

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias Del Mar**

Análisis de la relación entre los métodos de alimentación del camarón blanco "*Litopenaeus vannamei*" con los parámetros de producción, calidad de suelo y agua, en sistemas de cultivos semi-intensivos de granjas camaroneras localizadas en la provincia de El Oro.

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

#### **Ingeniero Acuícola**

Presentado por:

Marco Antonio Arias Cango

Robinson Alexis Morán Arellano

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

**DEDICATORIA**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**College of Maritime Engineering and Sea Science**

Analysis of the relationship between the feeding methods of the white shrimp "Litopenaeus vannamei" with the parameters of production, quality of soil and water, in semi-intensive cultivate systems of shrimp farms located in the province of El Oro.

**CAPSTONE COURSE**

A project submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of:

**Aquaculture Engineer**

By:

Marco Antonio Arias Cango  
Robinson Alexis Morán Arellano

GUAYAQUIL - ECUADOR

2020

El presente trabajo es dedicado ante todo a Dios, que fue mi guía, fortaleza y refugio en este trayecto universitario, a mi amada madre Mariuxi, por todo el sacrificio y lucha inquebrantable que ha realizado en todos estos años por verme triunfar, a mi querido padre Marcos por sus consejos, principios y enseñanzas que hoy me hacen brillar, a mis hermanas María Gabriela y Ana Julia, que siempre me apoyaron y creyeron en mí, a mi hermano Marco David, quien desde el día que nació se convirtió en mi alegría e inspiración para ser alguien mejor, a Dennise, mi enamorada, compañera de alegrías y tristezas; pilar incondicional durante este lindo viaje de vida, a Estefanía, prima y amiga inseparable, quien ha sido un gran ejemplo para mí, a mis abuelos, Marco y Maruja, por todo su cariño y ayuda brindada cuando lo necesite, a mis sobrinos Juan Martín, Emilio Javier, Ana Victoria y Benjamín, para que sepan que con trabajo, dedicación y humildad todo es posible. Y finalmente, a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron para alcanzar este objetivo. ¡Gracias totales!, los amo a todos.

Marco Antonio Arias Cango

## DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a Dios por entregarme salud y las fuerzas necesarias para llegar a este punto en mi vida, por brindarme grandes amigos y una familia capaz de apoyarme en todo momento a pesar de mis errores. A quien me acompañó en noches de desvelos a última hora en épocas escolares, mi madre María Arellano, por demostrarme que la vida es una lucha constante sin bajar los hombros en todo momento. A quien he admirado por su constante dedicación y esfuerzo, demostrando lo posible con mérito propio, mi hermano Jonathan Morán, por sus consejos y por siempre brindarme el apoyo necesario, demostrando más con hechos que con palabras, sin dejar de pensar en grande. A mi padre, Jimmy Morán por enseñarme que a pesar de lo fuerte que nos trate la vida, siempre levantarse ante las caídas, agradezco todo su apoyo moral y económico para mantenerme estable ante mis estudios. A los profesores que he tenido en el transcurso académico, hoy en día soy un reflejo profesional del cúmulo de enseñanzas agregadas a mi vida. Y al inmenso apoyo de grandes amigos que la universidad y colegio me brindaron, especialmente a Erick Aveiga, Viviam Rugel, Melissa Escobar, Mishelle Romero.

Robinson Alexis Morán Arellano

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, darnos salud y sabiduría en nuestra etapa universitaria, a nuestros amados padres: Marcos y Mariuxi; Jimmy y María por todo el amor, esfuerzo, trabajo y confianza que pusieron en nosotros, y hoy, nos permiten cumplir un anhelado objetivo de vida. A nuestra tutora Francisca Burgos PhD., quien con su tiempo, conocimientos y apoyo constante nos encamino durante la ejecución de este proyecto, a las diferentes empresas camaroneras que nos brindaron la información necesaria para llevar a cabo nuestro estudio, a los profesores de FIMCM y CENAIM por compartir sus conocimientos y habilidades en nuestra formación profesional y nuestros compañeros, por todas las experiencias vividas.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Marco Antonio Arias Cango y Robinson Morán damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Marco Antonio Arias Cango

Robinson Morán Arellano

# EVALUADORES

---

**PhD. Wilfrido Arguello Guevara**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**PhD. Francisca Burgos Valverde**

PROFESORA TUTORA

## RESUMEN

La implementación de técnicas correctas de alimentación es un factor sustancial que debe ser considerada en la producción de camarón. El siguiente trabajo evaluó el efecto de cuatro estrategias alimenticias; voleo, voleo-testigo, comederos y alimentación automática en cultivos semi-intensivos de camarón sobre los parámetros productivos, calidad de agua y suelo en camaroneras localizadas en la provincia de El Oro. Los resultados mostraron que el peso cosechado fue significativamente superior ( $p < 0,05$ ) en camaroneras cuyas prácticas de alimentación era automática y voleo-testigo. Por su parte, el rendimiento por hectárea se benefició con las técnicas del voleo y voleo-testigo, mientras que el FCA disminuyó significativamente con el método al voleo ( $1,22 \pm 0,10$ ). En cuanto a la calidad del agua, compuestos nitrogenados como  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3$  no reportaron diferencias significativas en sus concentraciones por los diferentes regímenes alimenticios evaluados. Sin embargo, el  $\text{NH}_4$  reportó valores superiores a lo ideal al usar alimentación automática ( $0,1863 \pm 0,0693$  mg/l), voleo ( $0,1390 \pm 0,0706$  mg/l) y voleo-testigo ( $0,1396 \pm 0,0971$  mg/l). Del mismo modo, la alimentación automática reportó el nivel más alto de  $\text{PO}_4$  ( $0,8514 \pm 0,3171$  mg/l;  $p < 0,05$ ), mientras que la alcalinidad y pH mostraron significativamente los valores más bajos utilizando voleo-testigo. Finalmente, el % MO resultado mas bajo con alimentación automática ( $2,45 \pm 0,27\%$ ). De este modo, para la región evaluada, el voleo se presenta como la estrategia de alimentación más recomendable desde el punto productivo. Sin embargo, se requiere ampliar el perfil analítico incluyendo análisis microbiológicos y un período mayor de estudio.

**Palabras Claves:** Métodos de alimentación, cultivo, efecto, producción, calidad de agua y suelo

## **ABSTRACT**

*The correct implementation of feeding methods are essential factors that must be considered in the shrimp production. The following work evaluated the effect of four different feeding method, blind feeding, feeding tray, automatic feeding, witness tray in semi-intensive shrimp farming on the productive parameters, soil and water quality in shrimp farm located in the province "El Oro". The analysis showed that the final weight was significantly higher ( $p < 0,05$ ) in shrimp farms whose feeding methods was automatic feeding and witness tray. While the performance per hectare was beneficary with the methods of blind feeding and witness tray, while the FCR (feed conversion ratio) decreased signally with blind feeding ( $1,22 \pm 0,10$ ). In the water quality, the nitrogen compounds like  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  and  $\text{NO}_3$  did not show significant difference in concentrations of the different method studied. But the  $\text{NH}_4$  report high value than ideal using automatic feeding ( $0,1863 \pm 0,0693$  mg/l), blind feeding ( $0,1390 \pm 0,0706$  mg/l) y witness tray ( $0,1396 \pm 0,0971$  mg/l). In the same way, the automatic feeding report significantly the most high value of  $\text{PO}_4$  ( $0,8514 \pm 0,3171$  mg/l;  $p < 0.05$ ), also, in the alkalinity and pH shows significantly low values in the use of witness tray. Finally, the organic matter was significantly lowest using. Finally, MO was stable with the implementation of automatic feeding ( $2,45 \pm 0,27\%$ ). So, the evaluated region show that blind feeding is preliminarily like the feeding method most recommended and favorable from the productive point, but, is necessary expand the analytical profile including microbiological analysis and a many longer study period.*

**Key Words:** *Feeding Methods, cultivate, effect, production, soil and water quality.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ABREVIATURAS.....	v
SIMBOLOGÍA.....	vi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
CAPÍTULO 1.....	9
1. Introducción.....	9
1.1. Descripción del Problema.....	10
1.2. Justificación del problema.....	11
1.3. Objetivos.....	11
1.3.1. Objetivo General.....	11
1.3.2. Objetivos Específicos.....	11
1.4. Marco Teórico.....	12
1.4.1. Alimentación.....	12
1.4.2. Métodos de Alimentación.....	12
1.4.3. Sistemas de Producción.....	14
1.4.4. Parámetros de Producción.....	15
1.4.5. Calidad de Suelo.....	16
1.4.6. Calidad de agua.....	18
1.4.7. Costos de Producción.....	19
CAPÍTULO 2.....	20
2. Materiales y Métodos.....	20
2.1. Sitios de estudio.....	20
2.2. Metodología.....	22
2.2.1. Recolección de Datos.....	22
2.2.1.1. Crecimiento semanal.....	23
2.2.1.2. Peso final.....	24
2.2.1.3. Supervivencia.....	24
2.2.1.4. Factor de conversión Alimenticia.....	24
2.2.1.5. Materia orgánica (MO).....	24
2.2.1.6. Parámetros químicos del Agua.....	25
2.2.1.7. Temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.....	27

2.3. Análisis Estadístico .....	27
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	29
<b>3. Resultados y Discusiones</b> .....	29
<b>3.1. Resultados generales</b> .....	29
<b>3.1.1. Parámetros de producción</b> .....	29
3.1.1.1. Peso de cosecha .....	29
3.1.1.2. Supervivencia.....	30
3.1.1.3. Rendimiento por Hectárea .....	30
3.1.1.4. FCA.....	31
<b>3.1.2. Parámetros Físico-químicos del agua y suelo</b> .....	34
3.1.2.1 Compuestos Nitrogenados .....	34
3.1.2.2. Fosfatos.....	35
3.1.2.3. pH y Alcalinidad .....	36
3.1.2.4. %MO .....	36
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	49
<b>4. Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	49
4.1. Conclusiones.....	49
4.2. Recomendaciones.....	50
<b>Bibliografía</b> .....	52

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
BPM	Buenas Prácticas de Manejo
FCA	Factor de Conversión Alimenticia
CAM	Camarones
RP	Rendimiento Productivo
MO	Materia Orgánica
PI	Postlarva
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar

## SIMBOLOGÍA

C	Carbono
cm	Centímetros
°C	Grados centígrados
gr	Gramos
Ha	Hectárea
H <sub>2</sub> S	Sulfuro de Hidrogeno
Kg	Kilogramos
L	Litro
Lb	Libras
ml	Mililitro
mg	Miligramo
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
m	metros
mm	Milímetros
N	Nitrógeno
NH <sub>4</sub>	Amonio ionizado
NH <sub>3</sub>	Amonio no ionizado
NO <sub>2</sub>	Nitrito
NO <sub>3</sub>	Nitrato
PO <sub>4</sub>	Fosfato
pH	Potencial de Hidrógeno
P	Fósforo
S	Sur
ug	Microgramos
W	Oeste
\$	Dólares
%	Porcentaje

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.1</b> Aplicación del método de Alimentación al Voleo Fuente: Ching, 2017 .....	13
<b>Ilustración 1.2</b> Charola de alimentación. Fuente: Molina, 2017 .....	13
<b>Ilustración 1.3</b> Comedero en vista superior. Fuente: Ching, 2017 .....	14
<b>Ilustración 1.4</b> Distribución del alimento de manera automática, observando el radio que alcanza el alimento al ser administrado, gracias al impacto de los pellets con el agua. Fuente: Ching, 2017 .....	14
<b>Ilustración 1.5</b> Interacción de los diferentes procesos que se realizan sobre la materia orgánica del fondo de los estanques de cultivo. Fuente: (C. Boyd, 2002). .....	18
<b>Ilustración 1.6</b> Procesos que modulan la calidad de agua de un sistema de cultivo. Fuente: (Boyd & Tucker, 2012) .....	19
<b>Ilustración 2.1</b> Ubicación geográfica del sitio de estudio “A”, en la zona Barbones, canton el Guabo, provincia El Oro. Fuente: Google Earth .....	20
<b>Ilustración 2.2</b> Ubicación geográfica del sitio de estudio “B”, en la Isla Puyana, canton Santa Rosa, provincia El Oro. Fuente: Google Earth. ....	21
<b>Ilustración 2.3</b> Ubicación geográfica del sitio de estudio “C” y “D”, canton Santa Rosa, provincia El Oro. Fuente: Google Earth. ....	22
<b>Ilustración 2.4</b> Ubicación geográfica del sitio de estudio “E”, en el canton el Machala, provincia El Oro. Fuente: Google Earth .....	22
<b>Ilustración 3.1</b> Gráfico de cajas del comportamiento de los parámetros de producción con el uso de los distintos métodos de alimentación empleados, siendo (A) el peso final de cosecha, (B) la supervivencia del cultivo, (C) rendimiento de los estanques en términos de Lb/ha y (D) el Factor de Conversión Alimenticia (FCA). Se destaca a los valores atípicos mediante asteriscos ‘*’. Fuente: Autores, 2020. ....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1</b> Aspectos del suelo que influyen en el manejo de las prácticas acuícolas. (Boyd & Tucker, 2012).....	17
<b>Tabla 2.1</b> Concentraciones de amonio no ionizado (NH <sub>3</sub> ) en soluciones acuosas referente a diversas concentraciones de pH y temperatura °C. Fuente: (C. E. Boyd, 1892).....	26
<b>Tabla 2.3</b> Formato de tabla utilizada para la recolección del historial de producción proporcionado por cada camaronera. Fuente. Autores, 2020.....	28
<b>Tabla 2.4</b> Formato de tabla utilizada para la recolección de los parámetros físico-químicos del suelo y agua correspondientes a cada camaronera. Fuente. Autores, 2020. ....	28
<b>Tabla 3.1</b> Niveles adecuados de los compuestos nitrogenados en las aguas de cultivo de camarón blanco.....	34
<b>Tabla 3.2</b> - Media y Desviación estándar de los parámetros físico-químicos de agua obtenidos en los estanques de cultivo de camarón por la aplicación de distintos métodos de alimentación. Fuente: Autores, 2020 .....	38
<b>Tabla 3.3</b> - Media y Desviación estándar del porcentaje de materia orgánica obtenido en los estanques de cultivo por la aplicación.....	38

# CAPÍTULO 1

## 1. Introducción

El Ecuador es considerado un precursor en la producción camaronera del continente americano, siendo el principal representante en exportaciones globales del camarón blanco entre los países pertenecientes a la región de América del Sur (Caicedo, 2018). El sector camaronero ecuatoriano es una de las industrias que mayor aporte generan a la economía del país. En el 2018, logró generar \$2.972 millones y en el 2019 de \$3.598 millones, representando el 21,1% en exportaciones no petroleras desplazando al banano (Marcano et al., 2019; Prado et al., 2020). La actividad ha tenido un crecimiento promedio del 13,6 % en los últimos 10 años a excepción del 2016 que presentó un crecimiento del 8,2% (Argandona, 2016; EKOS, 2019; Muñoz et al., 2017).

