

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUERRERO



**UAGro**  
Universidad de Calidad con Inclusión Social



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

UNIDAD DE CIENCIAS DE DESARROLLO REGIONAL

MAESTRÍA EN GESTIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE (CONACYT)  
PROGRAMA INCORPORADO AL PADRON NACIONAL DE POSGRADO DE CALIDAD  
(PNPC)

## Título del Proyecto

“Alimento alternativo para camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, utilizando insumos de origen vegetal y animal del estado de Guerrero”.

Trabajo de investigación

Que para obtener el grado de  
Maestra en Gestión para el Desarrollo Sustentable

Presenta:

C. Rocío Barba Marino

Matricula: 10148999

Generación: 2017-2019

Director del proyecto:

Dr. Ramiro Morales Hernández

Codirector:

Dr. Edilmar Cortés Jacinto

Comité Tutorial:

Dra. Gloria Torres Espino

Dra. Rocío López Velasco

Dr. Agustín Rojas Herrera

**Acapulco, Gro.**

**Agosto 2019**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar mi trabajo de grado.

A la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), mi casa de estudios a lo largo de mi trayectoria como profesionista.

Al Centro de Investigación Biológicas del Noroeste (CIBNOR), agradezco al departamento de acuicultura por todas las atenciones y apoyo brindado, en especial a la Bióloga Sandra De La Paz Reyes por su apoyo y consejos a lo largo del experimento.

A la Ing. bioquímica. María Dolores Cordero Astorga y a la geógrafa Sindi Areli Juan Antúnez por su ayuda y apoyo para realizar el análisis químico proximal de las dietas experimentales.

Al Ing. de nutrición Enrique Goytortua Bores por su apoyo incondicional en el proceso de elaboración de las dietas, de verdad no sé qué hubiese hecho sin usted.

Al Ecólogo marino Ahiezer Hernández Valencia, por apoyarme en todo momento a lo largo de esta investigación.

A mi director de tesis al Dr. Ramiro Morales Hernández, por sus grandes enseñanzas y sus valiosos consejos.

Al Dr. Edilmar Cortés Jacinto, por la invitación y atención durante la estancia en la Paz, fue una gran experiencia y sin su apoyo no lo hubiese logrado.

Dr. Agustín Rojas Herrera, por sus excelentes recomendaciones y aportaciones a mi trabajo de grado.

A la Dra. Gloria Torres Espino, agradezco su amabilidad, sus atenciones y por ser como es.

A la Dra. Rocío López Velasco, por leer mi trabajo y ayudarme a mejorarlo con sus valiosas aportaciones.

## Dedicatorias

A mi Papá Arturo Barba Torres, siempre apoyándome en mis decisiones, gracias por todo lo que has aportado en mí y por tus grandes enseñanzas de seguir adelante.

A mi madre Hortensia Marino Guatemala no te diste cuenta de la fortaleza que me enseñaste. Te extraño!

A mi hermano Fer, he tomado muy en cuenta lo que algún día me dijiste “si se puede”.

Agradezco a toda la familia Marino especialmente a mi tía Mónica, por su cariño y atención lo valoro muchísimo. A mis tías que lamentablemente ya no se encuentran con nosotros tía Lupe y tía Vicky se les extraña.

A la familia Barba, agradezco su apoyo y cariño.

A Ruth gracias por tu apoyo y comprensión, sigue esforzándote por alcanzar tus objetivos.

A mis compañeros y amigos de maestría a Kike, Kris y Xochitl agradezco los buenos momentos que pase a su lado.

A chero gracias por ser una buena amiga, a pesar de la distancia siempre te tengo muy presente.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>II</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>4</b>
1.1 La acuicultura en el estado de Guerrero .....	4
1.2 Camaronicultura .....	6
1.3 Características y tipos de cultivos en la camaronicultura .....	8
Enfoque ecosistémico de la acuicultura .....	8
Tipología de cultivos .....	10
<input type="checkbox"/> Sistema semi-intensivo .....	11
<input type="checkbox"/> Sistema intensivo.....	11
<input type="checkbox"/> Sistemas super-intensivos .....	11
1.4 Taxonomía y características del <i>L. vannamei</i> .....	12
Morfología externa.....	13
Distribución.....	13
Ciclo de vida .....	13
Hábitat .....	14
1.5 MARCO TEORICO –CONCEPTUAL.....	14
1.5.1 Desarrollo sustentable .....	14
1.5.2 Desarrollo local .....	16
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>18</b>
2. La acuicultura en el municipio de Coyuca de Benítez, Gro. en donde se circunscribe la investigación .....	18
Localización de la cooperativa.....	20
Hidrología .....	21
Clima .....	21
2.1 Desarrollo del proyecto.....	22
2.1.1 Material y Métodos .....	22
Insumos y sus características.....	22
Características morfológicas .....	25

Distribución.....	25
Reproducción .....	25
2.2 Análisis químico proximal .....	26
2.2.2 Determinación de ceniza .....	28
2.2.3 Determinación de proteína .....	29
2.2.4 Determinación de lípidos .....	30
2.2.5 Determinación de fibra cruda.....	32
2.2.6 Extracto libre de nitrógeno.....	34
2.2.7 Determinación de energía .....	35
2.3 Elaboración de dos dietas experimentales .....	36
2.4 Bioensayo experimental .....	39
2.4.1 Organismos experimentales .....	40
2.4.2 Registro de parámetros fisicoquímicos en el sistema de experimental .....	41
<b>3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>42</b>
3.1 Parámetros fisicoquímicos.....	42
3.2 Análisis químico proximal de dietas experimentales .....	44
3.3 Variables de crecimiento .....	45
3.4 Discusión de la viabilidad de cada una de las dietas.....	47
<b>4. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>49</b>
<b>5. REFERENCIAS .....</b>	<b>51</b>
<b>6. ANEXO .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Morfología externa del camarón blanco <i>L. vannamei</i> .....	<b>13</b>
<b>Figura 2.</b> Unidad de producción en granja camaronicola “El Jhired”.....	<b>19</b>
<b>Figura 3.</b> Fruto de la palma de coco ( <i>Cocos nunucifera</i> ).....	<b>22</b>
<b>Figura 4.</b> Fotografía de C.D. Barbour en Miller <i>et al.</i> (2005). ( <i>Chirostoma humboldtianum</i> ).....	<b>24</b>
<b>Figura 5.</b> Horno de secado (terlab).....	<b>27</b>
<b>Figura 6.</b> (a) Pesando muestra de charal para determinar proteína en una balanza analítica (Cooper Sticks). (b) Equipo LECOFP-528, para determinar proteína.....	<b>29</b>
<b>Figura 7.</b> Equipo utilizado para determinar lípidos (Soxtec Avanti 2050).....	<b>31</b>
<b>Figura 8.</b> Equipo para determinar fibra cruda (Fibertec System M).....	<b>33</b>
<b>Figura 9.</b> Analizador de calorías (Calorímetro Parr 6400).....	<b>36</b>
<b>Figura 10.</b> Proceso de pesado de premezcla de minerales y vitaminas en balanza analítica (Mettler Toledo).....	<b>36</b>
<b>Figura 11.</b> Cortando los pellets de cada una de las dietas.....	<b>39</b>
<b>Figura 12.</b> Sistema de cultivo para bioensayos de crecimiento en el laboratorio húmedo de nutrición acuícola (CIBNOR).....	<b>40</b>
<b>Figura 13.</b> Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos ((a) temperatura, (b) salinidad, (c) pH y (d) oxígeno disuelto) medidos durante siete semanas.....	<b>43</b>
<b>Figura 14.</b> Valores promedio para la supervivencia, peso promedio inicial, peso promedio final, peso promedio ganado por dieta y factor de conversión alimenticia de <i>L. vannamei</i> .....	<b>46</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Composición de la premezclado de minerales.....	<b>37</b>
<b>Tabla II.</b> Composición de la premezclado de vitaminas.....	<b>37</b>
<b>Tabla III.</b> Composición de ingredientes e insumos para las dietas experimentales para camarón blanco ( <i>L. vannamei</i> ).....	<b>38</b>
<b>Tabla IV.</b> Composición químico proximal del insumo del charal, control y las dos dietas experimentales (charal y coco).....	<b>45</b>
<b>Tabla V.</b> Comparación de precios por cada una de las dietas elaboradas.....	<b>48</b>





## **Alimento alternativo para camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, utilizando insumos de origen vegetal y animal del estado de Guerrero.**

### **RESUMEN**

El cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* contribuye a la seguridad alimentaria y ayuda a erradicar el hambre, también es fuente de empleos en zonas rurales. La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar dos alimentos de biota económicamente viable, elaboradas con insumos de origen animal y vegetal de la Costa de Guerrero, que mantuviese la calidad nutricional del camarón durante la etapa de postlarva. Se comparó y registró el crecimiento del camarón blanco *L. vannamei*, utilizando dos dietas experimentales (una de origen animal y la otra vegetal) y un control. Los alimentos presentaron bajos porcentajes de proteína, la dieta de charal registró un 27.63%, coco un 25% y el control 24 %. El bioensayo se realizó en doce acuarios de 40 L, estos fueron llenados con agua de mar al 75%, la temperatura del agua se mantuvo a 29 °C. La densidad de siembra fue de 15 postlarvas por acuario por un periodo de siete semanas (45 días). Diariamente se registraron los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto); cada semana se realizaron biometrías para registro del crecimiento en peso de los camarones.

Los camarones que mostraron mayor crecimiento fueron alimentados con la dieta de charal con un 4.27 g de peso ganado, los organismos alimentados con la dieta de coco manifestaron 3.16 g de peso ganado y los alimentados con el control reflejaron un 3.33 g de peso ganado. De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos mencionar que las dos dietas experimentales representan ser alternativas alimenticias para camarón blanco viables. Por esta razón, podemos contribuir a disminuir los costos que los productores camaronícolas invierten en la compra del alimento para camarón.

**Palabras clave:** Camaronicultura, alimento sustentable, alimento de origen vegetal y animal.

## **Alternative food for white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, using inputs of vegetable and animal origin from the state of Guerrero.**

### **ABSTRACT**

The cultivation of white shrimp *Litopenaeus vannamei* contributes to food security and helps eradicate hunger, it is also a source of employment in rural areas. The objective of this research was to develop two economically viable biota foods, made from inputs of animal and plant origin from the Costa de Guerrero, to maintain the nutritional quality of shrimp during the postlarvae stage. The growth of white *L. vannamei* shrimp was compared and recorded using two experimental diets (one animal and the other vegetable) and a control. Food showed low percentages of protein, charal diet recorded 27.63%, coconut 25% and control 24%. The bioassay was performed in twelve 40 L aquariums, these were filled with 75% seawater, the temperature of the water was maintained at 29 °C. The stocking density was 15 postlarvae per aquarium for a period of seven weeks (45 days). The physicochemical parameters of the water were recorded daily (temperature, salinity, pH and dissolved oxygen); each week biometries were performed to record growth by weight of the shrimps.

The shrimp that showed the highest growth were fed with the charal diet with a 4.27 g weight cattle, organisms fed with the coconut diet showed 3.16 g of weight gained and those fed with the control reflected a 3.33 g of weight gained. According to the results obtained, we can mention that the two experimental diets represent food alternatives for viable white shrimp. For this reason, we can contribute to reducing the costs that shrimp producers invest in buying shrimp food.

**Keywords:** Shrimp culture, sustainable food, food of plant and animal origin.

# 1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura, es el conjunto de actividades dirigidas a la producción controlada, preengorda y engorda de especies de flora y fauna realizadas en instalaciones ubicadas en aguas dulces, marinas o salobres, por medio de técnicas de cría o cultivo que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa (Ley general de pesca y acuicultura sustentable, 2018). “La acuicultura ha sido practicada por más de 2000 años en forma artesanal, reciclando desechos y utilizando nutrientes que no son utilizados directamente para consumo humano, sigue siendo una importante fuente de alimento, nutrición, ingresos y medios de vida para personas en todo el mundo” (FAO, 2016, p.2).

Además de ser importante al aportar alimentos ricos en proteína, genera un valor comercial, social y económico. Su finalidad es apoyar el desarrollo sostenible, evitando la sobreexplotación pesquera y ambiental sobre los recursos acuáticos; proporciona trabajo alternativo o complementario en el sector pesquero y otras actividades relacionadas, sobre todo en regiones pesqueras en crisis o rurales con alto grado de marginación (FAO, 2015, p.6).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016 a b), prevé para el año 2050 la población mundial ascienda a 9,000 millones de personas en un contexto nada favorable como lo es el cambio climático, incertidumbre económica y financiera, aumento de la competencia por los recursos naturales. La acuicultura a lo largo de los años ha incrementado el porcentaje de especies cultivadas para el consumo humano desde un 7% en 1974 hasta un 39% en 2004.

Esto es un ejemplo de que la acuicultura puede contribuir a incrementar la seguridad alimentaria de una manera sustentable, emprendiendo tecnologías amigables con el ambiente, sistemas donde se utilicen más eficientemente los recursos (policultivos y cultivos multitróficos integrados) y hacer una relación entre las dos principales

actividades productoras de alimento como lo son: acuicultura y la agricultura (acuaponía).

El camarón se ha convertido en uno de los productos marinos de mayor consumo a nivel mundial y ante el agotamiento de sus poblaciones silvestres, su cultivo (camaronicultura) contribuye gran parte a la demanda del producto (Rodríguez, Crespo y López, 2010).

La actividad acuícola en México comenzó a ser una actividad económicamente importante a finales de los años setenta y principios de los ochenta (DeWalt, Ramírez, Noriega & González, 2002), la importancia del cultivo de camarón en México se identifica al analizar los datos de CONAPESCA (2017), los que señalan que más del 90% del total de la producción acuícola correspondió al camarón, esto en el año 2017, cuando se alcanzó una producción de 150 mil toneladas de camarón con un valor superior a 670 millones de dólares (CONAPESCA, 2017).

