017). *Accu Weather* [en línea]. Recuperado enero 10, 2018, de <https://www.accuweather.com/es/co/santa-marta/105920/weatherforecast/105920>
2. AKVA GROUP. (2015). *Sistemas RAS* [en línea]. Recuperado enero 10, 2018, de <http://www.akvagroup.com/productos/acuicultura-en-tierra/sistemas-de-recirculacion>
3. Butler, M., Cockcroft, A., & MacDiarmid, A. (2011). *The IUCN red list of threatened species* [en línea]. Recuperado enero 10, 2018 de <http://www.iucnredlist.org/details/169976/0>
4. Google Maps. (2017). *Universidad del Magdalena* [en línea]. Recuperado enero 10, 2018, de <https://www.google.com.gt/maps/place/Universidad+Del+Magdalena/@11.225837,74.186862,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xb2cb35bcc3e481ad!8m2!3d11.225837!4d-74.186862>
5. Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura [GIDTA]. (2016). *UniMagdalena* [en línea]. Recuperado enero 10, 2018, de <http://ingenieria.unimagdalena.edu.co/PIP/index.php/grupo-de-investigacion-y-semilleros2>
6. Miller, G. (2017). *Aquafeed.co* [en línea]. Recuperado enero 10, 2018, de <http://www.aquafeed.co/sistemas-ras-filtracion/>
7. Nacho, F. (2012). *Soy mapas* [en línea]. Recuperado enero 10, 2018, de <http://soymapas.com/mapa-de-magdalena.html>
8. Pierce, S. M. (2012). *Lytechinus variegatus* [en línea]. Recuperado enero 10, 2018, de [https://www.sms.si.edu/irlspec/Lytech\\_varieg.htm](https://www.sms.si.edu/irlspec/Lytech_varieg.htm)



9. UniMagdalena. (2017). *UniMagdalena* [en línea]. Recuperado enero 10, 2018, de <http://www.unimagdalena.edu.co/Institucional/Paginas/EstructuraOrganizacioal.aspx>
  
10. Universidad del Magdalena. (2017). *UniMagdalena* [en línea]. Recuperado enero 10, 2018, de <http://www.unimagdalena.edu.co/Institucional/Paginas/Direccionamiento-Estrat%C3%A9gico.aspx>