La camaronicultura representa el 95% de la producción acuícola nacional, donde el 99% de esta actividad proviene del uso exclusivo de piscinas para el cultivo de camarón "*Litopenaeus vannamei*", mientras que el 1% restante es obtenido a partir de la pesca en el océano pacífico (FAO, 2016). Hasta el momento se han empleado un aproximado de 270.000 hectáreas de tierras costeras para realizar esta actividad (Cruz, 2017), de las cuales la provincia de El Oro representa desde el año 2017 el 15% gracias a la participación productiva de cantones y parroquias como El Guabo, Santa Rosa, Huaquillas, Machala, Arenillas, Barbones, Chacras, El Retiro, Jambelí, La Iberia, Puerto Bolívar Tendeles y Hualtaco (Marquez, 2017; Valera Véliz et al., 2017).

A través del tiempo, la alimentación implementada en sistemas semi-intensivos se ha transformado significativamente, tanto en lo referente a la nutrición como a las tácticas alimenticias (Molina, 2004). La implementación de correctas técnicas de alimentación son factores sustanciales que se deben considerar debido a que el alimento influye de manera directa entre el 30 a 40% de los costos operativos del cultivo. Además, el alimento no consumido repercute en una pobre calidad de suelo y agua, debido al desperdicio y acumulación de

balanceado en el fondo de los estanques, generando un ambiente inestable para el organismo (Farias, 2019; Lator et al., 2008).

Actualmente en Ecuador los sistemas de cultivo de engorde de camarón implementan cuatro métodos de alimentación que incluyen 1) boleo que es considerado el método tradicional; 2) uso de comederos o charolas; 3) voleo-testigo que es un híbrido que resulta de la combinación de las dos primeras técnicas, y el más reciente, 4) la alimentación automática (Chiquito et al., 2017). Estas técnicas alimenticias han sido desarrolladas con el propósito de generar una optimización en el consumo del alimento balanceado, una dosificación más precisa en función a la población cultivada y su demanda requerida (Ceballos & Fraga, 2013; Molina, 2004; Varas et al., 2017). A pesar de la bibliografía disponible sobre los beneficios de cada uno de ellos (Lator et al., 2008; Varas et al., 2017), no hay información suficiente sobre estos métodos alimentación acorde a las condiciones del cultivo y tipos de operaciones que permita maximizar los parámetros de producción y minimizar los impactos negativos que deriven en alteraciones de la calidad de agua y suelo, afectando al ciclo de producción.

### **1.1. Descripción del Problema**

La camaronicultura presenta diferentes escenarios y condiciones operativas dentro del proceso productivo, donde se incluyen ingeniería, ecosistemas y buenas prácticas de manejo (BPM). En principio, las BPM dentro de sus operaciones comprenden la alimentación, que juega un papel fundamental en términos económicos y ambientales. En el sector de El Oro, que presenta sus propias características de terreno, estructuración y composición del suelo, así como condiciones particulares de calidad de agua, la industria camaronera utiliza diferentes métodos de alimentación para facilitar el suministro alimenticio a los organismos en cultivo, sin embargo existe una falta de estudios e información bibliográfica que indique cual de todos los métodos empleados para el engorde de camarón sea el más conveniente para el tipo de operación camaronera en esta provincia en terminos ambientales y optimización operativa.

## **1.2. Justificación del problema**

Para que la producción acuícola se desarrolle a niveles esperados, el rendimiento de los estanques debe ser creciente, es decir, permanecer en un constante desarrollo mediante el uso de oportunas estrategias de manejo, como la mejora en la habilidad operacional de técnicas alimenticias que permitan una correcta sincronización entre variables costo-producción (Achupallas, 2000). Los métodos de alimentación son vías estratégicas que permiten al productor enlazarse de manera directa con el camarón, cumpliendo aspectos necesarios como que la cantidad de alimento balanceado requerida por el organismo en cultivo sea distribuida homogéneamente en la mayor área posible de los estanques para conseguir un aprovechamiento eficiente de este insumo, poder satisfacer las necesidades nutricionales del animal, promover a su óptimo crecimiento y obtener parámetros eficientes como un factor de conversión alimenticia idóneo para que el ciclo de cultivo sea rentable y sostenible (Ceballos & Fraga, 2013; Ching, 2013; Meyer, 2004).

Es por esto que nuestro proyecto presenta un estudio comparativo de distintos métodos de alimentación, utilizados en sistemas de cultivo de engorde de diversas camaronerías localizadas en la provincia de El Oro, en base al análisis de los parámetros obtenidos durante los últimos 8 ciclos de producción.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

- Determinación del método de alimentación más adecuado para sistemas de cultivos semi-intensivos de engorde de camarón *Litopenaeus vannamei*, a partir del análisis y evaluación de diversos parámetros de producción obtenidos de distintas fincas camaronerías localizadas en la provincia de El Oro.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el método de alimentación que promueve los mejores parámetros productivos.

- Evaluar los parámetros de calidad de agua afectados según el tipo de alimentación analizado.
- Conocer el efecto que presentan las diferentes técnicas alimenticias en la calidad de suelo de los estanques.

## **1.4. Marco Teórico**

### **1.4.1. Alimentación**

Disponer de una planificación alimenticia y tablas que, reflejen tanto la cantidad como la frecuencia en la que se proporcionará el alimento, es fundamental para el cultivo de engorde del camarón. Estas pueden ser ajustadas por el técnico a cargo, según los resultados de: los muestreos poblacionales, la biomasa, la productividad en el cultivo, entre otras variables.

Una consideración de importancia que se debe incluir en los protocolos de alimentación es que, el total de alimento que se va a suministrar al organismo en cultivo debe ser dividido en varias dosis durante el transcurso del día (Ching, 2013). El número de dosis pueden ir de 2 a 4 según lo explicado por (Lautor et al., 2008) y la cantidad de alimento a entregar en cada una de ellas será ajustado en base al comportamiento del organismo y criterios técnicos (Vega et al., 2000). Por otro lado, (Molina et al, 2002) menciona que los horarios asignados para repartir el alimento deben ser expuestos considerando la concentración de oxígeno disuelto, temperatura de agua y actividad fisiológica del animal.

### **1.4.2. Métodos de Alimentación**

#### **1.4.2.1. Alimentación al voleo**

Método característico por ser el más usado a nivel nacional que, tiene como finalidad cubrir más del 80% de superficie de los cultivos (Ilustración 1.1) (Lautor, Buno & Molina, 2008; Maryeli & Pichardo, 2012)



**Ilustración 1.1** Aplicación del método de Alimentación al Voleo  
Fuente: Ching, 2017

#### **1.4.2.2. Uso de comederos**

Este sistema esta basado en fijar el alimento en puntos determinantes del estanque mediante el uso de herramientas denominadas “Platos o comederos” (Ilustración 1.2), que permiten tener un mayor control del consumo alimenticio, disminuyendo la posibilidad de contaminación del cultivo y efluentes (Maryeli & Pichardo, 2012). Sin embargo, presenta un coste notablemente mayor en comparación al método tradicional pero, exhibe una mejora en la eficiencia económica capaz de compensar el coste de la instalación (Regis Bador, 1998).



**Ilustración 1.2** Charola de alimentación. Fuente: Molina, 2017

#### **1.4.2.3. Voleo – Testigos**

Mezcla de los métodos descritos anteriormente con la posibilidad de mantener un control del consumo alimenticio, mediante el retiro de charolas denominadas “testigo” para corroboraciones de datos (Ilustración 1.3) (Maryeli & Pichardo, 2012, Molina, 2017) . Esta estrategia puede presentar un alto rendimiento en la producción de libras por hectárea, independientemente del tipo de alimento utilizado en el cultivo.



**Ilustración 1.3** Comedero en vista superior. Fuente: Ching, 2017

#### 1.4.2.4. Alimentación automática

Este método es capaz de esparcir el alimento en intervalos de tiempo o al momento de escuchar el sonido del camarón cuando busca alimento (Ilustración 1.4) (Albán & Herrera, 2018; Monrroy & Torres, 2018). Según estudios esta técnica puede aumentar el rendimiento del 8 al 49% de crecimiento en su peso final (Albán & Herrera, 2018). Aunque, su funcionamiento presenta limitaciones al depender de la captación de energía solar, por lo que, en climas adversos provoca una escasez nutritiva en los animales y acumula pellets en un mismo punto de los estanques (Albán & Herrera, 2018; Carlos A. Ching, 2020; C. A. Ching, 2013; Rhodes, Allen, Novriadi & Anneleen, 2018).



**Ilustración 1.4** Distribución del alimento de manera automática, observando el radio que alcanza el alimento al ser administrado, gracias al impacto de los pellets con el agua. Fuente: Ching, 2017

#### 1.4.3. Sistemas de Producción

Actualmente existen diferentes maneras en las que un cultivo de engorde del camarón puede llevarse a cabo, dependiendo de manera directa en la densidad de siembra ( $pl/m^2$ ), tamaño de los estanques y las técnicas implementadas para el cultivo (aeración, porcentaje de recambio de agua, fertilización y alimentación). La relación que existe entre el número de post-larvas y el área a la que esté establecida su crecimiento representa la cantidad de camarón que existe por unidad de área, la cual puede variar según el sistema de producción a la que se

esté implementando; Extensivo (4 – 10  $pl/m^2$ ), semi-intensivo (10 – 30  $pl/m^2$ ), intensivo (60 – 300  $pl/m^2$ ), e hiper-intensivo (300 – 450  $pl/m^2$ ), Predominando en Ecuador el sistema semi-intensivo (Aguilar & García, 2018; Barrera 2018)

#### **1.4.4. Parámetros de Producción**

##### **1.4.4.1. Porcentaje de Supervivencia**

La supervivencia es considerada como el valor que indica en porcentaje la cantidad de animales que han sobrevivido en el cultivo desde un punto determinado en el tiempo. Este porcentaje es medido por la relación que existe entre el número de camarones final con la cantidad de camarones inicial (Rueda & Alvarez, 2017). (1.1)

$$\%Supervivencia = \frac{N^{\circ} \text{ de Camarones final}}{N^{\circ} \text{ de Camarones inicial}} \times 100$$

##### **1.4.4.2. Biomasa**

Representa la cantidad total de peso producido por la población del organismo cultivado, ayudando a deducir la porción de alimento por suministrar al cultivo para que, exista un crecimiento favorable. El cálculo de la biomasa se lo realiza mediante el producto del peso promedio y la cantidad de individuos en la población (Álvarez & Escudero, 2017) .

(1.2)

$$\text{Biomasa (g)} = \text{Peso promedio (g)} \times \text{Población}$$

##### **1.4.4.3. Factor de conversión alimenticia (FCA.)**

El FCA representa la eficiencia que el alimento posee para producir una unidad de peso del camarón, considerando que entre más alto es el FCA., menos eficiente es el alimento y/o el manejo de este. El factor es obtenido mediante la relación entre el peso del alimento administrado y del peso del camarón producido (biomasa) (FAO, 2019). (1.3)

$$\text{FCA.} = \frac{\text{Peso del Alimento administrado (Kg)}}{\text{Peso del Camarón Producido (Kg)}}$$

#### **1.4.5. Calidad de Suelo.**

Es necesario establecer que dependiendo del sistema de cultivo, existe una relación directa en la alteración de las cualidades físico-químicas del suelo de los estanques camaroneros y que el impacto ambiental que se genere depende de la calidad y cantidad de insumos utilizados.(Laurencez, 2000). Algunas condiciones del suelo provocan alteraciones fisiológicas en los camarones tales como estrés, déficit de crecimiento, inanición y susceptibilidad a enfermedades; siendo estos aspectos que aumentan la mortalidad del animal atrayendo como consecuencia disminución productiva y pérdidas económicas (Lemonnier et al., 2004).

Propiedades como textura, humedad, permeabilidad son fundamentales para determinar la calidad del suelo ya que definen el comportamiento estructural que tendrá el mismo (Boyd & Tucker, 2012). Varios estudios sobre la calidad de suelo de camaroneras han demostrado que deben contener un porcentaje de humedad entre 2% y 6%, un pH entre 7 y 8.5 y una textura que puede ser medida por tamizadores o por ensayos de campo rápidos como “la prueba del lanzamiento de la bola” con la finalidad de buscar rigidez, estabilidad y permeabilidad en los fondos (Cornelio et al., 2010; Meyer, 2004; Vinatea et al., 2006; Rojas, Haws, & Cabanillas, n.d.; FAO, 2010).

Para conocer el estado del suelo y poder determinar su calidad es necesario emplear métodos químicos o físicos que nos permitan establecer el contenido de materia orgánica, potencial de hidrogeno (pH), potencial redox, contenido de azufre, entre otros (Reginatto, 2003). (Tabla 1.1).