La acuicultura de camarón enfrenta algunos retos importantes para consolidarse como una actividad económicamente viable y ecológicamente sustentable. Una de las principales practicas recomendadas por los especialistas en nutrición acuícolas para hacer de la camaronicultura una actividad más sustentable, es el aprovechamiento del alimento natural que se da en los sistemas de cultivo (Tacon 2002, Martínez-Córdova et al. 2009). Los primeros alimentos paletizados para camarón se produjeron probablemente alrededor de los años sesenta en Asia se fabricaron de manera artesanal en las propias granjas, utilizando ingredientes locales y tecnologías muy rudimentarias. Estos alimentos, aunque tenían formulaciones más apropiadas para cubrir los requerimientos específicos de camarones, no consideraban varios aspectos importantes tales como: la especie de camarón, la etapa de desarrollo, las densidades de cultivo, la abundancia de alimento natural en los estanques, el balance de micronutrientes, etc. (Martínez- Córdova & Martínez-Porchas, 2015). Entre los más importantes destaca el de maximizar la eficiente utilización de los nutrientes en las dietas mediante la formulación de alimentos cada vez mejores, así como la

implementación de adecuadas prácticas de manejo y suministro del alimento (Martínez, 2008).

En el estado de Guerrero, esta actividad productiva no es ajena a los problemas de los productores nacionales, independientemente de altos costos de operación por concepto de alimento y alimentación, mismos que representan entre 50 % y 70% del total de costos operativos de la actividad camaronícola (Martínez-Córdova et al. 2015).

Por lo anterior, es importante la búsqueda y aplicación de insumos de origen vegetal para reemplazar alimentos comerciales que contienen en su dieta una elevada cantidad de harina de pescado, tal como lo señala Faillace, Vergara y Suárez (2016), quien destaca la importancia de la búsqueda de alternativas alimentarias tanto para bajar los costos de producción, como por razones ambientales.

Por tanto, la presente investigación pretende contribuir a la búsqueda de alternativas de alimentación sustentable, que permitan disminuir los costos de operación de los productores de camarón del estado de Guerrero, a través de alimentos de menor costo, con dietas que utilicen productos naturales de la región, sin duda esta alternativa contribuirá a la obtención de insumos accesibles y propiciará la mejoría de ingresos de este sector productivo.

Derivado de los problemas que presentan los productores de camarón en Guerrero, se planteó el siguiente objetivo general: desarrollar dos dietas de biota económicamente viable, elaboradas con insumos de origen animal y vegetal de la costa de Guerrero, que mantenga la calidad nutricional del camarón blanco *L. vannamei* durante la etapa de postlarva. Para lo que se diseñaron tres objetivos específico: a) identificar productos naturales de la región para la elaboración del alimento para camarón blanco, b) desarrollar dos dietas acuícolas económicamente viables que mantengan la calidad nutricional del camarón blanco y c) evaluar el crecimiento y supervivencia de la postlarva *L. vannamei* alimentados con dos dietas elaboradas con insumos regionales, mediante la aplicación de tasas de alimentación de biota básica.

# CAPÍTULO I

## Marco referencial y conceptual

En este capítulo se hace una fundamentación teórica del trabajo de investigación. En un primer apartado, se analiza el estado que guarda la actividad de la acuicultura en Guerrero, además se presenta una revisión de conceptos que guían el trabajo, tales como características del cultivo camaronícola, características generales y biológicas del camarón blanco (*L. vannamei*). Por último, se describen los conceptos claves que conforman esta investigación tales como son: desarrollo sustentable, desarrollo local, enfoque ecosistémico de la acuicultura, camaronicultura y tipos de cultivo.

## Marco Referencial

### 1.1 La acuicultura en el estado de Guerrero

En los albores del siglo XXI en México la actividad acuícola ha presentado una tasa de crecimiento anual de 3.24%, que es menor al crecimiento registrado al resto del mundo (6%). El volumen producido en 2013 fue 246 mil toneladas, representando el 14.08% de la producción total nacional (pesquero y acuícola). El 79.7% del volumen acuícola lo aportan tres especies; mojarra, camarón y ostión. El camarón por su volumen se encuentra posicionado en el 2° lugar de la producción pesquera en México; sin embargo por su valor se encuentra en el primer lugar (CONAPESCA, 2017). Esta especie es la más importante con el 15 % del valor total de los productos pesqueros comercializados a nivel internacional. A partir de 1993, el cultivo de camarón representaba el 8% de la producción acuícola nacional, de lo cual tuvo un incremento anual de 2.4% hasta llegar a contribuir con el 47% en el año 2009.

Datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2013) en su estudio sobre Evaluación de impacto de la componente acuicultura y pesca 2010- 2012, identifica los problemas presentes en el sector acuícola y pesquero del estado de Guerrero como son:

- a) limitado crecimiento de las actividades acuícolas,
- b) pobreza de las familias rurales,
- c) perturbación de los recursos naturales,
- d) la existencia de un entorno económico desfavorable,
- e) marco institucional limitado para generar políticas que contribuyan al desarrollo acuícola de Guerrero.

En consecuencia de lo anterior, la actividad agropecuaria y pesquera ha tenido un bajo crecimiento, esto derivado del poco desarrollo que ha existido en la capacitación del personal técnico especializado y empresarial, falta de innovación tecnológica, además de los bajos niveles de productividad del sector acuícola y los problemas de mercados y de financiamiento.

SAGARPA (2008) indica que la degradación de los recursos naturales en el sector rural y pesquero, se presenta por la sobreexplotación de los recursos pesqueros, como de los hídricos y la contaminación de cuencas y suelos.

Las acciones que el gobierno del estado ha implementado en los últimos años a través de distintos programas en brindar apoyos a la actividad acuícola, sobre todo en lo que corresponde a la rehabilitación, y construcción de estanques de cultivo, la construcción de jaulas flotantes, además del equipamiento de embarcaciones para pesca ribereña.

Según SAGARPA (2013) el estado de Guerrero cuenta con 522 kilómetros de litoral, y cerca de 70 mil hectáreas (has) de aguas lagunares y continentales para el desarrollo de la pesca y acuicultura. Sin embargo su plataforma continental es angosta (10 km. en promedio, por lo que la zona de pesca es limitada). En 2012, unos 17 mil guerrerenses (en su mayoría pescadores improvisados) se dedicaban a la captura pesquera y la acuicultura. Se agrupan en 409 cooperativas y 7.5% de ellos en otras formas de

organización. El 92.7% de las cooperativas eran ribereñas, 5.4% acuícolas, 1.2% de pesca deportiva. El sector se caracteriza por pesquerías de pequeña escala, principalmente de subsistencia, con escaso desarrollo en infraestructura.

En Guerrero existen 474 unidades de producción distribuidas en 11,566 has, 91 son unidades acuícolas camaroneras y están establecidas en 387 has, en su mayoría, con un sistema de cultivo semi-intensivo (CONAPESCA, 2011). Así mismo produce un volumen total de la producción pesquera mensual en peso vivo de 29,145 toneladas de camarón (CONAPESCA, 2017).

## **1.2 Camaronicultura**

La camaronicultura es la actividad que se refiere al cultivo de camarones a través de diversos sistemas de producción, los cuales se clasifican en extensivo, semi-intensivo e intensivo. Como en todos los sistemas de cultivo de animales, el crecimiento y producción de camarón de cultivo depende completamente de la ingesta de alimentos; este último representa el principal y más alto costo de operación de la mayoría de los cultivos semi-intensivos e intensivos, ya que aunque en la actualidad se utilizan alimentos inertes con ingredientes nutritivos balanceados, persisten deficiencias en la propiedades físicas del alimento, tales como su estabilidad en el agua, su flotabilidad y su palatabilidad (Tacon *et al.*, 2000).

A finales de los 60's y principios de los 70's se desarrollaron técnicas de cultivo de varias especies de peneidos, incluyendo *Marsupenaeus japonicus*, *Penaeus monodon* y después *L. vannamei* y *L. stylirostris*. En China, el mayor productor mundial de camarón, se produjo primero *F. chinensis* y *P. monodon* y actualmente se está produciendo *L. vannamei*. En tan sólo un espacio de 25 años la camaronicultura ha emergido, como una alternativa de la pesca, dentro de las primeras industrias acuícolas a nivel mundial, principalmente en Asia, América Latina y muy recientemente en África (FAO, 2006; Gillett, 2008).

Téllez, M. (2016), Menciona que en México el cultivo de camarón es el principal mercado de producción acuícola con 114,500 toneladas en el 2015; el camarón representa una gran demanda por los mercados internacionales, considerando la información del departamento de comercio de Estados Unidos, la cual refiere que las exportaciones de camarón de México a EUA acumuladas a septiembre del 2016 incrementaron a 14, 205 toneladas, cifra superior en 4.94% referente a las 13, 536 toneladas registradas en septiembre del 2015.

En septiembre del 2016 se exportó en valor comercial 157.8 millones de dólares, esto es, 6.6 % menor a los 168.9 millones de dólares de septiembre del 2015.

El camarón es uno de los organismos acuáticos más consumidos mundialmente, derivado de lo anterior sus poblaciones silvestres en su medio natural se han visto disminuidas. La camaronicultura representa una alternativa de producción de estos organismos, ya que satisface gran parte de esta demanda, debido a que las pesquerías han llegado a su punto máximo de explotación (Dugger, 1990). La camaronicultura, a pesar de sus innegables beneficios como son la creación de un gran número de empleos, la obtención de divisas para los países en desarrollo, la obtención de ganancias económicas para las empresas dedicadas a la actividad, entre otros, es una agroindustria que enfrenta grandes retos y problemáticas (Martinez- Córdova & Martinez- Porchas, 2015).

Cobo et al. (2000) reconocen la declaración final de la cumbre de países celebrada en 1997 en Kyoto, la pesca y la acuicultura representan un papel importante en el abastecimiento adecuado de alimentos, desde la oferta de pescado hasta el bienestar económico y social. Además, toma en cuenta la capacidad de la acuicultura como el sector más eficaz de crecimiento entre los sectores productores de alimentos y, representa la más importante alternativa para mantener la proporción de organismos marinos en la dieta mundial, esto a causa de la degradación ambiental, la sobrepoblación y la sobreexplotación. Tal declaración menciona a escala mundial de fomentar la acuicultura, como alternativa de producción alimentaria, especialmente de

organismos ricos en proteínas, y cuyo ecosistema de producción y reproducción natural está sujeta a una inmensa sobreexplotación y contaminación de su habitat natural. Bajo este panorama, la acuicultura establece un factor básico de desarrollo para los países más rezagados, que pueden impulsarse desde una fuente básica de productos alimenticios, pero al mismo tiempo beneficiando a la población, generando empleos y produciendo alimentos altos en proteínas para los mismos, con ayuda de la innovación tecnológica.

El cultivo de camarón participa de manera importante para el logro de la seguridad alimentaria de los mexicanos, mediante la actividad camaronícola se satisface la creciente demanda interna. Además, son un importante medio de subsistencia para las familias dedicadas a la producción de camarón en todo el país (FAO, 2005).

Así mismo, tiene una gran contribución al desarrollo social. Cuando se practica en áreas rurales se ejerce presión para mejorar infraestructura y promover el desarrollo de pequeñas comunidades, disminuyendo la migración de jóvenes a las ciudades (Hishamunda & Ridler, 2002) y generando así un impacto social positivo (Malagrino, Lagunas y Rubio, 2008).

En general, la acuicultura representa una fuente adicional de proteína, contribuye a la seguridad alimentaria, a la generación de divisas, el fomento al desarrollo regional, a la creación de nuevas fuentes de empleo y a la reducción de la presión sobre los recursos naturales, particularmente en áreas costeras.

### **1.3 Características y tipos de cultivos en la camaronicultura**

#### **Enfoque ecosistémico de la acuicultura**

El enfoque ecosistémico de la acuicultura (EEA) es una estrategia para la acuicultura no es lo que se hace sino cómo se hace. La base de la estrategia está en la participación de los interesados. El EEA, tiene como base los principios del desarrollo sostenible, donde “sostenible” no

sólo se limita aspectos ecológicos, sino que también, toma en cuenta aspectos económicos y sociales, y su interacción con los aspectos ecológicos. Las dimensiones sociales, biofísicas o ecológicas de los ecosistemas están minuciosamente ligadas, de modo que la interrupción de una probablemente cause una alteración o cambio en la otra.

Así mismo, El EEA se hace eco de los principios de desarrollo fijados en la formulación del Enfoque Ecosistémico de la Pesca (EEP). El EEA y el EEP tienen tres objetivos principales dentro de un marco de estructura jerarquizada: a) garantizar el bienestar humano, b) garantizar el bienestar ecológico y c) facilitar el logro de ambos, es decir, la gobernabilidad efectiva del sector o las áreas donde la acuicultura se realiza y tiene potencial para el desarrollo. (FAO, 2011).

La FAO, (2011) propuso la siguiente definición: “un enfoque ecosistémico a la acuicultura (EEA) es una estrategia para la integración de la actividad en el ecosistema más amplio, que promueva el desarrollo sostenible, la equidad y la capacidad de recuperación de los sistemas socio-ecológicos interconectados”.

De la misma manera, diversos documentos de trabajo realizados por la propia FAO, la World Wildlife Fund for Nature (WWF) y la Organización Mundial de Comercio (OMC), entre otros, consideran que la contribución de los océanos, los mares y las costas tanto a la seguridad alimentaria, la nutrición y el empleo digno, implica que las actividades acuícolas sean rentables.