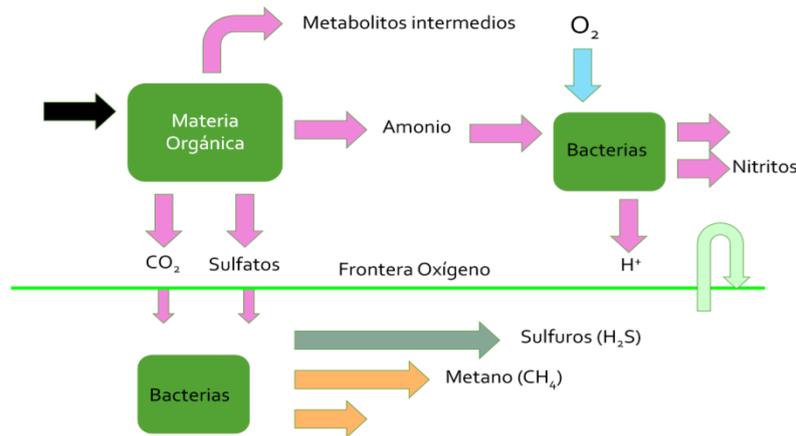
**Tabla 1.1** Aspectos del suelo que influyen en el manejo de las prácticas acuícolas. (Boyd & Tucker, 2012).

<i>Propiedad</i>	<i>Proceso afectado en estanque</i>
Tamaño de partícula y textura	Erosión y sedimentación, estabilidad de muros, percolación, habitat del fondo
pH y acidez	Disponibilidad de nutrientes, actividad microbiana, productividad bentónica, toxicidad de ion H
Materia orgánica	Estabilidad de muros, demanda de oxígeno, suministro de nutrientes, habitat del fondo
N y concentración C:N	Descomposición de MO, disponibilidad de nutrientes
Potencial redox	Producción de tóxicos, solubilidad de minerales
Concentración de nutrientes	Disponibilidad de nutrientes y productividad
Profundidad de sedimento	Reducción de volúmen, habitat del fondo

#### 1.4.5.1. Materia Orgánica (MO)

La materia orgánica de los estanques de cultivo está constituida por una mezcla heterogénea de organismos bentónicos muertos, fragmentos de animales, material fecal, alimento no consumido, fertilizantes y minerales (Marquez, 2017; Martínez, 2004). Estanques de cultivo con fondos sobrecargados inducen a la proliferación de cianobacterias y vibrios, así como liberación de amoníaco y sulfuro de hidrogeno. (Ariadi et al., 2019; Marquez, 2017). (Ilustración 1.5) En un estudio realizado por (Suo et al., 2017) comprobó que una concentración de 425,5 ug/l de H<sub>2</sub>S en suelos acuícolas potencializa las concentraciones de *Vibrio sp* (Ariadi et al., 2019)

Un suelo apto para la producción de *Litopenaeus vannamei* debe poseer valores de materia orgánica que oscilen entre 1,5 y 4%, ya que dichos niveles constituyen una fuente de carbono propicia para la proliferación de organismos bentónicos (Brito et al., 2007; Reginatto, 2003; Vinatea et al., 2006).



**Ilustración** 5 Interacción de los diferentes procesos que se realizan sobre la materia orgánica del fondo de los estanques de cultivo. Fuente: (C. Boyd, 2002).

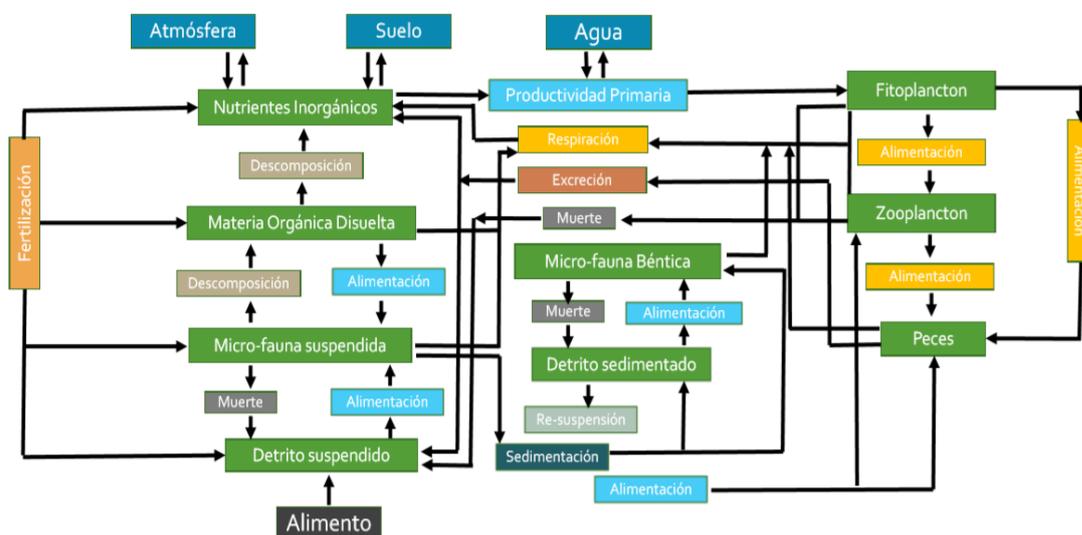
#### 1.4.6. Calidad de agua

A pesar de los conocimientos que se tiene sobre los efectos de la calidad del agua, las técnicas para su control son mínimas y se limitan específicamente al control de sedimentos, fertilización del estanque, aeración, recambio de agua y prácticas de alimentación, (Ilustración 1.6) (Boyd & Tucker, 2014). Las propiedades físico-químicas del agua juegan un rol sustancial en el crecimiento y viabilidad de este crustáceo, por ende, se debe garantizar la regulación y control apropiado en los rangos de parámetros como alcalinidad, amonio, amoníaco, nitritos, nitratos y fosfatos. (Boyd et al., 2007; Chakravarty et al., 2016).

La alcalinidad resulta de la sumatoria entre concentraciones de bicarbonato y carbonato presentes en el agua; interactuando de manera importante como un tampón para el control en la variabilidad del pH. Sus valores dentro de un estanque de camarón deben ser entre 80 y 200 mg/l (C. Boyd, 2009a; Boyd et al., 2011).

Los compuestos nitrogenados como amonio ( $\text{NH}_4$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), nitritos ( $\text{NO}_2$ ) y nitratos ( $\text{NO}_3$ ), son resultantes de la liberación de nitrógeno en las piscinas a causa del suministro de alimento balanceado y heces del organismo (Frías & Páez, 2001).

En cuanto al fósforo, este no representa problemas de toxicidad para el animal, sin embargo la acumulación excesiva del mismo producto de la fertilización y liberación nutritiva del sedimento orgánico, generan fuertes florecimientos microalgas no deseables (Boyd & Munsiri, 2007; C. Boyd, 2009a).



**Ilustración 1.6** Procesos que modulan la calidad de agua de un sistema de cultivo.

Fuente: (Boyd & Tucker, 2012)

#### 1.4.7. Costos de Producción

Dentro de la producción del camarón, los costos sean variables o directos, son aquellos que se implementan con la intención de incurrir en un aspecto positivo al desarrollo del camarón durante los 3 o 4 meses que pueda durar el cultivo hasta la obtención del producto final. Los costos directos pueden llegar a representar el 80% de los totales, debido a que, aquí se encuentra el balanceado, mano de obra directa y otros insumos, destacando el hecho que el costo del alimento balanceado puede llegar a incrementar constantemente. Según valores obtenidos en el 2017 de una empresa camaronera ecuatoriana de 210 ha, que presenta una duración de 110 días por cada ciclo, los costos directos durante dos corridas llegaron a ser de \$2'546.598,71 donde el alimento fue el insumo de mayor costo generando \$1'671.975,57, mientras que en los costos indirectos que se encuentran asociados a la mano de obra y costos de fabricación, tuvieron un valor fue de \$1'048.038,35. Estos valores representaron para una producción anual de 25'521.270 toneladas por hectárea. (Lalangui et al., 2017).

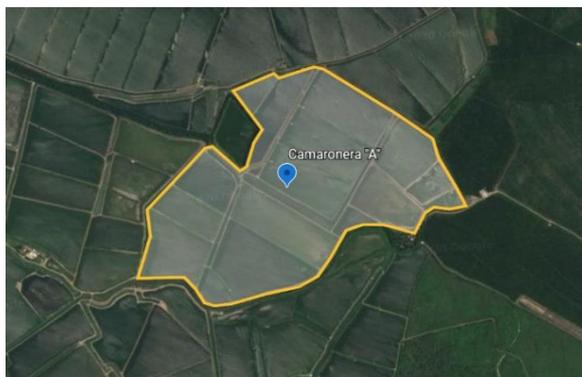
# CAPÍTULO 2

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Sitios de estudio

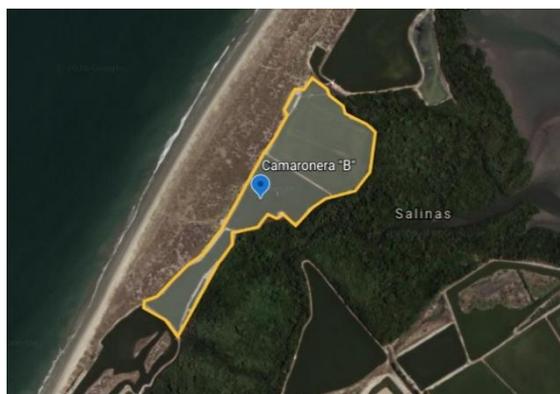
Las áreas de estudio para la ejecución del presente proyecto se encuentran dentro de cinco camaronerías localizadas en la provincia de El Oro. Dichas fincas fueron seleccionadas de acuerdo con el método de alimentación utilizado para el engorde de camarón y el sistema de cultivo implementando (semi-intensivo). El territorio orense está ubicado en la parte sur de la costa ecuatoriana (Latitud 3°16'00" S; longitud 79°58'00" W) y se caracteriza por contar con un clima subtropical, donde su zona más seca alcanza temperaturas de 20° a 31° C en épocas seca "verano" y lluviosa "invierno" respectivamente. Además, esta provincia cuenta con altitudes que van desde los 0 m.s.n.m a los 3750 m.s.n.m.

La camaronería "A" está ubicada en la parroquia Barbones, Cantón el Guabo, (latitud 3°10'48" S y longitud 79°52'39" W; (Ilustración 2.7). Las condiciones climáticas de la zona exhiben temperaturas entre los 22° y 28° C durante el invierno y de 20° a 26 °C en verano, mientras que su la altitud es de 18 m.s.n.m (GADG, 2015). La camaronería posee un tamaño de 120 hectáreas de espejo de agua, distribuidas en 2 reservorios, 4 pre-criadero y 4 piscinas madres y 8 piscinas de engorde.



¡Error! Utilice la pestaña Inicio para aplicar 0 al texto que desea que aparezca aquí.  
Ubicación geográfica del sitio de estudio "A", en la zona Barbones, cantón el Guabo, provincia El Oro. Fuente: Google Earth

La granja “B” se encuentra en la Isla Payana, parroquia Jambelí, cantón Santa Rosa, (latitud 3°21'41" S y longitud 80°17'23" W; Ilustración 2.8). La región cuenta con un clima tropical seco, donde anualmente las temperaturas oscilan entre 20° C y 28° C y las precipitaciones son menores a 500 mm (Quizpe et al., 2015). La camaronera posee una extensión de 18,55 hectáreas de espejo de agua, divididas en 1 pre-criadero y 3 piscinas de engorde.



**Ilustración 2.1** Ubicación geográfica del sitio de estudio “B”, en la Isla Puyana, canton Santa Rosa, provincia El Oro. Fuente: Google Earth.

Las fincas de cultivo “C y D” pertenecen a una misma razón social y se encuentran localizadas de la siguiente manera. La camaronera “C” está ubicada en la Isla Pongal, parroquia Jambelí, cantón Santa Rosa, (Latitud 3°19'29.34" S y Longitud 80° 2'46.26" W; Ilustración 2.9)., y cuenta con un total de 41,38 hectáreas de espejo de agua, distribuidas en 1 reservorio, 2 pre-criadero y 5 piscinas. En cuanto a la granja de cultivo “D” está localizada en la parte continental de la misma parroquia y cantón (Latitud 3°19'0.02" S y Longitud 80° 1'27.25" W, Ilustración 2.10)., y abarca un área de 37 hectáreas repartidas en 1 reservorio, 2 pre-criadero y 6 piscinas de cultivo.

La altitud de dichos lugares es de 10 m.s.n.m, mientras que la temperatura se registra en un rango entre 20° C y 28° C durante todo el año (López & Tapia, 2002).



**Ilustración 2.2** Ubicación geográfica del sitio de estudio “C” y “D”, canton Santa Rosa, provincia El Oro. Fuente: Google Earth.

La camaronera “E” está localizada en el cantón Machala (latitud 3°21’21” S y longitud 79°58’04” W; Ilustración 2.10). Esta granja acuícola cuenta con 115,35 hectáreas de espejo de agua activas distribuidas en 4 pre-criaderos y 11 piscinas y 2 reservorios. La climatología del lugar se caracteriza por precipitaciones anuales de 489 mm y temperaturas medias de 25,2° C (Spark, 2018).



**Ilustración 2.3** Ubicación geográfica del sitio de estudio “E”, en el canton el Machala, provincia El Oro. Fuente: Google Earth

## 2.2. Metodología de estudio

### 2.2.1. Recolección de Datos

La recolección de datos se basó en la disponibilidad de información confidencial proporcionada parte de empresarios camaroneros. Tomando en consideración criterios como escala de producción, sistema de cultivo y método de alimentación utilizado, se procedió a solicitar a 10 propietarios de camaroneras a través del contacto directo un informe detallado de los últimos 8 ciclos de producción realizados en 3 piscinas de su campamento, teniendo respuesta positiva solo de

5 propietarios. Las piscinas que se detallan por camaronera fueron seleccionadas de manera aleatoria.