El EEA puede ser definida como “una orientación para el desarrollo y ordenación del sector que de una manera simultánea, tiene en consideración sistemas físicos, ecológicos, sociales y económicos,” además de una gama de interesados y esferas de influencia. Su aplicación sigue tres principios fundamentales:

a) el desarrollo y la ordenación de la acuicultura deben tener en cuenta la variedad de funciones y servicios ecosistémicos y no afectarlas;

b) la actividad acuícola debe mejorar el bienestar humano y la equidad entre las partes interesadas, y

c) la acuicultura debe desarrollarse con la intervención y apoyo de las diversas dependencias de gobierno (CEDRSSA, 2015). En una relación más estrecha entre productores, investigadores y gobierno (Martínez-Córdova et al 2009).

### **Tipología de cultivos**

Según Martínez-Palacios (1992) clasifica cuatro tipos de sistemas de cultivos: sistema extensivo, sistema semi-intensivo, sistema intensivo y sistema super-intensivo. Cada uno posee diferentes características entre las que se encuentran la densidad de siembra, tecnología y el alimento a suministrar.

- **Sistema extensivo**

Este sistema se caracteriza por tener un bajo costo operacional y bajas densidades de siembra de organismos. Generalmente este tipo de producción se lleva a cabo en grandes estanques de tierra (variando desde algunas hectáreas más 100), se utiliza un bajo o nulo recambio de agua, bajas densidades de siembra ( $<5 \text{ ind/m}^2$ ); no se provee aireación artificial, y se aplica muy poca o nula fertilización y alimentación suplementaria. Estos tipos de sistemas tienden a producir bajos rendimientos ( $<500 \text{ kg/ha}$ ) (Tacon, 2002).

La alimentación utilizada es natural, es decir, la existente en el cuerpo de agua que generalmente es abundante, son organismos vivos de origen animal o vegetal (fitoplancton que se encuentra en la columna de agua y los bentos en el fondo). Es un cultivo no controlado, es decir, que está sujeto a las variaciones climáticas. Se utiliza el modo de producción de policultivo (con varias especies), para aprovechar todo el alimento presente en el agua (Coto, 2009).

- **Sistema semi-intensivo**

En este tipo de cultivo se incrementa la densidad de siembra (10 - 30 PL/m<sup>2</sup>). En estos sistemas por lo general se manejan estanques de tierra de tamaño moderado (1-20 ha), con un recambio de agua de 5-20%/día y densidades de siembra entre 11 y 25 ind/m<sup>2</sup>, algunas granjas utilizan aireación ocasional y es necesaria una alimentación suplementaria así como fertilizaciones regularmente. Este tipo de sistemas se produce de 1,000 a 5,000 kg/ha (Tacon, 2002).

- **Sistema intensivo**

Se basa en la siembra de densidades más altas (60 - 300 PL/m<sup>2</sup>), dependiendo de las características de cada especie y sitio. Se utilizan estanques de tierra o recubiertos de membrana plástica. Se caracteriza por hacer uso de una alta tasa de recambio de agua (20-100%/día). Se caracteriza por utilizar un sistema de aireación continua (24 h), alimentación suplementaria y fertilización constante. Este sistema genera altos rendimientos (5,000 a 15,000 kg/ha) (Tacon, 2002). Este sistema se caracteriza principalmente por ser un sistema controlado, es decir, tiene un estricto control de las condiciones del abastecimiento de agua, alimento y medidas de sanidad (SAGARPA, 2008). En la acuicultura intensiva, el productor debe de tener todos los factores ambientales controlados tales como: temperatura, iluminación, oxígeno disuelto, pH; factores bióticos: densidad, alimentación y salinidad, entre otros, que influyen en el desarrollo, crecimiento y reproducción de los organismos (Rodríguez & Maldonado, 1996).

- **Sistemas super-intensivos**

Estos sistemas se llevan a cabo principalmente en tanques de concreto o plástico, o en estanques pequeños (<1 ha) recubiertos con geo-membrana plástica en invernaderos. Se manejan altas densidades de siembra (>200 ind/m<sup>2</sup>) (Ray, Dillon y Lotz, 2011), y debido a la eficiencia en la remoción del nitrógeno inorgánico es posible a reducir e incluso eliminar el recambio de agua. Los costos de alimentación disminuyen más del

25% al utilizar la biomasa microbiana como fuente de proteína (Avnimelech, 2007). En la actualidad, este tipo de cultivos pueden lograr producciones de hasta 80 ton/ha. Sin embargo, los costos de operación son relativamente altos y se requiere de una numerosa y especializada fuerza laboral.

La tecnología utiliza el co-cultivo de bacterias y demás microorganismos heterótrofos creciendo en flóculos bajo condiciones controladas en el estanque. Esta biomasa microbiana crece con alimento no consumido, excretas de los camarones, productos inorgánicos nitrogenados resultando en una reducción de estos compuestos no deseados en el agua.

El principal factor es el crecimiento intensivo de la bacteria heterotrófica que consume el carbono orgánico (De Schryver, Crab, Defoirdt, Boon y Verstraere, 2008).

Por ellos se les suministra frecuentemente cantidades significativas de fuente de carbono, como la melazas (Avnimelech, 2007).

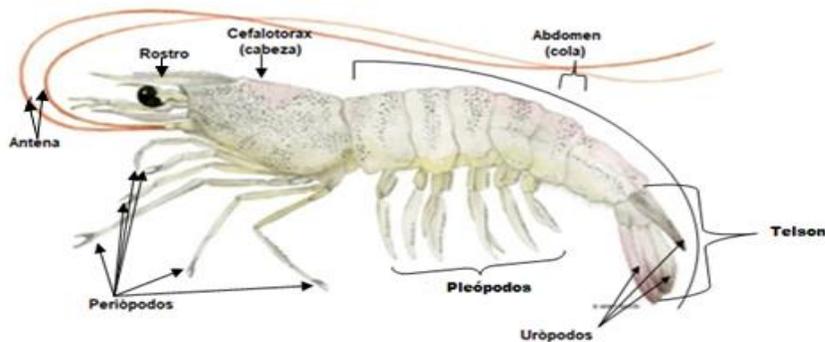
#### 1.4 Taxonomía y características del *L. vannamei*

Phylum:	Arthropoda
Subphylum:	Crustacea
Clase:	Malacostraca
Orden:	Decápoda
Superfamilia:	Penaeoidea
Familia:	Penaeidae
Género:	<i>Litopenaeus</i>
Especie:	<i>Vannamei</i>

(Pérez & Kensley, 1997)

## Morfología externa

Cuerpo alargado, dividido en cefalotórax (rostro, antena, anténulas y periópodos), abdomen (6 segmentos abdominales y pleópodos) y cola (telson y urópodos), de color blanco translúcido con tonos amarillos. Tienen antenas, periópodos (patas delanteras) y urópodos (cola) pigmentados de color rojizo. Rostro moderadamente largo con 7 - 10 dientes dorsales y 2 - 4 dientes ventrales (INAPESCA, 2018). (Figura 1.).



**Figura 1.** Morfología externa del camarón blanco *L. vannamei*.

## Distribución

El camarón blanco es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora, México al norte, hacia centro y Sudamérica hasta Tumbes en Perú, en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20 °C durante todo el año (INAPESCA, 2018). Introducido en las costas del Golfo de México por la actividad acuícola.

## Ciclo de vida

Desovan en aguas oceánicas costeras. Después de la fase larvaria (nauplio, zoea y mysis), las postlarvas migran a sistemas estuárinos para continuar su desarrollo hasta alcanzar una talla entre 4 y 10 cm. Posteriormente, regresan al océano para completar su madurez (INAPESCA, 2018).

## **Hábitat**

Sistemas marinos con temperatura media anual de 20 ° C, toleran un intervalo de salinidad entre 2 - 40 unidades prácticas de salinidad (ups), con un óptimo de 35 ups. Los adultos viven en ambientes marinos tropicales y subtropicales con fondos arenosos, mientras que las postlarvas pasan la etapa juvenil y pre-adulta en estuarios y lagunas costeras (INAPESCA, 2018).

## **1.5 MARCO TEORICO –CONCEPTUAL**

### **1.5.1 Desarrollo sustentable**

La definición formal adoptada por la FAO (1988) indica: “Desarrollo sustentable (D.S.) es el manejo y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, de tal manera que asegure la obtención y continua satisfacción de las necesidades humanas en las generaciones presentes y futuras. Dicho D.S. (en los sectores agrícolas, forestales y de pesca) conserve los recursos bióticos y abióticos, que sea ambientalmente no degradable, técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable” (Sarmiento, 2000).

La definición original en el Informe Brundtland (1991) lo describe como: “un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones y la orientación de la tecnología y el cambio institucional están todos en armonía y mejoran la potencialidad para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas tanto actuales como las futuras”.

El desarrollo sustentable involucra muchos más que variables de orden económico y ambiental por separado. Supone una visión holística y comprensiva de la correlación que unen ambos procesos con elementos de orden educativo, cultural, ético y aún

estético, así como con cuestiones de orden político que permitan la incorporación al desarrollo de grupos en desventaja (Mijangos, 2006).

En perspectiva latinoamericana el desarrollo sustentable implica:

- a) Promover un enfoque sistémico de proyectos múltiples.
- b) Énfasis en la participación de organizaciones locales en la decisión de proyectos.
- c) Programación a largo plazo.
- d) Intercambio de experiencias en los procesos de desarrollo local y regional.
- e) Promoción del pluralismo de ideas y recursos para impedir el monopolio.
- f) Vínculos entre gobiernos y sociedad civil para ampliar la base social de acción.
- g) Inclusión del medio ambiente en las cuentas patrimoniales.
- h) Rediseño de la relación con los países ricos.
- i) Uso prioritario de los propios recursos y posibilidades atendiendo a las características endógenas socioculturales, nacionales e históricas.
- j) Introducción de la perspectiva ambiental en los ámbitos formales y no formales de la educación, a fin de que esta inclusión redunde en la obtención de tecnología propia. (Mijangos, 2006).

Calvente (2007) indica que desde el punto económico: “La sustentabilidad es la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo, protegiendo al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas”.

“Lo que esencialmente se busca a partir de la sustentabilidad es avanzar hacia una relación diferente entre la economía, el ambiente y la sociedad. No busca frenar el progreso ni volver a estados primitivos. Todo lo contrario. Busca precisamente fomentar

un progreso pero desde un enfoque diferente y más amplio, y ahí es donde reside el verdadero desafío.” (Calvente, 2007, p.4).

### **1.5.2 Desarrollo local**

El desarrollo local “es un proceso localizado de cambio social y crecimiento económico sostenible, que tiene por finalidad el progreso permanente de la comunidad y de cada individuo integrado en ella” (Valcárcel, 1999).

El desarrollo local parte desde las características propias de cada localidad (culturas, territorio, costumbres, economía y política). Todo proceso de mejora en un territorio específico, con ayuda de su propia población local.

Ray (1998) y Vázquez (2009) afirman que el desarrollo de un territorio depende de las elecciones que sus habitantes realizan con respecto al uso de sus capacidades y recursos, construyendo a través de sus decisiones sobre los proyectos que deberán impulsarse, la estrategia de desarrollo. Ésta concepción se ha denominado desarrollo local, y tiene como elementos clave las capacidades, recursos locales y la participación activa de los actores.

Friedmann (2001) y Cazorla, de los Ríos & Salvo (2004) enfatizan que los participantes en los procesos de desarrollo deben esforzarse en identificar los elementos claves para el buen funcionamiento del desarrollo local de manera contextualizada. La participación y las capacidades de cada integrante de la comunidad representan el motor del desarrollo, expresadas con libertad para la vida social, política y económica de una comunidad, así mismo, estimulan la productividad de una región, y amplían el bienestar de la población de acuerdo con lo señalado por Sen (1998).

Asimismo, Carvajal (2011) describe al desarrollo local como un proceso de desarrollo endógeno, que conjuga varios factores como lo son: el territorio, las identidades o las dimensiones culturales, la dimensión política y económica de cada localidad. Es una

apuesta a la democratización de las localidades, al desarrollo sustentable y equitativo repensando las potencialidades del territorio y la sociedad local.

La acuicultura es una alternativa de la pesca para producir organismos acuáticos, estos son una excelente fuente de los macronutrientes y micronutrientes necesarios para llevar una dieta saludable. De esta manera la acuicultura contribuye a la seguridad alimentaria y nutrición humana. De acuerdo a la Agenda 2030, la acuicultura desempeña una importante lucha contra el hambre. Además, los organismos acuáticos son una fuente rica en nutrientes esenciales para el ser humano, esto colabora con una nutrición de calidad para los hogares de países pobres o en vías de desarrollo, a través de la diversificación de los medios de subsistencia y la generación de ingresos.

Actualmente, la acuicultura suministra más del 50 % de todo el marisco que se consume. Proporciona ingresos a los productores en pequeña escala y permite a los acuicultores y las empresas a gran escala generar millones de empleos bien remunerados para personas con escasos recursos. Además, mejora el estado nutricional de las familias y su acceso a servicios de vivienda, salud y educación adecuados (FAO, 2006). En consecuencia, la acuicultura ha demostrado que puede contribuir a la erradicación del hambre, la inseguridad alimentaria y nutricional y la pobreza en muchas partes del mundo.

## CAPÍTULO II

En este capítulo se aborda la descripción de la granja camaronícola (ubicación y su conformación).

Por último, se describe el método de estudio para la presente investigación, así como también se detalla la metodología, los materiales, las herramientas y los procedimientos.

### **2. La acuicultura en el municipio de Coyuca de Benítez, Gro. en donde se circunscribe la investigación**

El municipio de Coyuca de Benítez, Gro. concentra a más del 50 % de las unidades de producción acuícolas (UPA's) que operan continuamente en la engorda de camarón blanco, son las de mayor antecedentes de producción acuícola, ya que la actividad acuícola en este municipio tiene más de 30 años, por lo que se puede decir que es el municipio pionero en la industria camaronícola del estado de Guerrero. Entre las UPA's se encuentra la granja acuícola El Jhoret Carrizal S.C. de R.L., en la cual se colabora en el presente trabajo de grado.

La granja es una sociedad cooperativa de responsabilidad limitada, se constituye en septiembre del 2005. Es una sociedad de origen familiar integrada por siete socios, los cuales han desarrollado amplia experiencia en la producción de postlarvas (PLs) de camarón blanco (*L. vannamei*), materia prima de más de 60 UPA's dedicadas a la engorda de camarón blanco en las costas del estado de Guerrero. Los socios, además de contar con la formación académica orientada a la acuicultura, desde 1982 tienen experiencia en la producción de langostino malayo (*Macrobrachium rosenbergii*), y desde 1990 en el cultivo de camarón (engorda) y en 1994 comenzaron con el cultivo de larvas y a producir postlarvas de camarón *L. vannamei*.

Actualmente la cooperativa es la pionera y única en la agroindustria de producción de postlarvas en el estado de Guerrero. A partir del 2012, mantiene un ciclo de cultivo

cerrado garantizando la calidad y fortaleza de las postlarvas ofertadas a los productores camaronícolas del estado. El laboratorio actualmente cuenta con unas unidades de maduración, desove, desarrollo larvario y unidad de crecimiento de postlarvas, con la infraestructura adecuada para su óptimo funcionamiento, mientras que en la unidad de engorda (Figura 2.) localizada a 10 minutos del laboratorio en dirección al municipio de Coyuca, está en una parcela ejidal de 5.0 has, con cuatro estanques, con una superficie de cultivo de 1 hectárea cada uno, donde se realizan cultivos de engorda para comercialización al consumidor.



**Figura 2.** Unidad de producción en granja camaronicola “El Jhired”

El enfoque metodológico de la investigación es bajo un enfoque de la metodología cuantitativa, dado el peso que se le dio al análisis de datos derivado del experimento, es de señalar que en una primera etapa se recurrió a revisar diversas fuentes secundarias de información de dependencias reguladoras del sector acuícola en México, tales como la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), así también de organismos internacionales como la (FAO), a fin de tener un marco referencial sobre la acuicultura en función de su importancia como actividad generadora de alimento, enfocando el estudio sobre México y el estado de Guerrero.

## Localización de la cooperativa

La cooperativa el Jhired se encuentra ubicada en la localidad el Carrizal, pertenece al municipio de Coyuca de Benítez en el estado de Guerrero, dentro de la región denominada Costa Grande. Se localiza al suroeste de Chilpancingo, su cabecera municipal se encuentra sobre la carretera federal Acapulco- Ciudad Lázaro Cárdenas, Michoacán, aproximadamente a 32 kilómetros de Acapulco; en la región Costa Grande.

La población cuenta con un total de 591 personas, de las cuales 276 son hombres y 315 son mujeres. Del total de la población, el 5,25% proviene de fuera del estado de Guerrero. El 5,25% de la población es analfabeta (el 5,43% de los hombres y el 5,08% de las mujeres) (INEGI, 2010).

Las principales actividades económicas de esta localidad son la pesca, acuicultura, hotelería y servicio restaurantero, así mismo el turismo representa una fuente de ingresos para los lugareños.

En ésta localidad se ubica la empresa El Jhired Carrizal, Sociedad Cooperativa (Mapa 1).



## **Hidrología**

Los recursos hidrológicos que componen este municipio se constituyen por el río Coyuca, la Pintada, las Compuertas, Las Hamacas y Huapanguillo. También cuenta con las lagunas Mitla y Coyuca y un pequeño litoral; en época de lluvias se forman grandes torrentes de agua, estos hacen que los arroyos cortos se desembocan y causen inundaciones en las partes bajas (Centro Nacional de Estudios Municipales de la Secretaría de Gobernación, 1988).

## **Clima**

De acuerdo con el Centro Nacional de Estudios Municipales de la Secretaría de Gobernación (1988) señala que existen dos tipos de climas en el área de estudio, el subhúmedo-semicálido y cálido-subhúmedo, con temperaturas que varían de 25°C a 28°C en la época de primavera y verano; presenta una temperatura promedio de 24°C en invierno; el clima caluroso es el que más predomina. Las lluvias comienzan en mayo y terminan hasta octubre, con precipitación media de 1,750 milímetros, volviendo a llover en enero y febrero.

## 2.1 Desarrollo del proyecto

### 2.1.1 Material y Métodos

#### Insumos y sus características

Para la dieta vegetal se seleccionó el coco (*Cocos nucifera*) (Figura 3.), con la finalidad de conocer su composición nutricional y sus principales características son las siguientes:

Robles (1985) clasificó taxonómicamente al cocotero de la siguiente forma:

Reino: Vegetal  
División: Tracheaophyta  
Subdivisión: Pteropsidae  
Clase: Angiospermae  
Subclase: Monocotiledoneae  
Orden: Arecales  
Familia: Palmaceae  
Género: *Cocos*  
Especie: *nucifera*



**Figura 3.** Fruto de la palma de coco (*Cocos nucifera*).

La palma de coco, está ubicada en el 12avo lugar de la lista de especies de plantas alimenticias más importantes para el hombre (Granados-Sánchez & López- Ríos, 2002).

El cocotero es considerado la joya de los trópicos y es sin duda el cultivo arbóreo más importante del mundo, con alrededor de 3,000 millones de hectáreas cultivadas, que

involucra a más de 13 millones de personas relacionadas directa o indirectamente con los productos de esta planta (Borgtoff & Balslev, 1993).

México ocupa actualmente el octavo lugar mundial en la producción de coco, el cual ha registrado un crecimiento constante en su productividad en los últimos cuatro años, con una mayor aceleración en 2016 (SAGARPA, 2017).

El coco se cultiva en nueve entidades del país, Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Tabasco y Veracruz, donde el principal estado productor es Guerrero, entidad que aporta un volumen de 178.2 mil toneladas, las cuales representan el 80 por ciento de la producción nacional (SAGARPA, 2017).

De acuerdo a estadísticas de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2017), México produce 221 toneladas de coco al año, de las cuales 178 200 son producidas en Guerrero.

En México existen dos tipos contrastantes de cocotero, en cuanto a características genóticas. Estas corresponden, en términos generales, a las descritas por Harries (1971, 1977) como tipo silvestre “niu kafa” y tipo domesticado “niu vai”, distribuidos en América en las costas del Atlántico y del pacífico respectivamente, los cuales fueron introducidos independientemente por los españoles en el siglo XVI.

Pocas plantas tienen aplicaciones tan variadas como la planta de coco. De la cubierta del fruto se saca fibra para diversos fines, la cáscara dura o endocarpio se utiliza como combustible y frecuentemente como vasija o recipiente; de ella se obtiene también un carbón de primera calidad. El agua de coco es una bebida agradable y refrescante; la pulpa puede comerse directamente; la leche de coco resultante tiene un agradable sabor; pero los principales productos de la pulpa son el aceite y la copra. De las inflorescencias se obtiene un jugo dulce que se procesa como azúcar, o bien se hace fermentar para elaborar una bebida alcohólica. Las hojas y troncos son empleados como materiales de construcción y combustibles; las hojas se usan para techos,

cestería y sombreros; los pecíolos y nervaduras sirven para cercos, bastones y escobas.

El aceite de coco, es empleado en la industria de oleo químicos, en donde las propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas de los ácidos grasos y sus derivados son de particular importancia en la fabricación de una gran variedad de productos tales como: surfactantes y espumas estabilizadoras para detergentes, shampoos, cosméticos, compuestos farmacéuticos, inhibidores de la corrosión, emulsificantes y plastificantes (Granados-Sánchez & López- Ríos, 2002).

**Como insumo de dieta de origen animal, se utilizó el charal (*Chirostoma humboldtianum*) (figura 4).**

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Atheriniformes

Familia: Atherinopsidae

Género: *Chirostoma*

Especie: *humboldtianum*



**Figura 4.** Fotografía de C.D. Barbour en Miller *et al.* (2005). (*Chirostoma humboldtianum*)

(Valenciennes, 1835)

### **Características morfológicas**

Cabeza alargada con el maxilar inferior sobresaliente. El perfil comienza aplanado en la cabeza posteriormente se curva con su altura máxima a nivel de la aleta pélvica. Escamas predorsales amontonadas de bordes lacinados y presentan poros y canales en la línea media lateral. La pigmentación del cuerpo es clara (Froese & Pauly, 2012).

### **Distribución**

Pescado blanco *Chirostoma humboldtianum* es quizá la de más amplia distribución natural, ya que se tiene como lugares de origen la laguna de Zacapu en Michoacán, el río Lerma, los lagos del Valle de México y lagos de Santa María y San Pedro Lagunillas en Nayarit y lago Juanacatlán en Jalisco (Paulo, Soria y Figueroa, 2000). Los charales se encuentran en las aguas lénticas del altiplano mexicano, como son la laguna de Yuriria, el Lago de Pátzcuaro, el Lago Cuitzeo, el lago de Zirahuén, el Lago de Chapala, etc. Además, se han introducido en cientos de cuerpos de agua dulce del país (Dyer, 2003).

### **Reproducción**

Desova en las orillas de los cuerpos de agua, en áreas de poca profundidad, sobre algas filamentosas y entre las raíces de los sauces o en las piedras. La reproducción ocurre durante una buena parte del año, aunque existen variaciones dependiendo del cuerpo de agua en el que habita (Moncayo, Flores y Téllez, 1993).

## **2.2 Análisis químico proximal**

Con la finalidad de conocer las características y la composición nutricional de cada insumo, y además de las dietas elaboradas, se procedió a analizar mediante los distintos métodos de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (A.O.A.C, 2000) cada una de las muestras se analizó, en el laboratorio de Análisis Químicos Proximales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), en la Paz, BCS, Méx.

### **2.2.1 Determinación de humedad**

Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y un 95% en los alimentos naturales. En los tejidos vegetales y animales, puede decirse que existe en dos formas generales: “agua libre” Y “agua ligada”. El agua libre o absorbida, que es la forma predominante, se libera con gran facilidad. El agua ligada se halla combinada o absorbida. Se encuentra en los alimentos como agua de cristalización (en los hidratos) o ligada a las proteínas y a las moléculas de sacáridos y absorbida sobre la superficie de las partículas coloidales (Hart, 1991).

Para la determinación de humedad se utilizó el método de pérdida de peso. Se utilizaron los siguientes materiales:

#### **Materiales y reactivos**

Crisol de porcelana

Balanza analítica

Horno de secado (terlab)

Desecador

Crisol de porcelana

Pinzas para crisol

## Procedimiento

Consistió en pesar con exactitud 2 g. de muestra un crisol de porcelana, previamente puesta a peso constante. Después de colocar el crisol y su contenido en un horno a 105 °C (Figura 5) y desecar durante 4 hrs. Posteriormente se retiró el crisol del horno y se dejó enfriar en un desecador durante 30 minutos. Por último, se pesó la muestra seca en balanza analítica y se realizó el siguiente cálculo (A.O.A.C., 2000).

## Cálculos

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso crisol+muestra húmeda} - \text{Peso crisol+ muestra seca}}{\text{Peso muestra húmeda}} \times 100$$



Figura 5. Horno de secado (Terlab)

### 2.2.2 Determinación de ceniza

Se denomina ceniza al residuo fijo, seco que queda después de calentar una muestra biológica a 600 °C en mufla. La fracción de ceniza representa el material mineral contenido en el material biológico. Durante la incineración se eliminan, por combustión, todas las sustancias orgánicas contenidas en el alimento, y al final queda un material de coloración gris o blanca, dependiendo de la naturaleza de la muestra.

#### **Materiales y reactivos**

Cápsula o crisol de porcelana

Balanza analítica

Desecador

Campana de extracción de humos

Crisol de porcelana

Pinzas para crisol

Mufla (thermo scientific)

Mufla (thermolyne 6000)

#### **Procedimiento de incineración en mufla**

Como primer paso, se pesaron 2 g de muestra sólida (se utilizó el material residual de la determinación de humedad) y se colocaron en un crisol de porcelana previamente pesada y se introdujo a la mufla a incinerar a 600°C (para quemar completamente al carbón) durante 5 hrs. Ya cumplidas las 5 horas se apagó la mufla y se dejaron los crisoles adentro hasta el día siguiente. Como último paso se sacaron los crisoles y se pusieron en un desecador durante media hora, ya cumplido el tiempo se pesaron en una balanza analítica (A.O.A.C. 2000).

#### **Cálculos:**

$$\text{Ceniza} = \frac{\text{Peso crisol} - \text{Peso crisol vacío}}{\text{Peso muestra}} \times 100$$

### 2.2.3 Determinación de proteína

#### Procedimiento

Inicialmente se pesaron 200 mg de la muestra (insumo de charal, las dos dietas elaboradas con coco y charal y un control) a analizar, después se colocó en el horno de combustión Cooper sticks (Figura 6) y se presionó el botón start para dar inicio con el análisis de la muestra, después de 4 minutos el resultado fue mostrado (A.O.A.C. 2000).