Con la finalidad de tener un mejor orden y distribución de la información, los datos requeridos fueron clasificados en 3 componentes; 1) aspectos generales de la empresa, tales como, tamaño, localización, tipo de cultivo y fuente de agua, 2) almacenamiento de los datos de producción de los últimos 8 ciclos de cultivo de las piscinas seleccionadas, donde se especificaron factores como tamaño y profundidad de los estanques, fecha de siembra, densidad de cultivo, crecimiento semanal, peso final, supervivencia, rendimiento por hectárea, biomasa final, factor de conversión alimenticia (FCA), fecha de cosecha, días de cultivo y método de alimentación utilizado; y 3) parámetros fisicoquímicos del suelo y agua de las piscinas considerando factores como: porcentaje de materia orgánica, alcalinidad, amonio, amoniaco, nitritos, nitratos, fosfatos, temperatura, pH, salinidad y oxígeno disuelto.

Algunos de los parámetros de producción, calidad de suelo y agua notificados dentro del informe fueron tomados y determinados de la siguiente manera:

### **2.2.1.1. Crecimiento semanal**

El cálculo del incremento en peso semanal de los organismos cultivados se realizó siguiendo la metodología descrita por (Fenucci, 1988; Saldarriaga, 1995) donde se menciona que, cada técnico de campo deberá realizar un muestreo poblacional que le permita recolectar muestras al azar de camarones en diferentes puntos del estanque con la finalidad de pesarlos, determinar un peso promedio y realizar el cálculo del crecimiento semanal mediante una comparación con el valor obtenido en el muestreo pasado. Usada por medio de la fórmula 2.1.

$$\Delta P = P_a - P_u \quad (2.1)$$

Donde:

$\Delta P$ : Incremento en peso (g)

$P_a$ : Peso promedio actual (g)

$P_u$ : peso promedio del ultimo muestreo (g)

### 2.2.1.2. **Peso final**

Este parámetro fue establecido en cada una de las camaroneras a partir de los controles de peso realizados en las piscinas de cultivo, teniendo en cuenta los días de producción planificados, y fue reconfirmado mediante otro muestreo durante la cosecha de las piscinas con la finalidad de establecer un valor más preciso para la estimación del precio.

### 2.2.1.3. **Supervivencia.**

El porcentaje de supervivencia de los estanques de cultivo fue determinado una vez finalizado el ciclo de producción. Para esto, se tomó en cuenta el rendimiento en términos de libras cosechadas por ciclo en cada uno de los estanques, con la finalidad de estimar el número total de camarones colectados y evaluar la diferencia en relación con la cantidad de animales sembrados. Para esto se utilizaron las fórmulas 2.2 y 1.1.

$$\text{Poblacion Final} = \left( \frac{\text{Lbrs cosechadas}}{2,2} * 1000 / \text{Peso final} \right) \quad (2.2)$$

(1.1.)

$$\% \text{ Supervivencia} = \frac{N^{\circ} \text{ de Camarones final}}{N^{\circ} \text{ de Camarones inicial}} \times 100$$

### 2.2.1.4. **Factor de conversión Alimenticia**

El FCA del ciclo de cultivo de cada una de las piscinas analizadas fue deducido a partir de las indicciones dadas por (Huet, 1978; Nicovita, 1997) donde se menciona la relación entre la cantidad total de alimento balanceado utilizado durante un ciclo de producción del camarón y la biomasa final obtenida, por medio de la fórmula (1.3).

### 2.2.1.5. **Materia orgánica (MO)**

El cálculo del porcentaje de MO del suelo de los estanques de las diferentes camaroneras se realizó previo al término del ciclo de cultivo. Para esto, se llevó a cabo la recolección de muestras de sedimento en la mesa y préstamo de las

piscinas. La cantidad de material tomado fue de 2000 gramos, a una profundidad de 5 a 10 cm.

Una vez finalizado este proceso, el sedimento fue colocado en bolsas con cierre hermético y etiquetado con el nombre de la camaronera, número de estanque y zona de muestreo. Posteriormente la muestra fue almacenada en un contenedor con aislamiento térmico adicionando hielo y se transportó al laboratorio de análisis, donde se determinó el porcentaje de MO a partir del método de calcinación descrito por (Clemson University, 2000; Davies, 1974; Salehi et al., 2011; Zagal & Sadsawka, 2007).

#### **2.2.1.6. Parámetros químicos del Agua**

Los respectivos valores de  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ , alcalinidad y pH detallados en cada uno de los informes de las camaroneras fueron establecidos a partir lecturas obtenidas en análisis realizados en el transcurso de cada ciclo de producción.

Para la medición de cada uno de los parámetros, se siguió el proceso descrito por (INTA, 2011) el cual establece que la muestra de agua debe ser recolectada a una profundidad de 10 a 30 cm en un envase aséptico de plástico o vidrio y, la cantidad a tomar será de 1000 ml. De igual manera menciona que cada recipiente deberá ser sellado, etiquetado y refrigerado con hielo previo a su transporte al laboratorio.

La medición del  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ , se realizó mediante el método de colorimetría, usando colorímetros de la marca Spectroquant Move 100 y YSI 9300. En el caso de la determinación de  $\text{NH}_3$  se efectuó un cálculo basado en los valores y criterios descritos por (C. E. Boyd, 1892) para la determinación de amonio-no ionizado en soluciones acuosas a diferentes valores de temperatura y pH (tabla 2.1).

En cuanto a la alcalinidad se evaluó mediante la técnica de titulación con ácido según lo referenciado por (Alzate, 2008; Briones, 2005; Severiche et al., 2013),

Mientras que el pH fue determinado con ayuda de un pH-metro siguiendo el proceso establecido por (Bedoya, 2015; Severiche et al., 2013; Villamizar, 2008). Cada uno de los resultados de los parámetros químicos evaluados fueron expresados en mg/l a excepción del pH y para su interpretación se tomó como referencia la tabla 2.2.

**Tabla 2.1** Concentraciones de amonio no ionizado (NH<sub>3</sub>) en soluciones acuosas referente a diversas concentraciones de pH y temperatura °C. Fuente: (C. E. Boyd, 1892)

pH	Temperatura									
	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0
6.0	0,0589	0,0610	0,0632	0,0654	0,0678	0,0701	0,0726	0,0752	0,0778	0,0805
6.1	0,0742	0,0768	0,0796	0,0824	0,0853	0,0883	0,0914	0,0946	0,0979	0,101
6.2	0,0933	0,0967	0,100	0,104	0,107	0,111	0,115	0,119	0,123	0,129
6.3	0,117	0,122	0,126	0,130	0,135	0,140	0,145	0,150	0,155	0,160
6.4	0,148	0,153	0,159	0,164	0,170	0,176	0,182	0,189	0,195	0,202
6.5	0,186	0,193	0,200	0,207	0,214	0,221	0,229	0,237	0,246	0,254
6.6	0,234	0,242	0,251	0,260	0,269	0,279	0,289	0,299	0,309	0,320
6.7	0,295	0,305	0,316	0,327	0,339	0,351	0,363	0,376	0,389	0,402
6.8	0,371	0,384	0,397	0,411	0,426	0,441	0,456	0,472	0,489	0,506
6.9	0,466	0,483	0,500	0,517	0,536	0,554	0,574	0,594	0,615	0,636
7.0	0,586	0,607	0,628	0,651	0,674	0,697	0,722	0,747	0,772	0,799
7.1	0,737	0,763	0,790	0,818	0,846	0,876	0,907	0,938	0,970	1,00
7.2	0,926	0,958	0,992	1,03	1,06	1,0	1,14	1,18	1,22	1,25
7.3	1,16	1,20	1,25	1,29	1,33	1,38	1,43	1,48	1,53	1,58
7.4	1,46	1,51	1,56	1,62	1,67	1,73	1,79	1,85	1,92	1,98
7.5	1,83	1,89	1,96	2,03	2,10	2,17	2,25	2,32	2,40	2,48
7.6	2,29	2,37	2,46	2,54	2,63	2,72	2,81	2,91	3,01	3,11
7.7	2,87	2,97	3,07	3,18	3,29	3,40	3,51	3,63	2,75	3,88
7.8	3,59	3,7	3,84	3,97	4,10	4,24	4,38	4,53	4,68	4,84
7.9	4,47	4,53	4,78	4,94	5,11	5,28	5,46	5,64	5,82	6,01
8.0	5,57	5,75	5,95	6,15	6,35	6,56	6,78	7,00	7,22	7,46
8.1	6,91	7,24	7,37	7,62	7,87	8,12	8,38	8,65	8,92	9,21
8.2	8,54	8,82	9,11	9,40	9,70	10,0	10,3	10,7	11,0	11,3
8.3	10,5	10,9	11,2	11,5	11,9	12,3	12,7	13,0	13,4	13,8
8.4	12,9	13,3	13,7	14,1	14,5	15,0	15,4	15,9	16,4	16,8
8.5	15,7	16,2	16,7	17,2	17,7	18,2	18,7	19,2	19,8	20,3
8.6	19,0	19,6	20,1	20,7	21,3	21,8	22,4	23,0	23,7	24,3
8.7	22,8	23,4	24,1	24,7	25,4	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8
8.8	27,1	27,8	28,5	29,2	30,0	30,7	31,4	32,2	32,9	33,7
8.9	31,9	32,7	33,4	34,2	35,0	35,8	36,6	37,4	38,2	39,0
9.0	37,1	37,9	38,7	39,6	40,4	41,2	42,1	42,9	43,8	44,6
9.1	42,5	43,5	44,3	45,2	46,1	46,9	47,8	48,5	49,5	50,4
9.2	48,3	49,2	50,1	50,9	51,3	52,7	53,5	54,4	55,2	56,1
9.3	54,0	54,9	55,8	56,6	57,5	58,3	59,2	60,0	60,8	61,6
9.4	59,7	60,5	61,4	62,2	63,0	63,8	64,6	65,4	66,2	66,9
9.5	65,	65,9	66,7	67,4	68,2	68,9	69,7	70,4	71,1	71,8
9.6	70,1	70,8	71,6	72,3	73,0	73,6	74,3	75,0	75,6	76,2
9.7	74,7	75,4	76,0	76,6	77,3	77,9	78,5	79,0	79,6	80,1
9.8	78,8	79,4	80,0	80,5	81,1	81,6	82,1	82,6	83,1	83,6
9.9	82,4	92,9	83,4	83,9	84,3	84,8	85,2	85,7	86,1	86,5
10.0	85,5	85,9	86,3	86,8	87,1	87,5	87,9	88,3	88,6	89,0

**Tabla 2.2** Concentraciones características de nutrientes disueltos en el agua de cultivo para un óptimo desarrollo de camarón *Litopenaeus vannamei*. Fuente: (C. Boyd, 2009)

Elemento	Forma de agua	Concentración objetivo
Nitrógeno	Amonio ionizado (NH <sub>4</sub> )	< 0,1 mg/l
	Amonio no ionizado (NH <sub>3</sub> )	< 0.1 mg/l
	Nitrato (NO <sub>3</sub> )	< 10 mg/l
	Nitrito (NO <sub>2</sub> )	< 0,1 mg/l
Fósforo	Ion Fosfato (PO <sub>4</sub> )	0,3 – 0,5 mg/l
Alcalinidad		>80 mg/l
pH		7.5 - 8,5

### 2.2.1.7. Temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.

Se elaboró un rango de valores para cada parámetro abiótico. Para establecer los niveles de temperatura y salinidad se consideró la época del año (invierno y verano), de tal modo que se pueda conocer un valor mínimo y máximo. En cuanto al oxígeno disuelto se tomaron los valores promedios de lecturas realizadas en horas de la mañana (6:00 am) y al finalizar la tarde (18:00 pm). Todos estos datos fueron obtenidos con ayuda del equipo ProODO- YSI y YSI 550<sup>a</sup>.

### 2.3. Análisis Estadístico

Se llevó a cabo el ordenamiento de cada uno de los datos de producción obtenidos de las fincas camaroneras de estudio. Para esto, se utilizó la herramienta de Microsoft Excel donde se clasificaron los datos de dos maneras diferentes, detallando respectivamente la variable independiente (x) y dependiente (y).

Se realizó una evaluación general de los parámetros de cultivo obtenidos. Para esto, se consideró como variables dependientes (y) al historial de producción (tabla 2.4) y a los parámetros de suelo y agua (tabla 2.5), mientras que la variable independientes (x) fue los métodos de alimentación.

**Tabla 2.3** Formato de tabla utilizada para la recolección del historial de producción proporcionado por cada camaronera. Fuente. Autores, 2020.

Camaronera	Metodo de alimentacion	Peso final Cosecha (gr)	% sobrevivencia final	Lb/ha	FCR
------------	------------------------	-------------------------	-----------------------	-------	-----

**Tabla 3.4** Formato de tabla utilizada para la recolección de los parámetros físico-químicos del suelo y agua correspondientes a cada camaronera. Fuente. Autores, 2020.

Metodo de alimentacion	Alcalinidad CaCO3	NO3 mg/l	NO2 mg/l	NH4 mg/l	NH3 mg/l	PO4 mg/l	Ph	% MO
------------------------	-------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----	------

Se procedió al análisis estadístico, por medio del software Minitab versión 19 (“Statistical & Data Analysis Software Package | Minitab,” n.d.). Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnoff y Levene para comprobar la normalidad y homogeneidad de los datos, expresándolos como media  $\pm$  desviación estándar de 8 réplicas. Las variables que no cumplieron con esta característica fueron transformadas con (“Statistical & Data Analysis Software Package | Minitab,” n.d.) en las fórmulas  $\ln(x)$ ,  $1/x$ ,  $\operatorname{asinh}(x)$  y  $x^2$ . Posteriormente se realizaron análisis de varianza (ANOVA) de una vía para determinar diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los parámetros de producción, calidad de suelo y agua. Al existir diferencias estadísticas a un nivel de confianza de 95% ( $\alpha = 0,05$ ) se realizó la prueba de rangos múltiples de Tukey para obtener resultados que ayuden a identificar el aprovechamiento productivo del cultivo de manera global.