#### Materiales y reactivos

Balanza analítica (cooper sticks)

Papel de estaño (tinfoil)

Oxido de magnesio

Pinzas pellets de oxide de alúmina

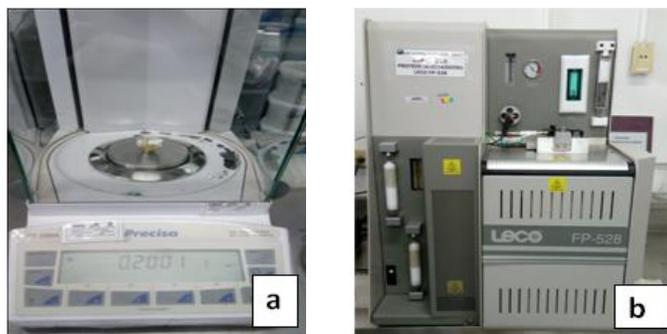
Gradilla para la muestra

Tanque de helio de alta pureza

Tanque oxigeno alta pureza

Tanque de aire comprimido

Equipo LECO FP528



**Figura 6.** (a) Proceso de muestra de charal para determinar proteína en una balanza analítica (Cooper Sticks). (b) Equipo LECOFP-528, para determinar Proteína.

## 2.2.4 Determinación de lípidos

### **Materiales y reactivos**

Balanza analítica

Pinzas

Papel filtro whatman No. 1 (cat. No. 1001 110)

Éter de petróleo

Desecador

Estufa (terlab)

Cartucho de celulosa whatman (cat. No. 2800258)

Campana extracción de humos

Equipo SOXTEC (avanti 2050)

Vasos de aluminio

Gradilla para vasos

### **Procedimiento**

Primeramente se encendía el chiller y la bomba de recirculación del agua, se encendió el panel de control e inmediatamente el programador. (El equipo dará una lectura que corresponde al último programa que se utilizó), se seleccionó nuestro programa. Previamente se pesaron los vasos de aluminio que se requieren para la determinación, con ayuda de unas pinzas se manejó el cartucho, se pesó la muestra utilizando una balanza analítica. Después se tomó cada cartucho y fueron colocados en la gradilla, para así, colocarlos manualmente en el equipo Soxtec Avanti 2050 (Figura 7), ya colocados se subieron dentro del aparato. Con ayuda de unas pinzas se colocaron los vasos de aluminio con 80 ml. de éter de petróleo.

Se oprimió la tecla de temperatura y cuando se igualó la temperatura de la parrilla con la del programa elegido, se oprimió la tecla de inicio. En ese momento se inició el programa con un tiempo de 70 minutos (que se dividen en 15 minutos de inmersión, 40 minutos de

goteo del solvente, 10 de recuperación del solvente, y 5 minutos de pre-secado).

Cuando terminó el programa la pantalla del master control volvió al inicio, se oprimió la tecla de flechas para subir los cartuchos, se retiraron los vasos del equipo y se colocaron en la campana durante 5 /10 minutos (con la finalidad de que se evapora el solvente remanente).

Ya hecho esto, se oprimió la tecla de flechas para bajar los cartuchos y se colocaron en la gradilla para procesar secado a 103° C / 1 hora.

Se tomaron con pinzas cada uno de los vasos y se pusieron en la estufa a 103 °C / 2 hrs.

Se sacaron los vasos de la estufa y se colocaron en el desecador 30 min. para que enfríen y después se pesaran. Por diferencia de peso y aplicando la fórmula encontramos el porcentaje de lípidos que tiene la muestra (A.O.A.C. 2000).

### Cálculos

$$\text{Extracto estéreo \%} = \frac{\text{Peso del vaso} + \text{lípidos extraídos} - \text{Peso del vaso vacío}}{\text{gr. de muestra}} \times 100$$



**Figura 7.** Equipo utilizado para determinar lípidos (Soxtec Avanti 2050)

## 2.2.5 Determinación de fibra cruda

### **Materiales y reactivos**

Sistema de extracción para fibra

Ac. Sulfúrico al 1.25%

FIBERTEC 2010, 1020

Octanol

Crisoles de vidrio 30 ml.

Agua destilada

Bomba de vacío

Hidróxido de sodio 1.25%

Placa de calentamiento

Vaso de precipitado 600 ml.

Bomba manual para lavados

### **Procedimiento de análisis Fibertec 1020**

Como primer paso, se pesó 1 g de muestra, previamente desengrasada, en el crisol de extracción. Se colocaron los crisoles en el equipo Fibertec (Figura 8) se bajó la palanca para embonar los crisoles con el refrigerante y se colocaron cada una de las palancas individuales en closed.

Se calentó a ebullición el  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 1.25 % (0.255 N) y se agregó 150 ml a cada crisol y con una pipeta de 1ml se les agregó octanol (antiespumante), luego se prendió el equipo y se colocaron en la perilla de control con una temperatura de 6 °C. Se verificó que estuviera conectada la bomba de recirculación de agua. Cuando estaba hirviendo se bajó la perilla de control de temperatura a 4 ° C y se dejó hervir por 30 minutos. Después, se bajó la temperatura a cero (0) y se conectó la bomba de vacío y se colocó la primera palanca en filtrado. Inmediatamente se inició el filtrado con el primer crisol y así se continuó con el siguiente hasta completar los seis crisoles.

Posteriormente se enjuagaron ahí mismo con agua destilada caliente, se realizaron un total de tres lavados con 50 ml de agua cada lavado, con ayuda de una bomba manual se tomaron los 50 ml y se adicionaron en cada crisol, se conectó la bomba de vacío y se filtró. Este paso se repite 3 veces hasta completar los lavados.

Se calentaron a ebullición el NaOH 1.25 % (0.255 N) y se agregó 150 ml a cada crisol y 1ml de octanol (antiespumante). Se repitió lo señalado en los pasos 4, 5 y 6.

Posterior a los lavados con agua destilada hirviendo, se conectó la bomba de vacío y se filtró.

Se apagó el equipo las palancas se regresaron a rest. se colocó la base de crisoles y se levantó la palanca para separar los crisoles del equipo. Se pusieron a secar los crisoles en la estufa a 120° C por 2 horas, se dejaron enfriar 30 min. en el desecador, y se pesaron los crisoles

Se colocaron los crisoles en la mufla a 520° C por 20 min., se apagó la mufla y se dejaron los crisoles adentro hasta otro día para que enfriaran, por último, se pasaron a un desecador, durante 30 minutos y se pesaron (A.O.A.C. 2000).

## Cálculos

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(Pcs - Pcc)}{m} \times 100$$



**Figura 8.** Equipo para determinar fibra cruda (Fibertec System M).

### **2.2.6 Extracto libre de nitrógeno**

El extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) es una medida indirecta de los carbohidratos "solubles" o "digeribles" presentes en el alimento. Se obtiene mediante la sumatoria de los valores porcentuales determinados para la humedad, proteína cruda, lípidos (extracto etéreo), fibra cruda y ceniza, y substrayendo el total de 100. Es necesario hacer notar que la inclusión o no en esta sumatoria del porcentaje de humedad, dependerá de cómo se quiere expresar el resultado, esto es, si se quiere expresar el ELN en base seca no se tomará en cuenta a la humedad, y los porcentajes de proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas, deberán estar también expresados en base seca.

En alimentos basados en vegetales, esta fracción se compone principalmente de azúcares libres, almidón y otros carbohidratos digeribles.

#### **Cálculos**

$$\text{E.L.N.} = 100 - (\% \text{ Proteína} + \% \text{ Extracto etéreo} + \% \text{ Fibra cruda} + \% \text{ Cenizas})$$

## 2.2.7 Determinación de energía

### **Materiales y reactivos**

Hilo de algodón

Acido benzoico

Cápsula de acero

Agua destilada

Pinzas

Balanza analítica

Pastillador

Horno

Calorímetro Parr 6400

### **Preparación de la muestra**

Se molieron las muestras en un molino para café y se hicieron 3 pastillas de más o menos de 1 g c/u.

### **Procedimiento del análisis**

Se presionó el botón de la parte posterior del equipo para encenderlo y se abrieron las llaves de los tanques de Oxígeno y aire comprimido.

El calorímetro (Figura 9) hizo un reconocimiento general del sistema, en aproximadamente un minuto. Se pesó la pastilla aprox. 1gr sobre la cápsula de acero, se utilizó un hilo de algodón de 10 cm en el cual se hizo un nudo al alambre del cabezal de la bomba, posteriormente se colocó la capsula de acero y sobre el hilo de algodón se colocó la pastilla pegada a la pared de la capsula procurando que quedara aprox.1 cm fuera (A.O.A.C. 2000).

En el equipo se escribió la clave de la muestra, el peso de la muestra, el equipo tardó entre 8 y 10 min.

El equipo realizó tres lavados automáticamente, después de terminada la ignición, en ese momento arrojó el resultado en el display.



**Figura 9.** Analizador de calorías (Calorímetro Parr 6400)

### 2.3 Elaboración de dos dietas experimentales

Las dietas fueron elaboradas en la planta de alimentos experimentales (CIBNOR). Como primer paso, se pesaron cada uno de los minerales en una balanza (Mettler Toledo) (Figura 10), después fueron molidos cada uno de los minerales manualmente con ayuda de un mortero, posteriormente se realizó una premezcla con todos los minerales (Tabla I). De la misma manera, se realizó el mismo procedimiento para las vitaminas (Tabla II).



**Figura 10.** Proceso de pesado de premezcla de minerales y vitaminas en balanza analítica (Mettler Toledo).

**Tabla I.** Composición de la premezcla de minerales

<b>Minerales</b>	<b>gramos (g)</b>
<b>Cobalt cholride</b>	0.0002
<b>Cupric sulfate pentahydrate</b>	0.25
<b>Ferrous sulfate</b>	4.00
<b>Magnesium sulfate heptahydrate</b>	28.40
<b>Manganous sulfate monohydrate</b>	0.65
<b>Potassium iodide</b>	0.07
<b>Zinc sulfate heptahydrate</b>	13.19
<b>Alfa-celulosa</b>	53.43

**Tabla II.** Composición de la premezcla de vitaminas

<b>Vitaminas</b>	<b>gramos (g)</b>
<b>Vit. A acetate (20,000 UI/g)</b>	1.0000
<b>Vitamina D3 (850,000 UI/g)</b>	0.0004
<b>DI-alfa-tocopheryl acetato (250 UI/g)</b>	1.6000
<b>Menadione</b>	0.4000
<b>Thiamin-HCl</b>	0.1000
<b>Riboflavin (B2)</b>	0.6000
<b>Pyridoxine-HCl (B6)</b>	0.2000
<b>DL Ca-pantothenate</b>	1.0000
<b>Nicotinic acid</b>	1.0000
<b>Biotin</b>	0.0100
<b>Bnositol</b>	1.0000
<b>Vitamina B12</b>	0.0004
<b>Folic acid</b>	0.036
<b>Alfa-cellulose</b>	173.05

En el proceso de elaboración se realizaron tres premezclas: macroingredientes, microingredientes y emulsión. Para eso, se pesaron y mezclaron todos los microingredientes (vitamina C, fosfato dibásico de sodio, colesterol, ácido algínico, cloruro de colina, premezcla de vitaminas y minerales, BHT). Del mismo modo, fueron pesados y mezclados los macroingredientes secos (harina de pescado, harina de trigo, pasta de soya, harina de charal para la dieta de charal y la pasta de coco para la dieta de coco) con ayuda de una mezcladora (Hobart<sup>MR</sup>, 20 L, USA).

Posteriormente, manualmente se realizó una emulsión con la lecitina de soya y el aceite de pescado, misma que se incorporó a la mezcla de los macroingredientes secos y a los microingredientes (Tabla III), ya incorporados todos los ingredientes y mezclados homogéneamente se les agregó lentamente 80 ml de agua, hasta quedar una mezcla consistente. La masa resultante fue extruida dos veces con ayuda de un molino de carne (Torrey <sup>MR</sup>) equipado con un dado de 2.7 mm de diámetro. La primera molienda fue de forma rápida, la segunda fue más lenta, los cilindros salientes en forma de espaguetis fueron cortados manualmente con una espátula, con la finalidad de tener pellets de aproximadamente 1 cm de longitud (Figura 11).

**Tabla III.** Composición de ingredientes e insumos para las dietas experimentales para camarón blanco (*L. vannamei*).

<b>Ingredientes</b>	<b>Control</b>	<b>Coco</b>	<b>Charal</b>
Harina de trigo	1833.363	143.888	1784.694
Harina de pescado	463.305	319.440	9.417
Harina de charal	0.000	0.000	600.000
Pasta de coco	0.000	600.000	0.000
Pasta de soya	360.000	330.000	270.000
Aceite de pescado	115.065	90.672	107.889
Ácido alginico	60.000	60.000	60.000
Premezcla de vitaminas	54.000	54.000	54.000
Lecitina de soya	45.000	45.000	45.000
Fosfato dibásico de sodio	36.000	36.000	36.000
Premezcla de minerales	15.000	15.000	15.000
Colesterol	8.400	8.400	8.400
Cloruro de colina	6.000	6.000	6.000
Vitamina C	3.000	3.000	3.000
BHT	0.600	0.600	0.600
<b>Kg. Total de cada dieta</b>	<b>2999.733</b>	<b>3000.000</b>	<b>3000.000</b>



**Figura 11.** Cortando los pellets de cada una de las dietas

Los pellets fueron colocados en charolas de plástico con papel de estraza y se secaron a 20 ° C durante 48 horas, en un horno con circulación de aire (Hafo Series 1600, Sheldon Manufacturing, Cornelius, OR, USA), después se tomó una muestra de 3g de cada una de las dietas, se molieron con ayuda de un mortero y fueron introducidas a la campana de extracción hasta disminuir su contenido de humedad entre 8-10%, mismo que fue monitoreado por una termo-balanza (Ohaus<sup>MR</sup>, Suecia).

Por último, las dietas fueron embolsadas, etiquetadas y guardadas en un refrigerador hasta su utilización. Se destinó una muestra de 50 g. de cada una de las dietas elaboradas al laboratorio químico proximal, con la finalidad de determinar la composición nutricional y la estabilidad en el agua de cada una de las dietas.

## **2.4 Bioensayo experimental**

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio húmedo de nutrición acuícola (CIBNOR) localizado en la Paz, B.C.S., México. El sistema fue suministrado con agua de mar proveniente de una toma de agua directa a 150 m de la orilla de la playa, y mediante el bombeo era llenada una cisterna con una bomba con capacidad 15 HO. El agua de mar previamente pasaba por filtros de cartuchos y un filtro de luz UV.

Se utilizaron un total de 12 acuarios con capacidad de 60 L c/u, cada acuario fue llenado a una capacidad de 40 L de agua de mar, asimismo cada uno contaba con una malla mosquitero para evitar la salida de los organismos, así también tenían un sistema de aireación (oxígeno) y un calentador sumergible (29°C) para mantener una temperatura estable y similar a la de Acapulco Gro. (Figura 12).



**Figura 12.** Sistema de cultivo para bioensayos de crecimiento en el laboratorio húmedo de nutrición acuícola (CIBNOR).

### 2.4.1 Organismos experimentales

La especie utilizada en este experimento fue *L. vannamei*, estos organismos fueron donados por el laboratorio de larvas Granjas Marinas de Sinaloa S.A. de C.V. (La Paz, BCS). Al llegar al laboratorio húmedo de nutrición acuícola del CIBNOR los organismos fueron aclimatados durante una semana en una tina circular de fibra de vidrio con una capacidad de 1,500 L, a una temperatura de 28 °C. Se alimentaron con alimento comercial, que comúnmente les suministran en la granja (Biogrow, flake de artemia con 48 % de proteína). Ya transcurrida la semana se procedió a la selección 180 organismos mediante una biometría previa, para obtener organismos promedio 0.04 mg de peso, se distribuyeron en 12 acuarios aleatoriamente 15 organismos por acuario y con 4 réplicas cada una de las dietas.

## 2.4.2 Registro de parámetros fisicoquímicos en el sistema de experimental

El bioensayo tuvo una duración total de siete semanas (45 días), fue monitoreado diariamente a partir de las 8 hrs. se revisaban cada uno de los acuarios y se hacía un conteo de los organismos, así también, se observa si los organismos tenían el tracto digestivo con alimento, si había heces fecales o restos de alimento no consumido. Posteriormente se realizaba la toma de parámetros fisicoquímicos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y ph) con un multiparámetro (YSI 556). Después se sifoneaba todos los acuarios con una manguera de aproximadamente 1 cm de diámetro, esta estaba tapada con una malla negra para evitar la salida de los organismos. La manguera era utilizada con la finalidad de extraer las heces, mudas y el alimento no consumido. Posterior a esto se hacía el recambio de agua a cada acuario, de aproximadamente 5 % de su volumen total. El recambio de agua era hecho con agua de mar previamente aclimatada (27 °C) en una tina circular de fibra de vidrio con una capacidad de 1500 L, la cual tenía dos calentadores y dos oxígenos. Por último, se procedía a alimentarlos, el alimento era distribuido por todo el acuario y la ración era ajustada cada semana, de acuerdo a la biomasa presente en cada acuario.

Los organismos eran alimentados cada dos horas (9, 11, 13 y 15 hrs.) de lunes a viernes, los sábados se suministraban tres alimentaciones (9, 11 y 13 hrs.) y los domingos solo se daba una alimentación (9 hrs).

Cada semana se realizaban las biometrías y se desarrollaba la misma rutina, pero con excepción de que los organismos no eran alimentados, también se bajaba el nivel de agua de mar de cada acuario hasta un 25 % de su volumen total. Esto con la finalidad de tener una mejor visibilidad y manejo de los organismos a la hora de extraerlos para dicha actividad. Posteriormente, los organismos eran extraídos de cada acuario con ayuda de una red de pecera, para ser pesados uno por uno en una balanza (Ohaus Scout pro), ya pesados, se regresaban a su acuario de origen. Por último, nuevamente eran llenados los acuarios con agua de mar aclimatada.

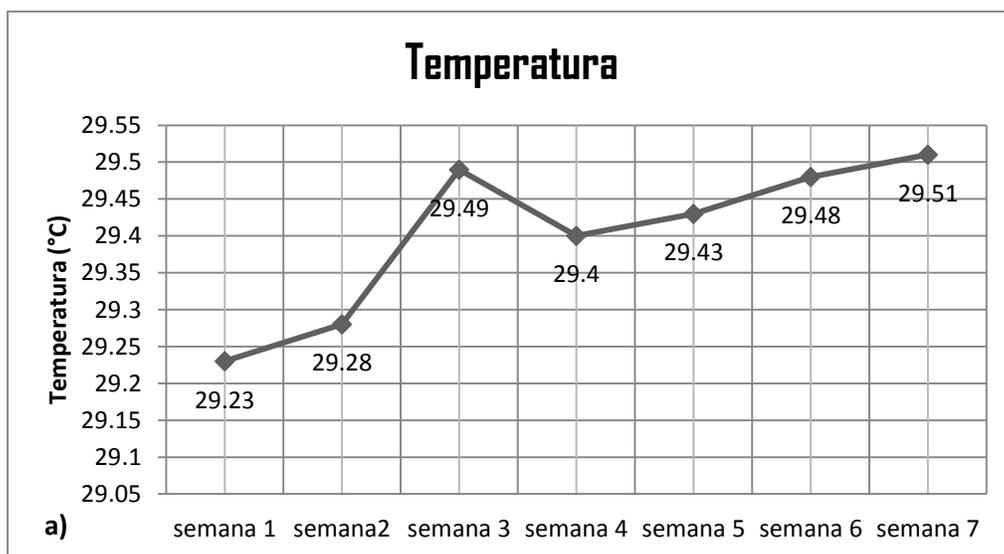
### 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

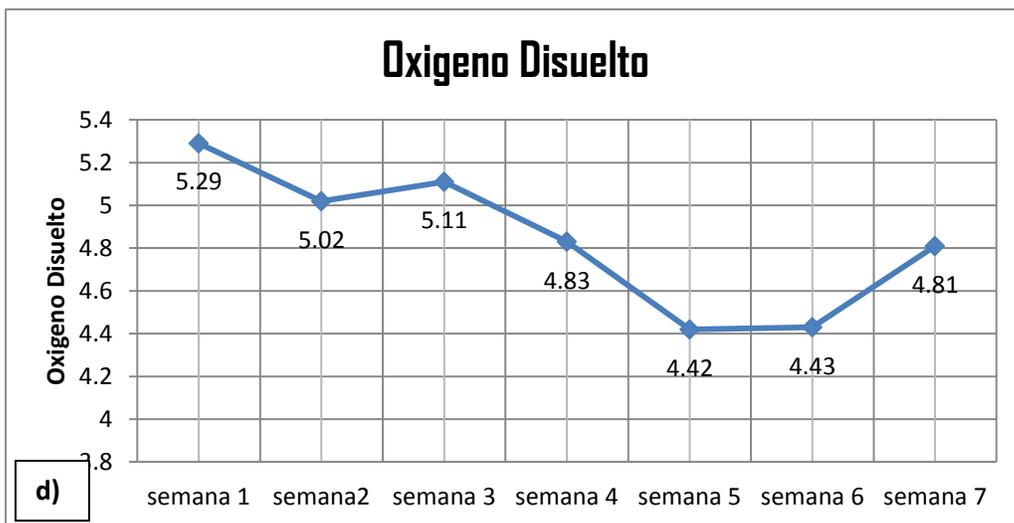
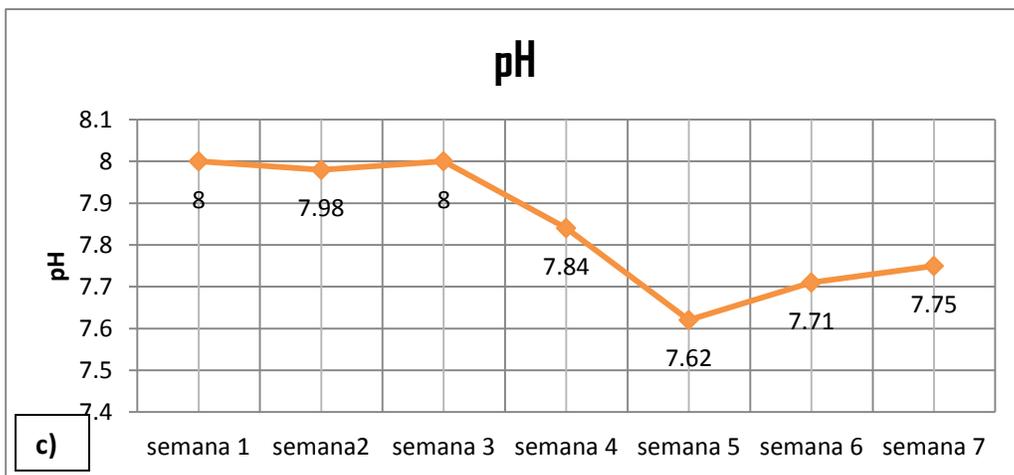
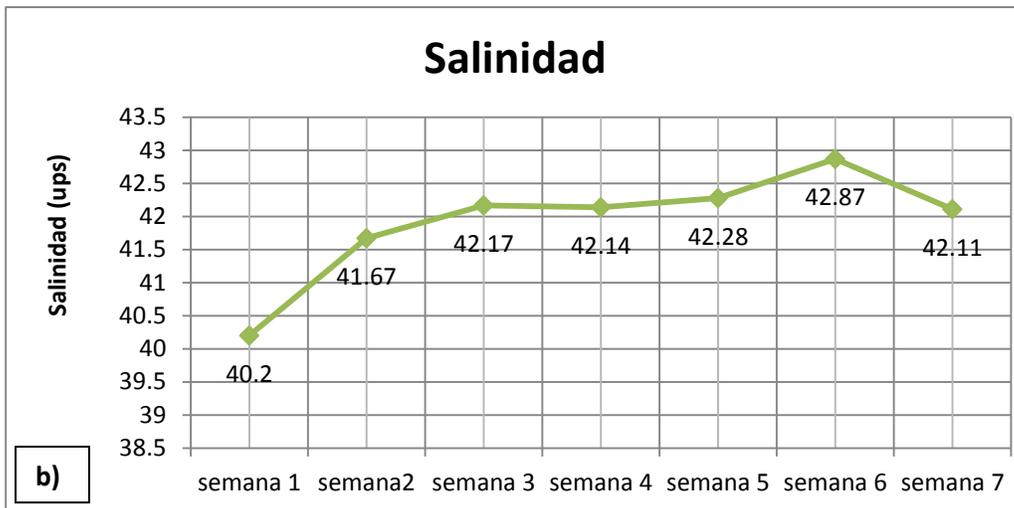
#### 3.1 Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos registrados en las siete semanas que se realizó el bioensayo fueron la temperatura (°C), el oxígeno disuelto (mg/l), el pH y la salinidad, mismos que se mantuvieron dentro de los rangos de tolerancia establecidos por el Instituto Nacional de Pesca (2018) para el desarrollo óptimo de *L. vannamei*.

Por lo que respecta a los dos parámetros controlados como son temperatura ( $29.37 \pm 0.18$  °C) y el oxígeno disuelto ( $5.08 \pm 0.23$  mg/l), sus variaciones fueron mínimas durante las siete semanas de la duración del bioensayo.

En relación a los no controlados como fueron la salinidad que alcanzó un rango de  $41.5 \pm 1.2$  partes por millón (ppm) y el pH cuyo escala fue de  $7.96 \pm 0.14$ . El pH coincide con las escalas que manejan algunas dependencias e investigadores dentro del rango establecido para el cultivo del camarón blanco, es de considerar que la salinidad excedió mínimamente el límite óptimo establecido (Figura 13). Debemos considerar que los parámetros fisicoquímicos son importantes ya que influyen directamente en los requerimientos y crecimiento del camarón (Allan & Marguire, 1991).





**Figura 13.** Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos (a) temperatura, (b) salinidad, (c) pH y (d) oxígeno disuelto) medidos durante siete semanas.

### 3.2 Análisis químico proximal de dietas experimentales

Dentro del trabajo investigativo fueron contemplados los análisis químicos proximales. Para lo anterior, se contempló una muestra de control (testigo) y se contrastó contra las muestras de las dietas experimentales, lo anterior con la finalidad de diferenciar los resultados.

Los resultados de las dietas experimentales para camarón *L. vannamei* en su etapa de postlarva, se obtuvieron conforme a lo siguiente:

La dieta de charal mostró el porcentaje más alto de proteína con un 27.63%, mientras que la dieta de menor porcentaje fue la de control 24.86 %. Se utilizaron bajos niveles de proteínas, el control obtuvo un 24%, la dieta de charal 27% y la de coco un 25%.

Es importante destacar que el control y las dos dietas contenían diferentes porcentajes de proteína, es por ello, que probablemente la dieta de charal haya tenido mejores resultados. Martínez- Córdova *et al.* (2002) reportan que para *L. vannamei* niveles de proteína de 25 % son suficientes cuando la productividad natural se maneja adecuadamente, mientras que valores más altos repercuten en un empobrecimiento de la calidad de agua y sedimento en los estanques. Velasco *et al.* 1996; Martínez- Córdova *et al.*, (2002) señalan que alimentos con altas cantidades de proteína animal son causantes de un mayor deterioro en la calidad del agua del estanque camaronícola, sobre todo si la calidad de esta proteína no es adecuada.

La dieta con mayor contenido de energía lo presentó la dieta de charal (4476.66 cal/g), seguida de la dieta de control (4433.02 cal/g) y la dieta de coco (4349.68 cal/g). Mientras que el mayor porcentaje de humedad se encontró en la dieta de coco (8.37%), seguida de la dieta de control (7.12%) y la dieta de charal (6.28%).