No obstante, las variables que no cumplieron la normalidad u homocedasticidad luego de una transformación, se les realizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon de una muestra.

# CAPÍTULO 3

## 3. Resultados y Discusiones

### 3.1. Resultados generales

Para reducir la variabilidad entre métodos, se tomarón los datos de camaroneras ubicadas en la misma región geográfica, pero con diferentes técnicas de alimentación dentro de sus operaciones.

#### 3.1.1. Parámetros de producción

Los valores evaluados fueron peso de cosecha, supervivencia, libras por hectárea y FCA. Es necesario recalcar que la existencia de ciertos valores atípicos en los cuatros parámetros de producción evaluados, se deben a factores de manejo no relacionados con las técnicas de alimentación y a la incidencia de enfermedades virales.

##### 3.1.1.1. Peso de cosecha

Los análisis de los pesos de cosecha mostraron que la alimentación con comederos fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ) ( $16,892 \pm 1,186$  gr) comparado con los otros métodos analizados (Ilustración 3. 1<sup>a</sup>), El mayor peso de cosecha observado fue el de método automático ( $21,333 \pm 1,444$ ), mostrando ser significativamente superior ( $p < 0.05$ ) comparado con voleo y comederos pero no con la alimentación con voleo-testigo ( $p > 0.05$ ). Las cosechas. Los pesos de cosecha obtenidos entre voleo y voleo-testigo no mostraron ninguna diferencia significativa entre ellos.

(Bogran & Zapata, 2010; Guerra, 2012; Téllez, 2009) indican que los comederos pueden llegar a presentar un peso promedio de 13,3 a 13,5 gr en un ciclo de producción. (Molina, 2017) muestra que el gramaje del camarón obtenido al voleo puede llegar a ser menor que aquel alcanzado con la a. automática, con 17 gr y 21gr respectivamente. (Ram, Salazar, Chica, & Le, 2009) establece que el voleo-testigo puede presentar valores de peso promedio entre 15 – 20 gr en un intervalo de 96 a 105 días post-siembra.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio son muy similares a los reportados por los autores citados y a los de (Muñoz et al., 2017; Piedrahita, 2018) quienes

recalcan que la alimentación automática o el voleo-testigo son los métodos donde se obtienen un mejor rendimiento en el peso corporal del camarón.

### **3.1.1.2. Supervivencia**

El análisis de porcentaje de supervivencia de los cultivos con los diferentes métodos de alimentación mostró diferencias significativas entre sí, siendo los camarones alimentados al voleo y a. automática los que presentaron la mayor tasa de supervivencia, mientras que los alimentados comederos y voleo-testigo los de menor tasa de supervivencia (Ilustración 3. 1<sup>b</sup>). Los camarones alimentados al voleo y con A. Automáticos presentaron un porcentaje de supervivencia promedio de  $74,164 \pm 5,276\%$  y  $74,029 \pm 4,389\%$  respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí, pero son significativamente superior ( $p < 0.05$ ) comparado con los métodos ve comederos y voleo-testigo. El uso de comederos y voleo-testigo presentaron supervivencias inferiores al 62 y 67% respectivamente, siendo los valores no diferentes entre si ( $p > 0,05$ ).

Según (Bonila, E & Marcial, 1994) bajo condiciones adecuadas y buena alimentación, se alcanza una supervivencia de 79%, mientras que (Téllez, 2009) manifiesta que a densidades de 15 a 20 cam/m<sup>2</sup>, uso adecuado de técnicas alimenticias y buena calidad de larvas se puede tener supervivencias de 70%.

Nuestro estudio reflejó que los resultados de supervivencia obtenidos con A. automática y voleo se adaptan a valores reportados en otros estudios, por lo que podemos mencionar, que el uso e implementación de adecuadas estrategias alimenticias, incrementan el valor de este parámetro, algo recomendable y beneficioso para la producción.

### **3.1.1.3. Rendimiento por Hectárea**

En el rendimiento por hectárea (lb/ha) se obtuvo que las biomásas producidas en los estanques donde se aplicó la técnica al voleo y voleo testigo fueron semejantes entre si ( $p > 0,05$ ), aunque, las libras por hectáreas obtenidas con el uso de comederos ( $3815 \pm 714$  lb/ha) no presento diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) a aquellas alcanzadas con la técnica voleo-testigo ( $4226 \pm 569,2$  lb/ha) (Ilustración 3. 1<sup>c</sup>). No obstante, el rendimiento productivo más bajo y disperso estuvo dado por la alimentación automática con una prevalencia notada entre

valores que oscilaban las 2131 lb y 5260 lb siendo significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) a la biomasa derivada por el uso de otras técnicas de alimentación.

(Romo & Gálvez, 2006) indican que a densidades de 15 cam/m<sup>2</sup>, y alimentación con charolas se obtiene un rendimiento de 2560 lb/ha. Sin embargo, al usar la técnica del voleo-testigo, la producción por hectárea aumenta a 3520 lb. (Martínez E., 2009) recalca que el voleo estimula a la producción de biomasa de 4125 lb/ha en cultivos semi-intensivos, mientras que (Carlos A Ching, 2017) menciona que la aplicación de a. automática en cultivos con densidades de 20 a 30 cam/m<sup>2</sup>, benefician a la obtención de cosechas con un promedio de 4600 lb/ha.

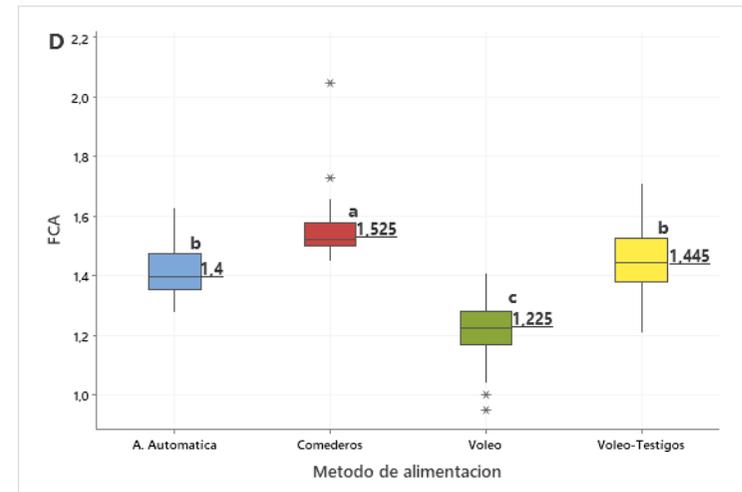
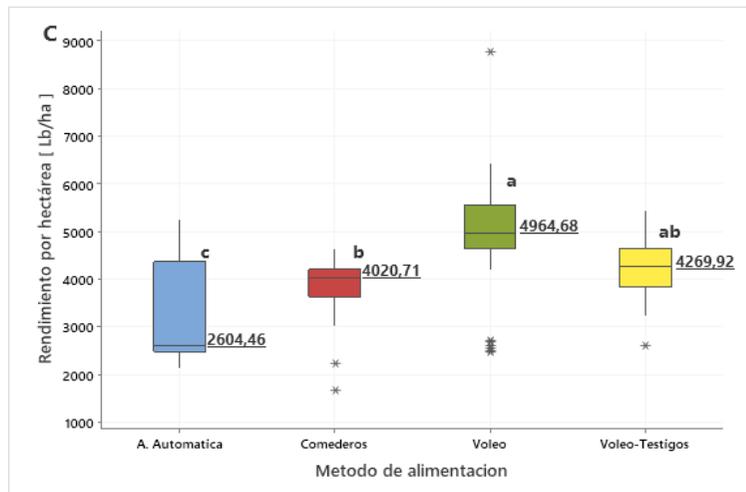
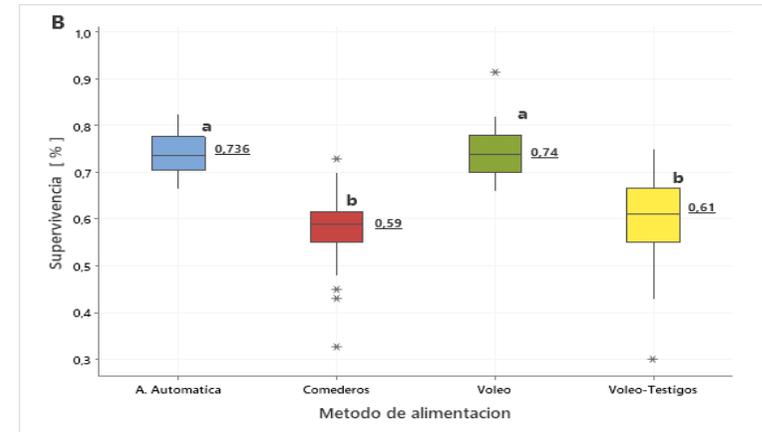
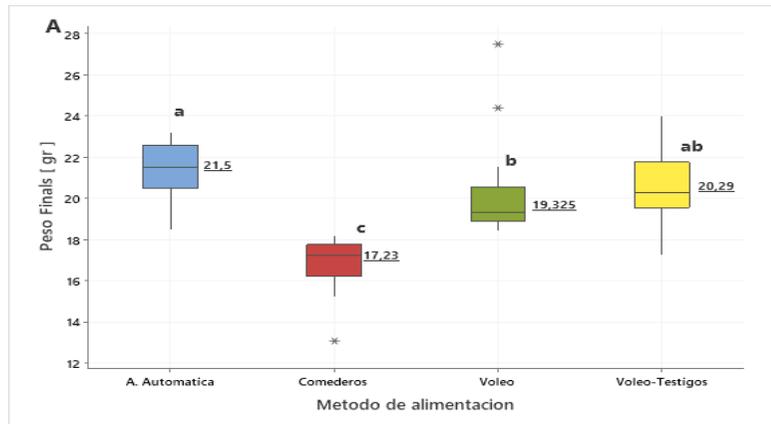
Al comparar nuestros resultados, podemos decir que la biomasa obtenida por comederos, voleo-testigo y voleo se encuentran en un nivel superior a los mencionados. No obstante, el rendimiento productivo alcanzado con A. automáticos, discrepa a lo citado, ya que la producción promedio obtenida en nuestro análisis fue de 3170 lb, aunque esto podría deberse a las bajas densidades de cultivos utilizadas (9 cam/m<sup>2</sup>) en comparación a los otros métodos (15cam/m<sup>2</sup>).

#### **3.1.1.4. FCA**

El estudio reflejó que la técnica del voleo presentó significativamente el valor más bajo de factor de conversión alimenticia ( $p < 0,05$ ), comparado con las demás técnicas empleadas para la alimentación del camarón, de manera que el 75% de sus valores fueron inferiores a 1,25 (ilustración 3 .1<sup>d</sup>). Por otro lado, el FCA observado de los animales alimentados por comederos ( $1,5604 \pm 0,1225$ ) mostró ser significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) comparado con los otros métodos de alimentación, mientras que A. automática y voleo-testigo no presentaron diferencias entre si ( $p > 0,05$ ) en sus factores de conversión, mostrando FCA comprendidos entre  $1,4162 \pm 0,0872$  y  $1,4510 \pm 0,1027$  respectivamente.

(Arzola et al., 2013; Martínez E., 2009; Santamaría, 2012) mencionan que según (Herrera M., 1999; Nicovita, 1997) en cultivos semi-intensivos donde hay camarones con pesos superiores a los 10 gr, el FCA debe ser menor a 1,5, siendo lo ideal un valor de 1.2.

De esta manera, se obtiene que la A. automática y voleo-testigo reflejan un FCA dentro de los valores permitidos y considerados como adecuados ( $<1,5$ ), mientras que el voleo, con un valor de 1,25 se establece como la técnica que permite optimizar el FCA, obteniendo un uso más eficiente del alimento balanceado por parte del camarón.



**Ilustración 3.1** Gráfico de cajas del comportamiento de los parámetros de producción con el uso de los distintos métodos de alimentación empleados, siendo (A) el peso final de cosecha, (B) la supervivencia del cultivo, (C) rendimiento de los estanques en términos de Lb/ha y (D) el Factor de Conversión Alimenticia (FCA). Se destaca a los valores atípicos mediante asteriscos '\*'. Fuente: Autores, 2020.

### 3.1.2. Parámetros Físico-químicos del agua y suelo

#### 3.1.2.1 Compuestos Nitrogenados

La evaluación sobre el efecto que presentan las diferentes estrategias de alimentación en la calidad de agua de los estanques de cultivo de camarón (tabla 3.1) reflejaron que no hubo diferencias significativas entre las concentraciones de NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub> ( $p > 0,05$ ) independiente de la técnica alimenticia utilizada. Por el contrario, el comportamiento de los niveles de NH<sub>4</sub> evidenciaron concentraciones no significativas ( $p > 0,05$ ), al distribuir el alimento mediante los métodos del voleo, voleo-testigo y A. automática, obteniendo valores promedios superiores a 0,1 mg/L, estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) a la cifra alcanzada con la técnica de comederos, que resultó ser la más baja.

Considerando lo descrito por (Arteaga & Arteaga, 2014; Boyd & Sonnenholzner, 2000; C. E. Boyd, 1892; Kaushik, 2000; Lin & Chen, 2001; Torres et al., 2015) sobre el comportamiento de los compuestos nitrogenados en los estanques de cultivo de *Litopenaeus vannamei*, se tiene la siguiente tabla (tabla 3.1) que describe la concentraciones idóneas para garantizar un buen desarrollo y sobrevivencia del animal.

**Tabla 3.1** Niveles adecuados de los compuestos nitrogenados en las aguas de cultivo de camarón blanco.

Elemento	Forma de agua	Concentración objetivo
Nitrógeno	Amonio ionizado (NH <sub>4</sub> )	< 0,1 mg/l
	Amonio no ionizado (NH <sub>3</sub> )	< 0.1 mg/l
	Nitrato (NO <sub>3</sub> )	< 10 mg/l
	Nitrito (NO <sub>2</sub> )	< 0,1 mg/l

A partir de esto, podemos acotar que los métodos del voleo, voleo-testigo y A. automática, presentan un efecto negativo que deriva en el incremento de NH<sub>4</sub> en los estanques de cultivo, obteniendo concentraciones por encima de 0,13 mg/l, algo indeseable para el camarón. De acuerdo a (Burford & Williams, 2001; Hillary & Boyd, 1997; Sonnenholzner & Boyd, 2000), esto puede deberse a las tasas de alimentación excesivas, aludiendo que un organismo acuático llega a excretar 0,03 kg de NH<sub>4</sub> por kilogramo de alimento balanceado consumido con una proteína entre el 25 a 40%, puesto que, a mayor % de proteína, mayor

excreción de amonio, debido a los procesos metabólicos (Kaushik, 2000; Lin & Chen, 2001). En cuanto al uso de comederos, se observó que los valores de  $\text{NH}_4$  producidos por esta técnica, fueron bajos ( $<0,1$  mg/l), siendo el método alimenticio que mejor influencia exhibe en el comportamiento de este parámetro.

Por otro lado, tanto la alimentación al voleo, voleo-testigo, por comederos y con A. automáticos, no influyeron en la alteración y precipitación de los niveles  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3$  en los estanques de cultivo, y según (Jescovitch et al., 2018; Saldias & Sonnenholzner, 2002) para que el  $\text{NH}_3$  este en concentraciones indeseables para el camarón deben darse ciertas condiciones, tales como niveles de  $\text{pH} > 9$ , temperaturas elevadas, altas concentraciones de MO y pobres recambios de agua, sin embargo, los valores  $\text{pH}$  como el % MO estuvieron dentro de los rangos aceptables. Así mismo, los niveles bajos de  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3$  están relacionados al adecuado proceso de oxidación biológica que se lleva a cabo en los estanques (Iba et al., 2014; Jackson et al., 2003), siendo aspectos muy importantes para garantizar un ambiente estable y viable para el óptimo desarrollo y sobrevivencia del camarón.

### **3.1.2.2. Fosfatos**

Las aguas de cultivo exhibieron un significativo incremento en los niveles de fosfatos con el uso de la alimentación automática ( $0,8514 \pm 0,3171$  mg/l,  $p < 0,05$ ) respecto a los valores de  $\text{PO}_4$  alcanzados por los otros métodos de alimentación. En el caso del uso de comederos y voleo, no se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los valores producidos, sin embargo, estos si fueron diferentes ( $p < 0,05$ ) a la concentración de  $\text{PO}_4$  reportada con el empleo de comederos, ya que fue la medida significativa más baja ( $0,2900 \pm 0,2667$  mg/l).

(Casillas-Hernández et al, 2006), indica un valor de  $0,49$  mg/l  $\text{PO}_4$  para sistemas semi-intensivos, aunque (Burford et al., 2003) señala que el valor para estos sistemas es de  $0,57$  mg/L  $\text{P}_04$ . En consecuencia, las concentraciones de  $\text{PO}_4$  obtenidas en nuestro estudio con el uso de A. automática, Comederos y Voleo sobrepasaron los niveles estipulados por los autores mencionados, existiendo un efecto negativo en la relación método alimenticio-parámetro, el cual puede estar relacionado a la excesiva alimentación y fertilización (Boyd & Munsiri, 2007). No obstante, la concentración de  $\text{PO}_4$  obtenida con la técnica voleo-

testigo resulto estar dentro de los niveles considerados como adecuados lo que indica un menor peligro de posibles procesos de eutrofización en los estanques (Montoya et al., 2000).

### **3.1.2.3. pH y Alcalinidad**

Se obtuvo que la alimentación automática, comederos y voleo, presentaron valores de pH similares en los estanques de producción ( $p > 0,05$ ) con niveles de  $8,2881 \pm 0,0602$ ,  $8,2454 \pm 0,1502$  y  $8,2386 \pm 0,0811$  respectivamente, siendo estos tres métodos significativamente superior ( $p < 0,05$ ) al valor del pH alcanzado con la técnica voleo-testigo ( $8,04 \pm 0,13$ ). En efecto, la alcalinidad del agua de cultivo fue mayor ( $p > 0,05$ ) por el uso de A. automática y comederos, presentado concentraciones superiores ( $p < 0,05$ ) respecto a los valores derivados del uso de técnicas como voleo-testigo y voleo, que inclusive llegaron a presentar diferencias entre si ( $p > 0,05$ ).

Los promedios de alcalinidad alcanzados en el estudio: 202,79, 195,97, 181,82 y 155,27 mg/l  $\text{CaCO}_3$  correspondientes al uso de A. automática, Comederos, voleo y voleo-testigo, se encuentran situados por encima a los valores citados por (Vinatea et al., 2010) 108,07 mg/l  $\text{CaCO}_3$  (Boyd C.E. & Daniels H.V, 1994) 100 mg/l  $\text{CaCO}_3$  y (Yusoff et al, 2002) 102, 5 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , aunque en el caso del valor obtenido con la A. automática, se supera los 200 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , y según (C. E. Boyd, 1892) es considerada como una concentración elevada para cultivos semi-intensivos y puede deberse a concentraciones densas de fitoplancton o sobrealimentación, ya que el alimento influye en el incremento de este parámetro a causa de los iones de carbono que presenta. Por otra parte, las concentraciones de pH obtenidas oscilaron entre 8.0 y 8.2, lo cual indica un ambiente viable para el desarrollo del camarón ya que se encuentran dentro de los estándares aceptados para el cultivo 7,5 a 8,5 según lo establecido por (Aguilar & García, 2018).

### **3.1.2.4. %MO**

Por último, el efecto de los métodos alimenticios sobre la calidad de suelo de los estanques (tabla 3.2) reveló que la concentración promedio de materia orgánica en los suelos de las piscinas con comederos fue de 3,9%, siendo

estadísticamente superior ( $p < 0,05$ ) a los encontrados con otras técnicas descritas.

(Boyd & Sonnenholzner, 2000) establecen que acumulaciones de MO superiores al 5%, representan una amenaza para el cultivo, (Ramos et al., 2010) propone que niveles de MO  $> 4\%$  en piscinas con un periodo de tiempo prolongado derivan en alteraciones fisiológicas en los camarones. (Brito et al., 2007; Reginatto, 2003; Vinatea et al., 2006) mencionan que un suelo apto para la producción de *Litopenaeus vannamei* debe poseer valores de materia orgánica que oscilen entre 1,5 y 4%, de manera que, las concentraciones materia orgánica obtenidas en nuestro estudio, demostraron que todos los métodos alimenticios evaluados, proporcionan un suelo apto para la producción de *Litopenaeus vannamei*.

**Tabla 3.2** - Media y Desviación estándar de los parámetros físico-químicos de agua obtenidos en los estanques de cultivo de camarón por la aplicación de distintos métodos de alimentación. Fuente: Autores, 2020

<b>Metodo de Alimentación</b>	<b>Alcalinidad</b>	<b>NO3</b>	<b>NO2</b>	<b>NH4</b>	<b>NH3</b>	<b>PO4</b>	<b>pH</b>
A. Automática	202,79 ± 6,21 a	0,0278 ± 0,0103 a	0,0445 ± 0,0149 a	0,1863 ± 0,0693 a	0,0168 ± 0,0075 a	0,8514 ± 0,3171 a	8,29 ± 0,06 a
Comederos	195,97 ± 15,29 a	0,1560 ± 0,0735 a	0,0461 ± 0,0246 a	0,0767 ± 0,0332 b	0,0083 ± 0,0050 a	0,6136 ± 0,4607 b	8,24 ± 0,15 a
Voleo	181,82 ± 22,53 b	0,0390 ± 0,0172 a	0,0356 ± 0,0174 a	0,1390 ± 0,0706 a	0,0151 ± 0,0150 a	0,5888 ± 0,4666 b	8,24 ± 0,08 a
Voleo-Testigo	155,27 ± 10,64 c	0,0757 ± 0,0710 a	0,0462 ± 0,0374 a	0,1396 ± 0,0971 a	0,0117 ± 0,0152 a	0,2900 ± 0,2667 c	8,04 ± 0,13 b

**Tabla 3.3** - Media y Desviación estándar del porcentaje de materia orgánica obtenido en los estanques de cultivo por la aplicación de distintos métodos de alimentación. Fuente: Autores, 2020

<b>Método de Alimentación</b>	<b>%MO</b>
A. Automática	2,45 ± 0,27 a
Comederos	3,90 ± 1,19 c
Voleo	3,09 ± 0,60 b
Voleo-Testigo	2,99 ± 0,59 b

# CAPÍTULO 4

## 4. Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1. Conclusiones

- Dentro de la zona de estudio, la a. automática como el voleo-testigo fueron los métodos de alimentación que presentaron mayor contribución en el desarrollo del camarón, logrando los mejores pesos de cosecha. Sin embargo, en el % supervivencia, fueron los métodos de voleo y a. automática quienes mostraron incremento y estabilidad del valor. En lo referente al rendimiento productivo de los estanques, este se vio beneficiado por los regímenes del voleo y voleo-testigo, logrando por ciclo biomásas entre 4500 y 5000 lb/ha. Finalmente, se observó que el voleo operó como la estrategia alimenticia que influyó en la optimización del FCA, logrando generar en el cultivo un valor promedio de 1,25.
- En lo, relacionado con la calidad del agua de las granjas evaluadas, se encontró que los métodos de alimentación no influyeron de manera negativa en los niveles de NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub> y pH. Por otro lado, se vio una respuesta negativa en los parámetros de alcalinidad, NH<sub>4</sub> y PO<sub>4</sub>, donde se observó que la alimentación automática incrementó sus concentraciones, alcanzando valores promedios de 202,79 mg/l CaCO<sub>3</sub>; 0,1863 mg/l NH<sub>4</sub> y 0,85 mg/l PO<sub>4</sub>, algo desfavorable para el cultivo. Se ha demostrado que valores elevados de estos parámetros pueden provocar obstrucción en el ciclo de muda del camarón, problemas de toxicidad y alteración de la relación N:P.
- Respecto a la calidad del suelo de los estanques a partir de la medición de la materia orgánica, se obtuvo que, para las condiciones de cultivo de la región analizada, todas las técnicas alimenticias proporcionaron suelos aptos para la producción de *Litopenaeus vannamei*, ya que los niveles de carga orgánica estuvieron dentro del rango permitido (1,5 – 4%),

beneficiando a la reducción del FCA, estabilidad de oxígeno disuelto, crecimiento y supervivencia del cultivo.

- La influencia de los métodos de alimentación en los cultivos semi-intensivos de camarón, dan referencia a una zona específica localizada en el sector de El Oro, la cual presenta sus propias características de terreno, así como condiciones particulares de calidad de agua, por lo que se puede establecer que para dicho territorio, el voleo se presenta preliminarmente como el método de alimentación más recomendable y favorable para la producción de *Litopenaeus vannamei*, ya que influye notablemente en el incremento de la supervivencia del animal, rendimiento productivo de los estanques y en la optimización de FCA, elementos importantes para que el productor camaronero pueda sacar el mayor provecho de los ciclos de cultivo.
- Finalmente, es necesario recalcar que para poder entender y ampliar los conocimientos sobre los efectos que presentan estas técnicas alimenticias en toda la camaronicultura Ecuatoriana, es importante realizar estudios en las diversas zonas productoras del país, con la finalidad de reclutar información detallada y concisa sobre el comportamiento individual de las camaroneras, ya que cada región presenta diferentes escenarios y condiciones operativas dentro del proceso productivo, donde se incluye ingeniería, ecosistemas, factores ambientales, características del suelo y buenas prácticas de manejo (BPM), siendo aspectos que determinan la influencia operativa de las estrategias alimenticias sobre el rendimiento del cultivo.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Las técnicas de a. automática y voleo mostraron ser las técnicas más amigables para el entorno estudiado. No obstante, es importante realizar más estudios que extiendan y profundicen el mejor manejo de estos métodos de alimentación en las zonas de El Oro.

- Es necesario efectuar análisis más completos de los parámetros de calidad de agua y de suelo que permitan determinar el uso sostenido de los ecosistemas con un beneficio económico en el empleo de técnicas alimenticias aptas para las condiciones ambientales y operativas del sector.
- Para la implementación de estrategias alimenticias en el engorde de camarón blanco, es recomendable llevar a cabo una elección de los métodos en base a las condiciones ingenieriles de los estanques, modelo operacional de la camaronera y escala de producción.
- Los métodos manuales y mecánicos presentan una dependencia a los obreros, por esto, pueden llegar a presentar un mal manejo del insumo alimenticio, reflejando posiblemente altos valores de FCA y %MO, por lo tanto, se recomienda que exista un control por parte del supervisor para observar el adecuado manejo de estos métodos.