El mayor porcentaje del extracto estéreo lo obtuvo la dieta de charal (7.37 %), seguida de la dieta de control (5.98%) y la dieta de coco (5.38%). Por otro lado, la dieta que demostró mayor porcentaje de ceniza fue la dieta de coco (6.27%), seguida de la dieta

de control (5.97%) y por último la de charal (5.85%). Respecto al extracto libre de nitrógeno (ELN), el porcentaje mayor se registró en la dieta de control 62.42% mientras que el menor porcentaje fue la dieta de charal 58.12%. El mayor porcentaje de fibra cruda lo presentó la dieta de coco (1.07%), mientras que la dieta que obtuvo menor porcentaje fue la de control (0.77%) (Tabla IV).

**Tabla IV.** Composición química proximal del insumo del charal, control y las dos dietas experimentales (charal y coco).

Composición	Dieta de charal	Dieta de coco	Dieta control
Energía (cal/g)	<b>4476.66</b>	<b>4349.68</b>	<b>4433.02</b>
Humedad (%)	<b>6.28</b>	<b>8.37</b>	<b>7.12</b>
Proteína (%)	<b>27.63</b>	<b>25.73</b>	<b>24.86</b>
Extracto estéreo (%)	<b>7.37</b>	<b>5.38</b>	<b>5.98</b>
Cenizas (%)	<b>5.85</b>	<b>6.27</b>	<b>5.97</b>
ELN (%)	<b>58.12</b>	<b>61.56</b>	<b>62.42</b>
Fibra cruda (%)	<b>1.03</b>	<b>1.07</b>	<b>0.77</b>

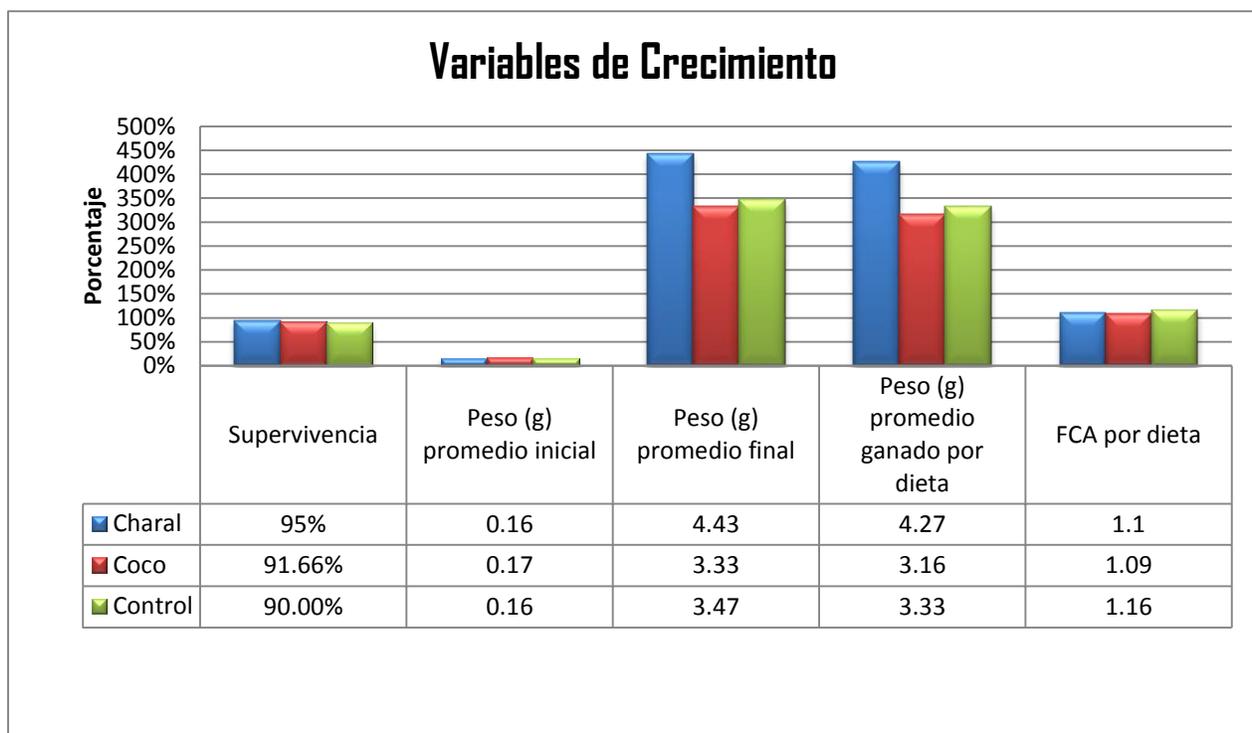
### 3.3 Variables de crecimiento

Al finalizar el bioensayo, se presentó la diferencia de peso final de la dieta de charal (4.43 g) quien fue quien ganó más peso, en contraste con el control de menor peso (3.47 g).

De la misma manera, la mayor supervivencia la obtuvieron los camarones alimentados con la dieta de charal (95%), después le siguió la dieta de coco (91.6%) y por último el control (90%). La supervivencia fue adecuada para todas las dietas ya que no fue menor a 90%, sin diferencias significativas entre ellas.

Al analizar los valores del peso promedio ganado por dieta, se observó que la dieta del charal (4.59 g) obtuvo un mejor resultado, en comparación con la de coco (3.64 g), mientras que el control resultó ser la dieta con menor peso ganado (3.49 g).

Por lo que se refiere a la dieta de control obtuvo el mayor FCA (1.16 g), de ahí le siguió la dieta de charal (1.10 g) y por último, la dieta de coco (1.09 g). La Figura 14 presenta las diferencias entre cada una de las dietas utilizadas en el bioensayo. En general, se obtuvieron mejores resultados con la dieta de charal, en comparación con las demás dietas.



**Figura 14.** Valores promedio para la supervivencia, peso promedio inicial, peso promedio final, peso promedio ganado por dieta y FCA de *L. vannamei*.

### 3.4 Discusión de la viabilidad de cada una de las dietas

Debido a la falta de una fábrica de alimento para camarón en Guerrero, los productores se ven en la necesidad de adquirir el alimento fuera del estado. Por esta razón, el objetivo del trabajo de grado, es disminuir los costos que los acuicultores gastan en adquirir alimento en otras entidades federativas.

De acuerdo a los datos proporcionados por el productor de la granja Jhired, cada kilogramo de alimento pelletizado en etapa de postlarva le cuesta entre \$30 y \$53.28 pesos, también menciona, que debido a que le mandan el alimento de otro estado le cobran adicionalmente \$400.00 por cada tonelada, esto por concepto de preparación, maniobras y embarque y aunado a esto el costo del envío.

La dieta de coco presentó un costo por kilogramo de \$52.19 pesos, mientras que la dieta de charal obtuvo un menor costo con \$50.10 pesos (Tabla V). Los dos alimentos elaborados están dentro del rango de costos del alimento comercial. Sin embargo, se encuentran libres de otros gastos como lo son el flete y mano de obra. Cabe mencionar que la pertinencia de este trabajo recae en que los productores puedan tener la alternativa de elaborar su propio alimento, así mismo, tengan la facilidad de conseguir las materias primas en todo momento y con un costo menor. Además de disminuir la demanda a la harina y aceite de pescado. Finalmente, podemos señalar que entre las dos dietas elaboradas no hay una diferencia significativa en relación al costo.

**Tabla V.** Comparación de precios por cada una de las dietas elaboradas.

Ingredientes	Peso (g)	Precio dieta de coco (\$)	Peso (g)	Precio dieta de charal (\$)
Harina de trigo	47.93	0.47	594.60	5.9
Harina de pescado	106.46	1.11	3.13	0.03
Harina de charal	-	-	200	7
Pasta de coco	200	18	-	-
Pasta de soya	110	3.96	90	3.24
Aceite de pescado	30.2	6.04	35.93	7.18
Ácido algínico	20	4.8	20	4.8
Premezcla de vitaminas	0	5.41	0	5.41
Lecitina de soya	15	0.54	15	0.54
Fosfato bibásico de sodio	12	11.31	12	11.31
Premezcla de minerales	1.14	0	0	1.14
Colesterol	2.8	2.24	2.8	2.24
Cloruro de colina	2	1.2	2	1.2
Vitamina C	1	0.1	1	0.1
BHT	0.2	0.014	0.2	0.014
<b>Precio por dieta</b>		<b>\$52.194</b>		<b>\$50.104</b>

## 4. CONCLUSIÓN

Se concluyó que nuestra investigación cumplió con el objetivo general, el cual fue desarrollar dos dietas de biota económicamente viable, con insumos de origen animal y vegetal de la región, cuyas características fueron mantener la calidad nutricional del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* durante la etapa postlarva. La investigación dio como resultado que las dos dietas elaboradas con charal y pasta de coco, tuvieron las características necesarias para contribuir con el crecimiento del camarón blanco etapa de postlarva y ser un alimento alternativo para la especie.

Los resultados obtenidos derivado del bioensayo experimental, concluyeron que las dos dietas elaboradas (charal y coco), el charal presentó el mayor crecimiento (4.27 g) y la mayor tasa de supervivencia (95 %), seguida por la dieta de coco, que obtuvo 25.73% de proteína y 3.16 gramos de peso ganado, ambas dietas presentaron los porcentajes más altos de proteína y supervivencia, resultando ser alternativas viables como alimento para camarón. Sin embargo, la dieta de control obtuvo el porcentaje más bajo de crecimiento (3.33 g) y supervivencia (90%). Cabe mencionar que de acuerdo a los resultados de análisis químico proximal, la dieta de charal fue la que contenía mayor porcentaje de proteína, por el contrario, el control obtuvo un menor crecimiento y supervivencia en sus organismos, debido a que fue la dieta con menor nivel proteico en el alimento.

Así también, se observó durante el transcurso del bioensayo, que los organismos alimentados con la dieta de coco se mostraron con mayor inquietud y energía debido a que saltaban, tenían más movilidad y nadaban por todo el acuario, en contraste, con los organismos alimentados con la dieta de charal, éstos se observaron más pasivos y regularmente nadaban en el fondo del acuario, cabe mencionar que solo se encontró un organismo muerto alimentado con la dieta de coco, los demás organismos murieron por saltar fuera del acuario o se escaparon al momento del sifoneo.

Es de destacar que al comparar los costos de las dos dietas experimentales (charal y coco), éstas caen dentro del rango manejado como costo de los precios de mercado de los alimentos comerciales, pero éste se encontró similar a los precios del alimento comercial que se manejan en planta, sin embargo, es de llamar la atención que el alimento comercial además de su costo en planta, el productor tiene que solventar costos adicionales por concepto de preparación, maniobras, embarque y peaje del producto, lo que eleva dichos costos. Por lo que la propuesta de elaboración de alimento con insumos de origen animal y vegetal de la región, es una ventaja viable dado que los productores se ahorrarían estos últimos costos.

Por tal motivo y si los productores deciden utilizar el charal como insumo, las propuestas que se recomiendan son las siguientes: una evaluación preliminar en estanques rústicos en granjas camaronícolas utilizando alimento evaluado en la etapa de postlarva de camarón *L. vannamei*, así mismo destinar un espacio para cultivo de charal a fin de ser utilizado como insumo de alimento en la etapa de postlarva de camarón *L. vannamei*, con lo cual se preservaría la especie en función de una producción sostenible por los propios productores camaronícolas rurales, lo cual sería una estrategia para el desarrollo de su actividad.

## 5. REFERENCIAS

- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists) (2000). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. (17<sup>TH</sup> ed.). USA: Maryland.
- Allan, G.L. & Marguire, G.B. (1991). Lethal levels of low dissolved oxygen and effects of short-term oxygen stress on subsequent growth of juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 94. Recuperado el 9 de enero de 2019, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/004484869190126R>
- Avnimelech, Y. (2007). Feeding with microbial flocks by tilapia in minimal discharge bio-flocks technology ponds. *Aquaculture*, 264. Recuperado el 19 de noviembre de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848606008933>
- Barbour, C.D. (2005). *Chirostoma humboldtianum*. Fotografía de avances en el cultivo de pescado blanco. Recuperado el 18 de agosto de 2017, de [https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/LIBROS/librosdivulgacion/Pescado\\_blanco.pdf](https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/LIBROS/librosdivulgacion/Pescado_blanco.pdf)
- Borgtoft, P. H. & Balslev, H. (1993). *Palmas útiles: especies ecuatoriales para agroforestería y extractismo*. Ecuador: ABYA-YALA.
- Brundtland, G. H. (1991). *Sustainable development: a viable strategy for global change*. Guest.
- Calvente, A. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. *Universidad Abierta Interamericana*.
- Carvajal, A. (2011). *Desarrollo local: Manual Básico para Agentes de Desarrollo Local y otros actores*. (1.ª ed.). España: eumed.net
- Cazorla, A., De los Ríos, I. & Salvo, M. (2004). *Trabajando con la gente. Modelos de planificación para un desarrollo local y rural*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S.I. Agrónomos.

- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2015). La Acuicultura. *CEDRSSA*, 4. Recuperado 23 de mayo de año 2019, de <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/8126La%20acuicultura.pdf>
- Cobo, A. et al. (2000). *La acuicultura: biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial. Economía y gestión de la acuicultura. Tomo 2, Volumen 1*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. (2011). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. *Comisión nacional de acuicultura y pesca*. (pp. 27). Mazatlán.
- CONAPESCA (2017). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. *Comisión nacional de acuicultura y pesca*. (pp. 162). Mazatlán.
- Coto, M. (2009). *Acuicultura. Sistemas y modos de producción*. Recuperado 28 de abril de 2018 de <https://www.docsity.com/es/conceptos-generales-de-acuicultura/3129980/>
- De Schryver, P.D., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N. & Verstraere W. (2008). The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 227. Recuperado 4 de agosto de 2018 de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848608000896>
- DeWalt B.R., Ramírez Z.J.R., Noriega L. & González R.E. (2002). *Shrimp aquaculture, the people and the environment in coastal Mexico*. Mexico: Report prepared under World Bank, NACA, WWF y FAO Consortium program on shrimp farming and the environment.
- Dugger, D. (1990). Shrimp farming in México yesterday, today, and tomorrow. *Aquaculture Magazine*. Recuperado el 29 de marzo de 2019, de [http://www.shrimpnews.com/FreeReportsFolder/HistoryFolder/HistoryMexico/YesterdayTodayTomorrowDurwoodDugger\(1990\).html](http://www.shrimpnews.com/FreeReportsFolder/HistoryFolder/HistoryMexico/YesterdayTodayTomorrowDurwoodDugger(1990).html)

- Dyer, BS. (2003). Atherinopsidae (Neotropicales silversides). En R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.), *Lista de verificación de los peces de agua dulce de América del Sur y Central*. (pp. 515-525). Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Faillace Bautista, J. F., Vergara, R., & Suárez, A. (2016). Evaluación de una fórmula alimenticia para camarón de cultivo (*L. vannamei*) con inclusión de proteína vegetal a base de harina de soya. *AquaTIC*, (24), 12-29.
- FAO (1988). Citado en Sarmiento (2000). Consultado en el diccionario de ecología. *Paisajes y conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Universidad de Georgia, Athens.
- FAO (2005). Descripción general del sector acuícola nacional. *Pesca y departamento de acuicultura*. Recuperado el día 25 de marzo de 2018 de [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_mexico/en](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_mexico/en)
- FAO (2006). *Incremento de las repercusiones sociales y económicas de la acuicultura*. Nueva Delhi: COFI: AQ/III/2006/5.
- FAO (2011). Desarrollo de la acuicultura. 4. Enfoque ecosistémico a la acuicultura. *FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable*. Roma: FAO.
- FAO (2015). Efectos de factores distintos de la pesca en las poblaciones ícticas. En J.F.Caddy & R.C.Griffiths. *Recursos marinos vivos y su desarrollo sostenible perspectivas institucionales y medioambientales*. (pp.5). Roma: FAO.
- FAO (2016 a). El estado mundial de la pesca y acuicultura. *Contribución a la seguridad alimentaria y a la nutrición para todos*. Roma: FAO.
- FAO (2016 b). La alimentación y la agricultura. *Claves para la ejecución de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. Roma: FAO.
- Friedmann, John. (2001). *Planificación en el ámbito público: del conocimiento a la acción*. (1ª ed.). Madrid: Instituto Nacional de Administración Pública 2001.

Froese, R. & Pauly, D. (2012). Comentarios sobre el estado de la pesca y la acuicultura de la FAO, o 'SOFIA 2010'. *Política marina*, 36, (3). Recuperado el 19 de noviembre de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X11001722?via%3Dihub>

Gillett, R. (2008). *Global study of shrimp fisheries*. Roma: FAO.

González, B.J. (2002). Descripción de la estructura y ultra estructura del ovario de *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes, 1835) (Tesis profesional, Facultad de Estudios Superiores, Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México).

Granados, D. & López, G. F. (2002). Manejo de la palma de coco (cocos nucifera L.) en México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8, (1). Recuperado el 29 de julio de 2018, de [http://www.redalyc.org/pdf/629/Resumenes/Abstract\\_62980105\\_2.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/629/Resumenes/Abstract_62980105_2.pdf)

Harries, H.C. (1971). Coconut varieties in America. *Oleagineux*.

Harries, H. C. (1977). Cape Verde región. *The key to coconut culture in the western hemisphere?*. 27, (3). Recuperado el 23 de junio 2019, de [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=The%20Cape%20Verde%20region%3A%20%281499%E2%80%931549%29%3A%20the%20key%20to%20coconut%20in%20the%20western%20hemisphere%3F&author=H.C..%20Harries&journal=Turrialba&volume=27&pages=227231&publication\\_year=1977#d=gs\\_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AgaZA3SG\\_kAwJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=The%20Cape%20Verde%20region%3A%20%281499%E2%80%931549%29%3A%20the%20key%20to%20coconut%20in%20the%20western%20hemisphere%3F&author=H.C..%20Harries&journal=Turrialba&volume=27&pages=227231&publication_year=1977#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AgaZA3SG_kAwJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des)

Hart, F.L. (1991). *Análisis moderno de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.

Hishamunda, N. & Riddler, N.B. (2002). Macro policies to promote sustainable commercial aquaculture. *Aquacult*, 10. Recuperado el 23 de abril del 2018, de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/querrero/Documents/Comit%C3%A9%20T%C3%A9cnico%20Estatad%20de%20Evaluaci%C3%B3n/2013/INFORME%20EVAL%20IMPACTO%20ACUACULTURA%20Y%20PESCA.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Compendio de información geográfica local 2010, El Carrizal, Coyuca de Benítez Guerrero. *INEGI*. Recuperado el 27 de agosto de 2017, de <https://es.scribd.com/document/212596718/12021>

Instituto Nacional de Pesca. (2018). Acuicultura Camarón blanco del Pacífico. Recuperado el 28 de mayo de 2018, de <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-camaron-blanco-del-pacifico>

Ley general de pesca y acuicultura sustentable (2018). Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2007. *Ley General de Pesca y Acuicultura*. Recuperado el 19 de octubre de 2018, de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPAS\\_240418.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPAS_240418.pdf)

Malagrino G., Lagunas M. y Rubio A.O. (2008). Environmental impact reduction through ecological planning at Bahía Magdalena, Mexico. *J. Environ. Biol.*, 29. Recuperado el 12 de agosto de 2018, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18831370>

Martínez-Córdova L, Campaña- Torres, A. & Porchas-Cornejo M. (2002). The effect of variation in feed protein level on the culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* in low water exchange experimental ponds. *Aquaculture Research*, 33. Recuperado el 4 de julio de 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/227809242\\_The\\_effects\\_of\\_variation\\_in\\_feed\\_protein\\_level\\_on\\_the\\_culture\\_of\\_white\\_shrimp\\_Litopenaeus\\_vannamei\\_B\\_oone\\_in\\_low-water\\_exchange\\_experimental\\_ponds](https://www.researchgate.net/publication/227809242_The_effects_of_variation_in_feed_protein_level_on_the_culture_of_white_shrimp_Litopenaeus_vannamei_B_oone_in_low-water_exchange_experimental_ponds)

Martínez-Córdova, (2008). *Estrategias de alimentación en la etapa de engorda del camarón*. (1.<sup>a</sup> ed.). La Paz: PRONACA.

Martínez-Córdova, L.R., Martínez-Porchas, M., Cortés-Jacinto, E. (2009). Camaronicultura Mexicana y mundial: ¿Actividad sustentable o industria contaminante?. *Rev Int Contam Amb*, 25, (3). Recuperado el 21 de agosto de

2018, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992009000300006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000300006)

Martínez-Córdova, L.R. & Martínez Porchas, M. (2015). Pasado, presente y futuro de los alimentos y la alimentación en la acuicultura de camarones y peces. En L. R. Martínez-Córdova & M. Martínez Porchas (Eds.), *Alimentos y estrategias de alimentación para una acuicultura sustentable*. (pp. 1-11). México: AGT.

Martínez-Palacios, C.A. (1992). Segundo informe sobre nutrición y alimentación de camarones. *FAO*. (pp.57). Recuperado el 31 de marzo de 2018, de [http://www.fao.org/fi/oldsite/eims\\_search/1\\_dett.asp?calling=simple\\_s\\_result&lang=ru&pub\\_id=85852](http://www.fao.org/fi/oldsite/eims_search/1_dett.asp?calling=simple_s_result&lang=ru&pub_id=85852)

Mijangos, J. (2006). Educación popular y desarrollo comunitario sustentable: una experiencia con los mayas de Yucatán. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 28, (2), 32-34.

Moncayo, M.E., L. Flores R. y A. Tellez P., (1983). Contribución al conocimiento de la biología del charal *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) del embalse Huapango, Edo. de México. Veracruz: Resúmenes del VII Congreso Nacional de Zoología.

Sarmiento, F. (2000). Diccionario de ecología: *paisajes y conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Athens: Abya Yala.

Paulo, J., Soria, M. & Figueroa, G. (2000). Peces dulceacuícolas mexicanos XIX *Chirostoma humboldtianum* (Atheriniformes:Atherinopsidae). *Zoologia informa*, 2000, (43). Recuperado el 20 de diciembre de 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/249008697\\_Peces\\_dulceacuilcolas\\_mexicanos\\_XIX\\_Chirostoma\\_humboldtianum\\_AtheriniformesAtherinopsidae](https://www.researchgate.net/publication/249008697_Peces_dulceacuilcolas_mexicanos_XIX_Chirostoma_humboldtianum_AtheriniformesAtherinopsidae)

Pérez, I. & Kensley, B. (1997). Penaeoid and sengestoid shrimps and prawns of the world: Keys and diagnoses for the families and genera. *Mèmoires dumuseum national d histoire naturelle*, 175. Recuperado el 25 de febrero de 2018, de

<http://sciencepress.mnhn.fr/en/collections/memoires-du-museum-national-d-histoire-naturelle/penaeids-and-sergestoid-shrimps-and-prawns-world>

Ray, A.J., Dillon, K. S. & Lotz. J.M. (2011). Water quality dynamics and shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production in intensive, mesohaline culture systems with two levels of biofloc management. *Aquacultural Engineering*, 45, (3). Recuperado el 17 de Julio de 2018, de [https://aquila.usm.edu/fac\\_pubs/563/](https://aquila.usm.edu/fac_pubs/563/)

Ray, Christopher. (1998). Territory, structures and interpretation: two cases studies of the European union's LEADER I programme. *Journal of Rural Studies*. *ScienceDirect*, 14. Recuperado el 27 de agosto de 2019, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0743016797000399>

Robles, R.S. (1985). *Producción de Oleaginosas y Textiles*. (2.<sup>a</sup> ed.). México: LIMUSA.

Rodríguez, M. & Maldonado. (1996). La Acuicultura en México, Bases conceptuales y Principios. *Oceanología*, 3, (11). Recuperado el 5 de octubre de 2018, de <https://biblat.unam.mx/es/revista/oceanologia/articulo/la-acuicultura-en-mexico-bases-conceptuales-y-principios>

Rodríguez, J. A., Crespo, D., & López-Camacho, M. (2010). La camaronicultura y la sustentabilidad del golfo de california. *WWF-México, Programa Golfo de California*, p. 14.

SAGARPA (2008). Programa Rector Nacional de Pesca y Acuicultura Sustentable. *Gobierno de México*.

SAGARPA (2013). Evaluación de impacto de la componente acuicultura y pesca 2010-2012. *Secretaría de desarrollo rural*, p.8.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017). Aumenta 9.2 por ciento producciones de copra en México. *SAGARPA*, pp. 5. Recuperado 24 de julio del

2019, de <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/aumenta-9-2-por-ciento-produccion-de-copra-en-mexico>

Secretaría de Gobernación, Centro Nacional de Estudios Municipales, Gobierno del Estado de Guerrero (1988). En *Enciclopedia de los Municipios de México*. México: Talleres Gráficos de la Nación.

Sen, A. (1998). Las teorías del desarrollo a principios del siglo XXI. *Cuadernos de economía*, 17, (29). Recuperado del 17 de agosto de 2017, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ceconomia/article/view/11497>

Tacon, A. (2002). *Thematic review of feeds and feed management practices in shrimp Aquaculture*. USA: Consortium.

Tacon, G.J., Warren, Domint, G. & Pruder, G.D. (2000). Tendencias y retos globales de los alimentos para el camarón. En: R. Civera, C.j., Pérez, D. Ricque & L.E. Cruz (Eds.), *Avances en Nutrición Acuícola IV*. (pp. 1-27). México: Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola.

Téllez, M. (2016). El cultivo de camarón en México, un negocio sustentable. *El economista*. Recuperado el 27 de agosto del 2018, de <https://www.economista.com.mx/opinion/El-cultivo-de-camaron-en-Mexico-un-negocio-sustentable-20161117-0005.html>

Valcárcel, G. (1999). Desarrollo rural con enfoque local. *Desarrollo sustentable. Departamento de economía del IEG*. Madrid: CSIC.

Vázquez, A. (2009). Una salida territorial a la crisis. Lecciones de la experiencia Latinoamericana. *Revista EURE*, Vol. XXXV, (105). Recuperado 9 de enero de 2018, de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0250-71612009000200001](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612009000200001)

Velasco, M., Lawrence A.M. & Neill W.H. (1996). Efectos de la proteína y fosforo dietario en la calidad del agua de la acuicultura. En: Cruz-Suarez *et al.* (Eds.).

*Manejo de alimentación en estanques y alimentos amigables con el ambiente.*  
(pp. 597-611). México: Port Aransas.

## 6. ANEXO MEMORIA FOTOGRÁFICA



Suministrando agua y oxígeno a las postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, en la granja camaronícola GAM.



Sifoneo y recambio de agua de tina donde se aclimataron las post larvas.



Molienda y pesado de charales, para realizar los análisis químicos proximales y la dieta de charal.



**Molienda y pesado de vitaminas y minerales.**



**Elaboración y secado de pellets**



**Agua de mar aclimatada a 28° C para los recambios de agua de los acuarios**



**Toma de parámetros fisicoquímicos, sifoneo y recambios de agua de cada uno de los acuarios**



**Alimentando cada acuario conforme a su dieta correspondiente**



**Realizando biometría semanales a todos los organismos ordenados por dieta**