## Bibliografía

- Achupallas, J. (2000). *Tecnología de Alimentos para Camarón*. 520–525.
- Aguilar, A., & García, V. (2018). Comparación del ritmo de crecimiento del *Litopenaeus vannamei* y las fluctuaciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los estanques 1 y 2 de la granja camaronera Playa Hermosa, en el periodo comprendido de abril a junio del 2017. *Journal of Materials Processing Technology*, 1(1), 1–8.  
<https://doi.org/10.1109/robot.1994.350900>
- Aguilar Singuenza Daniel Alexander. (2018). *Control de buenas prácticas de manejo de los insumos en el cultivo semi intensivo de litopenaeus vannamei*. 14. Retrieved from  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12902>
- Albán, G., & Herrera, D. (2018). *Plan de negocio para la exportación a México-Sinaloa de alimentadores ecológicos automáticos para camaronas* (Universidad Católica De Santiago de Guayaquil). Retrieved from  
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11320/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-493.pdf>
- Álvarez, S., & Escudero, Á. (2017). *Uso de una fuente de nucleótidos en el engorde de Penaeus vannamei*. Retrieved from  
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6024/1/CPA-2017-003.pdf>
- Alzate, E. (2008). Estimación De La Incertidumbre De Medición En El Ensayo De Alcalinidad De Acuerdo con La Guia Gtc 51. *Scientia Et Technica*, 14(38), 375–380. <https://doi.org/10.22517/23447214.3807>
- Arévalo, N. (2014). *Diagnóstico Del Sector Camaronero En El Cantón El Guabo 2013*. Universidad Técnica de Machala.
- Argandona, L. B. (2016). Sector Camaronero: Evolución y proyección a corto plazo. *Fcshopina*, 87(0).
- Ariadi, H., Mahmudi, M. & Fadjar, M. (2019). Correlation between Density of Vibrio Bacteria with Oscillatoria sp. Abundance on Intensive Litopenaeus

- vannamei Shrimp Ponds. *Life Science*, 6(2), 114–129.
- Arteaga, J., & Arteaga, L. F. (2014). *Biorremediación De Suelos De Piscinas De Cultivo De Camarón a Través De La Aplicación De Microorganismos Eficientes*. Universidad Técnica de Manabí.
- Arzola, G.J., Piña V, P., Nieves S, M., & Medina J, M. (2013). Supervivencia de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a diferentes salinidades y temperaturas. *Revista MVZ Cordoba*, 18(SUPPL.), 3618–3625. <https://doi.org/10.21897/rmvz.127>
- Bador, Regis. (1998). Uso de Charolas de Alimentación para el Cultivo de Camarón en Sudamérica. In *noviembre* (Vol. 15). Retrieved from [www.sea-world.com/shrimp.cocktail](http://www.sea-world.com/shrimp.cocktail)
- Bador, RF. (2000). Uso de charolas de alimentación para el cultivo de camarón en Sudamérica. *Avances En Nutrición Acuícola IV*, (57 5), 540–549.
- Barrera, R., García, M., & Manzanares, M. (2018). *Diseño de un laboratorio para la producción de larvas de camarón de agua dulce en el municipio de siquinalá departamento de escuintla en Guatemala*. Retrieved from [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19481/1/Diseño de un laboratorio de producción de larvas de camarón de agua dulce en el municipio de Siquinalá Escuintla en Guatemala.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19481/1/Diseño%20de%20un%20laboratorio%20de%20producci%C3%B3n%20de%20larvas%20de%20camar%C3%B3n%20de%20agua%20dulce%20en%20el%20municipio%20de%20Siquinal%C3%A1%20Escuintla%20en%20Guatemala.pdf)
- Bazurto, G. (2017). Evaluación De La Calidad Del Agua Y Sedimento De Piscinas Camaroneras Durante Un Ciclo Productivo Del Cultivo Semintensivo En La Parroquia Cojimíes, Cantón Pedernales, Provincia De Manabí, Ecuador. (Universidad de Especialidades Espíritu Santo). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Becerra, C. (2016). *Determinación Del Costo De Producción De Camarón En La Camaronera “Mar Y Cielo ” En El Sector La Maravilla Cantón Santa Rosa , Periodo Febrero A Mayo Del 2015 ”*. Retrieved from <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/15083>
- Bedoya, M. (2015). *Estandarización De Las Metodologías Para El Análisis De pH, Alcalinidad Y Turbidez En Muestras De Agua Potable En El Laboratorio De La Asociación Municipal De Acueductos Comunitarios De*

- Dosquebradas (Amac)*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Bogran, M. E. M., & Zapata, L. B. S. (2010). *Eficiencia de los alimentos de marca Purina y Nicovita en el crecimiento de los camarones Litopenaeus Vannamei en condiciones de cultivo*. Retrieved from <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/1516/1/217952.pdf>
- Bonila, E & Marcial, C. (1994). *Estimación de la sobrevivencia de Penaeus vannamei en un sistema intensivo en Sinaloa*. 1(4), 151–156.
- Boyd, C. E. (1892). *Gestión de la calidad del agua para el cultivo de peces en estanques*. Elsevier Scientific Publishing Co ..
- Boyd, C. (2002). *Aquaculture Pond Bottom Soil Quality Management*. 46.
- Boyd, C. (2009). Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. I, 1–30. Retrieved from <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad del agua.pdf>
- Boyd, C. (2016). *What causes alkalinity changes in aquaculture aters*.
- Boyd C.E. & Daniels H.V. (1994). Liming and Fertilization of Brackishwater Shrimp Ponds. *Aquaculture*, 2, 221–234.
- Boyd & Sonnenholzner. (2000). *Propiedades físicas y químicas de los suelos de estanques de camarón*. 31(3), 358–375.
- Boyd & Munsiri. (2007). Phosphorus Adsorption Capacity and Availability of Added Phosphorus in Soils from Aquaculture Areas in Thailand. *Journal of the World Aquaculture Society*, 27(2), 160–167. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1996.tb00265.x>
- Boyd & Tucker. (2012). Pond aquaculture water quality management. In *Springer Science & Business Media* (Springer S). Alabama: Kluwer Academic.
- Boyd & Tucker. (2014). *Handbook for Aquaculture Water Quality*. (2nd illustrated ed.; 1990 Auburn University, Alabama Agricultural Experiment Station, Ed.). Alabama.

- Boyd et al. (2011). Interpretation of pH, acidity, and alkalinity in aquaculture and fisheries. *North American Journal of Aquaculture*, 73(4), 403–408.  
<https://doi.org/10.1080/15222055.2011.620861>
- Briones, M. (2005). Validación De Métodos Analíticos Para La Determinación De Alcalinidad, Dureza, Hidrocarburos Totales De Petróleo (Tph) Y Fósforo, En Aguas Residuales, En El Laboratorio De Eismaster Cia Ltda. *Ecosistemas*, 1–11.
- Brito et al. (2007). Efeito da fertilização sobre a matéria orgânica e o pH do solo de viveiros de *Litopenaeus vannamei*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, 2(3), 233–237.  
<https://doi.org/10.5039/agraria.v2i3a391>
- Burford & Williams. (2001). *The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding*. 79–93.
- Burford, M., Thompson, J., McIntosh, P., Bauman, H., Pearson, C. (2003). Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, 219(1–4), 393–411.  
[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00575-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00575-6)
- Caicedo, N. (2018). *Análisis De Oferta Y Demanda Del Camarón En La Provincia De El Oro Y Ecuador En Los Últimos Ocho Años*. Universidad Técnica de Machala.
- Ching, A. (2020). *Consideraciones para la alimentación automática en estanques de camarones*.  
<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/consideraciones-para-la-alimentacion-automatica-en-estanques-de-camarones/>
- Casillas-Hernández et al. (2006). Nutrient mass balances in semi-intensive shrimp ponds from Sonora, Mexico using two feeding strategies: Trays and mechanical dispersal. *Aquaculture*, 258(1–4), 289–298.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.027>
- Ceballos & Fraga. (2013). Estrategias para optimizar el manejo del alimento en

el engorde del camarón blanco del Caribe *Litopenaeus schmitti*  
Introducción La acuicultura de camarón enfrenta retos importantes para su  
consolidación como actividad económicamente viable y ecológicamente.  
*AquaTIC*, 35, 20–34.

CENAIM. (2000). Uso de comederos y alimentación al Voleo. *Control*, (figura  
1), 269494–269494.

Chakravarty et al. (2016). Spatial variation of water quality parameters of shrimp  
(*Litopenaeus vannamei*) culture ponds at Narsapurapupeta, Kajuluru and  
Kaikavolu villages of East Godavari district, Andhra Pradesh. *International  
Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(4), 390–395.

Chávez, J. (2013). El Análisis del pH, su Importancia, Interpretación en la  
Calidad del Agua. *FEMACAM*, 40. Brasil.

Ching, Carlos A. (2007). *La Alcalinidad En El Agua De Cultivo Del Camarón De  
Mar Litopenaeus vannamei*. (Figura 1), 2005–2007.

Ching, Carlos A. (2017). *Alimentación automática*. Retrieved from  
[http://aquaexpoguayaquil.cna-ecuador.com/wp-  
content/uploads/2017/10/Carlos-Ching-AQUAEXPO-2017.pdf](http://aquaexpoguayaquil.cna-ecuador.com/wp-content/uploads/2017/10/Carlos-Ching-AQUAEXPO-2017.pdf)

Ching, C. (2013). Técnicas y tratamientos exitosos para el cultivo del Camarón  
en Latinoamérica. *AquaExpo*, 1–45. Guayaquil.  
[https://www.academia.edu/33756533/T%C3%A9cnicas\\_y\\_tratamientos\\_exi  
tosos\\_para\\_el\\_cultivo\\_del\\_Camar%C3%B3n\\_en\\_Latinoam%C3%A9rica](https://www.academia.edu/33756533/T%C3%A9cnicas_y_tratamientos_exitosos_para_el_cultivo_del_Camar%C3%B3n_en_Latinoam%C3%A9rica)

Clemson University. (2000). Soil Analyses Procedures.

Cornelio et al. (2010). *Manual De Buenas Practicas De Manejo Para El Cultivo  
De Penaeus vannamei* (OIRSA-OPESCA C.A, Ed.). Panama: New  
Concept.

Cruz, A. (2017). *Caracterización de los factores de producción y productividad  
del sector camaronero en Ecuador*. Universidad Espiritu Santo.

Davies, B. E. (1974). LOSS-ON-IGNITION AS AN ESTIMATE OF SOIL  
ORGANIC MATTER. *Soil Science Society of America Journal*, 38(1), 150–  
151. <https://doi.org/10.2136/sssaj1974.03615995003800010046x>

- Egma H.S & C.E boyd. (1997). *Dynamics of Pond Aquaculture* (Primera; B. Raton, Ed.). Florida.
- EKOS. (2019). Zoom al sector camaronero.
- Fajardo, D. (2015). *Inadecuado Manejo De Los Fertilizantes Para La Producción De Algas Puede Ocasionar El Mal De Choclo En La Producción Camaronera*. 1–13. Retrieved from [http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2955#:~:text=\(2015\)Inadecuado manejo de los, choclo en la producción camaronera. No se recomienda el uso,en el cultivo del camarón.](http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2955#:~:text=(2015)Inadecuado%20manejo%20de%20los,%20choclo%20en%20la%20producci%C3%B3n%20camaronera.No%20se%20recomienda%20el%20uso,en%20el%20cultivo%20del%20camar%C3%B3n.)
- FAO. (2000). La Nutrición Y Alimentación En La Acuicultura De América Latina Y El Caribe. Retrieved June 18, 2020, from <http://www.fao.org/3/ab487s/AB487S08.htm>
- FAO. (2010). Suelos y Piscicultura de Agua Dulce. Retrieved July 10, 2020, from [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s12.htm](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s12.htm)
- FAO. (2016). *Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países - La República Del Ecuador*. Roma.
- FAO. (2019). Consultoría En Cultivo De Camarón. Retrieved May 31, 2020, from <http://www.fao.org/3/ac397s/AC397S01.htm#chl>
- Farias, G. (2019). *Evaluación de dos métodos de alimentación para engorde de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Fenucci, J. (1988). Manual Para La Cría De Camarones Peneidos.
- Frías & Páez. (2001). Toxicidad de los Compuestos del Nitrógeno en Camarones. *Camaronicultura y Medio Ambiente*, 253–276. Retrieved from [http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Camaron/Toxicidad de los compuestos del nitrógeno en camarones.pdf](http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Camaron/Toxicidad%20de%20los%20compuestos%20del%20nitr%C3%B3geno%20en%20camarones.pdf)
- GADG. (2015). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial*.

- Gao et al. (2017). Long-term influence of cyanobacterial bloom on the immune system of *Litopenaeus vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology*, 61, 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.12.015>
- Guerra, M. S. L. E. de L. M. (2012). *Potencial del camarón Litopenaeus vannamei*.
- Hernández, J. (2016). Caracterización De La Calidad De Agua En Un Sistema Intensivo De Cultivo De Camarón Blanco *Litopenaeus vannamei*, En Condiciones De Alta Salinidad Con Recambio De Agua Limitado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC.
- Herrera & Alban. (2018). *Plan de negocio para la exportación a México-Sinaloa de alimentadores ecológicos automáticos para camarónicas*. Universidad Católica De Santiago de Guayaquil.
- Herrera & Martínez. (2009). *Guía para el componente curricular, Camaronicultura*. UNA- León.
- Herrera M. (1999). *Crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei en estanques manejados con sistemas semi-intensivos en el periodo transitorio seco-lluvioso*. Unan-León.
- Hillary & Boyd. (1997). *Dinámica de la acuicultura en estanques* (ilustrada; 1997 Prensa de CRC, Ed.).
- Huet, M. (1978). *Tratado de piscicultura* (Mundi Pren). España.
- Iba et al. (2014). Microalgae in Eastern Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) hatcheries: A Review on Roles and Culture Environments. *Asian Fisheries Science*, 27, 212–233.
- INTA. (2011). *Protocolo de Muestreo, Transporte y Conservación de Muestras de Agua con Fines Múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego)*. 11.
- Jackson et al. (2003). Nitrogen budget and effluent nitrogen components at an intensive shrimp farm. *Aquaculture*, 218(1–4), 397–411. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00014-0)

- Jescovitch et al. (2018). Effects of different feed management treatments on water quality for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Research*, 49(1), 526–531. <https://doi.org/10.1111/are.13483>
- Jiang et al. (2000). Effects of temperature and salinity on nitrogenous excretion by *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 253(2), 193–209. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(00\)00259-8](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00259-8)
- Kaushik, S. J. (2000). Factores que Afectan la Excreción Nitrogenada en Teleósteos y Crustáceos. *Fish and Shrimp Nutrition*, 235–247.
- L. López. (2013). *Crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei en etapa de juveniles en dos sistema de alimentación: 1.- Dieta comercial combinada con melaza y 2.- Dieta comercial mezclada con semolina y melaza*. (Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; Vol. 85). <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2013.06.007>
- Lalangui, M., Eras, R., & Burgos, J. (2017). Costos de Producción: Estimación y Proyección de Ingresos. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Laurencez, V. (2000). *Comportamiento de nutrientes, materia orgánica y materiales en estanques de cultivo semi-intensivo de camarón*. Universidad de Sonora.
- Lautor et al. (2008). Estrategias de alimentación en la etapa de engorde del camarón. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Lemonnier et al. (2004). Influence of sediment characteristics on shrimp physiology: pH as principal effect. *Aquaculture*, 240(1–4), 297–312. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.07.001>
- León, J. (2015). *Evaluación Técnica Y Financiera De La Eficiencia De Dos Sistemas De Alimentación En El Cultivo De Camarón (Litopenaeus vannamei) En Etapa De Engorde En La Compañía Belize Aquaculture, Ltd. -Bal- Ubicada En Placencia, Distrito De Stann Creek, Belice, C.A. 151, 10–17*. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>

- Li et al. (2007). Growth, body composition, respiration and ambient ammonia nitrogen tolerance of the juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. *Aquaculture*, 265(1–4), 385–390.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.02.018>
- Lightner & Pantoja. (2015). Manual para el diagnóstico de enfermedades del camarón. In *Programa de reconstrucción huracán Mitch. United ...* (Lightner &, Vol. 1). Departamento de Agricultura de Estados Unidos.
- Limsuwan, C. (2005). *Cultivo intensivo de camarón blanco*. Lima.
- Lin & Chen. (2001). Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* boone juveniles at different salinity levels. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 259(1), 109–119. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(01\)00227-1](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(01)00227-1)
- López & Tapia. (2002). *Evaluación del Archipiélago de Jambelí, Provincia de El Oro, Como Oferta Turística*. Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
- Marquez, M. (2017). Relación De La Materia Orgánica Con La Comunidad Bacteriana En Suelos De Piscinas De Cultivo De *Litopenaeus vannamei*. *Unidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias*, 35.  
[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11353/1/DE00015\\_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11353/1/DE00015_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf)
- Martínez E. (2009). *Producción de camarones marinos a dos densidades de siembra en estanques de concreto utilizando sistema intensivo sin aireación*.
- Martínez, S. (2004). *Estudio de la Respiración de Fondo en estanques de cultivo de camarones en las condiciones de medio ambiente y manejo en C.I. CARTAGENERA DE ACUACULTURA S.A.* Fundación Universitaria de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Maryeli, G., & Pichardo, L. (2012). *Crecimiento De Camarones Juveniles Litopenaeus vannamei En Sistema Semi-Intensivo, Aplicando Dos Métodos De Alimentación: Voleo Y Comederos*. 3(2), 54–67. Retrieved from <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>

- Mercedes, A., Arrieta, C., & Martínez, I. (2017). Efecto de dos tipos de fertilizantes (Orgánico e Inorgánico) como promotores de la productividad primaria fitoplanctónica en estanques de cultivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 287. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Meyer, D. (2004). Introducción a la Acuicultura. *Escuela Agrícola Panamericana*, [http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/con\\_ac](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/con_ac).
- Milstein et al. (2005). Characterization of water quality in shrimp ponds of different sizes and with different management regimes using multivariate statistical analysis. *Aquaculture International*, 13(6), 501–518. <https://doi.org/10.1007/s10499-005-9001-6>
- Molina, C. (2004). Ventajas de usar comederos en cultivo de camarón. *Acuicultura*, p. 4. Retrieved from <https://www.cibnor.gob.mx/images/stories/biohelis/pdfs/Estrategias-de-alimentacion-en-la-etapa-de-engorda-del-camaron.pdf>
- Molina, C. (2017). Incremento de la producción de camarón, a través de la automatización de la alimentación. *AquaExpo*. Retrieved from <http://aquaexpoeloro.cna-ecuador.com/expositores/2017/Miercoles/2CesarMolina.pdf>
- Molina et al. (2002). Estrategia de alimentación de acuerdo a la demanda fisiológica del juvenil *Litopenaeus vannamei*. *Avances En Nutrición Acuicola*, 6, 98–113.
- Molina Poveda, C., & Villarreal Colmenares, H. (2008). *Estrategias de Alimentación en la Etapa de Engorda de Camarón*.
- Monrroy, R., Josué, D., Jaramillo, T., & Javier, R. (2018). *Evaluación de eficiencia en dos sistemas de alimentación automática para engorde de camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en Choluteca, Honduras*. Retrieved from <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6399/1/CPA-2018-T082.pdf>
- Montoya et al. (2000). Simulation of phosphorus dynamics in an intensive shrimp culture system: Effects of feed formulations and feeding strategies.

- Ecological Modelling*, 129(2–3), 131–142. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00230-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00230-1)
- Moriarty, D. J. W. (1997). The role of microorganisms in aquaculture ponds. *Aquaculture*, 151(1–4), 333–349. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01487-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01487-1)
- Muñoz et al. (2017). Análisis Del Sector Camaronero Ecuatoriano Y Sus Ventajas Competitivas Y Comparativas Para Encarar Un Mercado Internacional Competitivo. *UTMACH, II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología*, (1), 1–8.
- Nicovita. (1997). Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. *Boletín Nicovita*, 74, 2–3.
- Nimrat et al. (2008). Effect of different shrimp pond bottom soil treatments on the change of physical characteristics and pathogenic bacteria in pond bottom soil. *Aquaculture*, 285(1–4), 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.020>
- Peredo, J., & Montufar, M. (2007). *Caracterización Y Propuesta Técnica De La Acuicultura En El Sector De Balao Chico Del Cantón Naranjal De La Provincia Del Guayas*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/28792887\\_Caracterizacion\\_Y\\_Propuesta\\_Tecnica\\_Del\\_Sector\\_Balao\\_Chico\\_Del\\_Canton\\_Naranjal\\_De\\_La\\_Provincia\\_Del\\_Guayas](https://www.researchgate.net/publication/28792887_Caracterizacion_Y_Propuesta_Tecnica_Del_Sector_Balao_Chico_Del_Canton_Naranjal_De_La_Provincia_Del_Guayas)
- Piedrahita, Y. (2018). La industria de cultivo de camarón en Ecuador, parte 2 «Global Aquaculture Advocate. *Global Aquaculture Alliance*.
- Prado & Villadares. (2013). *Crecimiento De Camarones Juveniles Litopenaeus vannamei En Sistema Semi-Intensivo, Aplicando Dos Métodos De Alimentación: Voleo Y Comederos*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Prado, J., Villarreal, A., Granizo, N., Belén, M. (2020, january). Coyuntura Económica Una mirada al sector financiero en Ecuador y América Latina. *Boletín Macroeconómico*, 20.

- Quizpe et al. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Jambelí* (Prmera edi; UTMACH, Ed.). Machala.
- Ram, J., Salazar, S., Chica, H., & Le, E. (2009). *Comparación de las tasas de conversión alimenticia de camarones Litopenaeus vannamei en cultivo hiperintensivo sembrados a dos densidades diferentes*. (Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua). Retrieved from <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/2341/1/217286.pdf>
- Ramos et al. (2010). Tratamiento de efluentes del cultivo de Litopenaeus vannamei mediante procesos de sedimentación, filtración y absorción. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(2), 188–200. <https://doi.org/10.3856/vol38-issue2-fulltext-3>
- Ray et al. (2011). Water quality dynamics and shrimp (Litopenaeus vannamei) production in intensive, mesohaline culture systems with two levels of biofloc management. *Aquacultural Engineering*, 45(3), 127–136. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2011.09.001>
- Reginatto, K. (2003). Respiración del suelo como herramienta para evaluar calidad de fondos en acuicultura. I. Desarrollo de un protocolo estándar para medir dióxido de carbono. *Tesis de Grado*, 67.
- Rhodes et al. (2018). *Automated feeding systems in pond production of Pacific white shrimp* « *Global Aquaculture Advocate*. (April).
- Rivera, K. (2018). *Análisis De Agua Como Técnicas Para Caracterizar Y Controlar Los Posibles Patógenos En El Cultivo De Camarón (Litopenaeus vannamei)*. Universidad Técnica de Machala.
- Rojas, Haws, & Cabanillas. (n.d.). *Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón*. Retrieved from [crc.uri.edu/download/PKD\\_good\\_mgt\\_field\\_manual.pdf](http://crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf)
- Romo, J., & Gálvez, M. (2006). *Evaluación Técnica Y Económica Del Uso De Bandejas En La Alimentación En Piscinas Camaroneras*. Retrieved from <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/1756>

- Rueda, Y., & Álvarez A. (2017). *Cultivo Intensivo De Camarón Blanco Litopenaeus vannamei En Sistemas Cerrados De Recirculación*. 51. Retrieved from [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21008/1/TESIS\\_FINAL\\_RODRIGO\\_YAMBAY.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21008/1/TESIS_FINAL_RODRIGO_YAMBAY.pdf)
- Saldarriaga, D. (1995). *Acondicionamiento y manejo de estanques de langostino*. Universidad Nacional de Tumbes.
- Saldias, C., & Sonnenholzner, S. (2002). Balance de nitrógeno y fósforo en estanques de producción de camarón en ecuador. *Journal Of The World Aquaculture Society*, 17–19.
- Salehi et al. (2011). Refining Soil Organic Matter Determination by Loss-on-Ignition. *Pedosphere*, 21(4), 473–482. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(11\)60149-5](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(11)60149-5)
- Santamaría, F. (2012). Comparación de consumo y crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* utilizando dos tipos de marca de alimentos diferentes Prime de Ecuador y Purina de Nicaragua con 25% de proteína. El estudio se desarrolló en la granja Acuícola Real (FARANIC S.A.), ub (Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua). Retrieved from <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6858>
- Severiche et al. (2013). *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas*. 69–72. [https://doi.org/Biblioteca\\_Virtual\\_EUMED.NET](https://doi.org/Biblioteca_Virtual_EUMED.NET)
- Sonnenholzner & Boyd. (2000). Managing the accumulation of organic matter deposited on the bottom of shirmp ponds..¿Do chemical and biological probiotics really. *World Aquaculture-Baton Rouge*, 31(3), 24–29.
- Spark, W. (2018). Climatología del canton Machala.
- Statistical & Data Analysis Software Package | Minitab. (n.d.). Retrieved September 4, 2020, from <https://www.minitab.com/en-us/products/minitab/>
- Suárez, E., Marie, D., Salazar, M., Nieto, M., Cavazos, D., Delgado, G., & Alfonso, C. (2013). *Contribuciones Recientes En Alimentación Y Nutrición Acuícola*. Retrieved from

[https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion\\_acuicola/xii/LibroCRANA-ISBN.pdf](https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/xii/LibroCRANA-ISBN.pdf)

- Suárez et al. (2015). Distribucion De Vibrio Spp. En Agua Y Sedimento De Estanques Productores De Camarón *Litopenaeus vannamei*. *Redalyc*, 14, 293–299.
- Suo et al. (2017). Response of gut health and microbiota to sulfide exposure in Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology*, 63, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.02.008>
- Tookwinas & Songsangjinda. (1999). Water Quality and Phytoplankton Communities in Intensive Shrimp Culture Ponds in Kung Krabaen Bay, Eastern Thailand. *Journal Of The World Aquaculture Society*, 30(1), 36–45.
- Torres et al. (2015). Excreción de nitrógeno amoniacal total a diferentes densidades de siembra de *Cyprinus carpio* en condiciones de laboratorio. *Orinoquia*, 19(1), 19. <https://doi.org/10.22579/20112629.311>
- Valera Véliz et al. (2017). Exportación de camarón de la provincia de El Oro en el contexto del Tratado Comercial con la Unión Europea. *Espacios*, 38(61).
- Varas-Chiquito, M. A., León-Bassantes, L., Villacis-Chancay, U., & Alcívar-Aray, C. A. (2017). Alimentación sistematizada vs Alimentación tradicional en la producción de camarón *Vannamei*. *Polo Del Conocimiento*, 2(7), 442. <https://doi.org/10.23857/pc.v2i7.253>
- Vega et al. (2000). Alternativa para la alimentación del camarón en cultivo: el manejo de la muda. *Avances En Nutrición Acuícola V*, 313–320.
- Villamizar. (2008). *Estandarización de métodos analíticos usados para el análisis de agua, en el laboratorio del centro de estudios e investigaciones ambientales (CEIAM)*. Universidad Industrial de Santander.
- Vinatea et al. (2006). Caracterização Do pH, Carbono Orgânico E Potencial Redox De Solos De Viveiros De Cultivo Semi-Intensivo Do Camarão Marinho *Litopenaeus vannamei*. *Boletim Do Instituto de Pesca*, 32(1), 25–30.
- Vinatea, L., Gálvez, A. O., Browdy, C. L., Stokes, A., Venero, J., Haveman, J., ... Leffler, J. W. (2010). Photosynthesis, water respiration and growth

performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive raceway culture with zero water exchange: Interaction of water quality variables.

*Aquacultural Engineering*, 42(1), 17–24.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2009.09.001>

Yusoff et al. (2002). Phytoplankton succession in intensive marine shrimp culture ponds treated with a commercial bacterial product. *Aquaculture Research*, 33(4), 269–278. <https://doi.org/10.1046/j.1355-557x.2002.00671.x>

Zagal & Sadsawka. (2007). Protocolo De Métodos De Análisis Para Suelos Y Lodos. Universidad de Concepción.

Zambrano et al. (2012). *Procedimientos para la sincronización de la producción de camarón (Litopenaeus vannamei), en la camaronera Carabay-San Vicente*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Felix López.

Zhao, H., Xu, L., Dong, H., Hu, J., Gao, H., Yang, M., ... Ma, W. (2015). Correlations between Clinical Features and Mortality in Patients with *Vibrio vulnificus* Infection. *PLOS ONE*, 10(8), e0136019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136019>