

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE TRES DENSIDADES DE  
SIEMBRA DE CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*)  
EN LA ESTACIÓN DE MARICULTURA, LOS CÓBANOS,  
SONSONATE.

POR:

LINDA JESSICA MURCIA MENA

SAN SALVADOR, FEBRERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE TRES DENSIDADES DE  
SIEMBRA DE CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*)  
EN LA ESTACIÓN DE MARICULTURA, LOS CÓBANOS,  
SONSONATE.

POR:

LINDA JESSICA MURCIA MENA

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

SAN SALVADOR, FEBRERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

RECTOR:

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

MSc. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

Ph.D. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO:

ING. AGR. BALMORE MARTINEZ SIERRA.

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

---

ING. AGR. MSc. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTIZ

DOCENTE DIRECTOR

---

ING. AGR. MSc. NAPOLEÓN EDGARDO PAZ QUEVEDO

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

---

ING. AGR. CARLOS ENRIQUE RUANO IRAHETA

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la Estación de Maricultura Los Cóbanos, dependencia del Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), Ministerio de Agricultura y Ganadería, municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate. El proyecto se ejecutó durante el desarrollo de un ciclo productivo durante los meses de octubre a diciembre de 2017, se evaluó el rendimiento del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en tres densidades de siembra, correspondiendo a los tratamientos T1= 10 camarones/m<sup>2</sup>, T2= 20 camarones/m<sup>2</sup> y T3= 30 camarones/m<sup>2</sup>. El universo muestral fueron 3 estanques de geomembrana con una superficie de 128 m<sup>2</sup> cada uno.

El ciclo tuvo una duración de 90 días, iniciando con la preparación de los estanques para la siembra de la post larva hasta su cosecha, se cuantificaron las postlarvas (PL12) al momento de la siembra por estanque, determinando la diferencia entre cada tratamiento por su densidad de siembra. Se efectuaron muestreos de sobrevivencia y alimentación semanalmente, comenzando desde el trigésimo día del ensayo hasta finalizar el ciclo productivo. Se realizó rutinariamente un monitoreo de los parámetros físico químicos del agua (salinidad, oxígeno disuelto, pH, temperatura y turbidez), obteniendo un consolidado semanal de los datos.

Las variables dependientes evaluadas fueron: tallas, pesos promedios y sobrevivencia. Los resultados obtenidos al final de la investigación para la variable peso promedio no presentó una diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos, en cuanto a la variable talla promedio estadísticamente no se produjeron diferencias significativas para los mismos, sin embargo para la variable sobrevivencia existieron diferencias significativas, siendo el T2 el que obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia con 94.5 % seguido del T1 con 92.2 % de sobrevivencia, siendo el T3 el que presentó menor porcentaje de sobrevivencia con 31.40%.

Se concluyó que, no existen variaciones en las variables peso y talla promedio entre los tratamientos, al implementar diferentes densidades de siembra al final del ciclo productivo, para el análisis económico se concluyó que, T2 presentó el mejor beneficio neto con \$128.35 y obteniendo una mayor tasa de retorno marginal T2 en \$3.91 con respecto a T1 y T2.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A CENDEPESCA**

Por otorgarme el permiso de la elaboración y ejecución de este proyecto de investigación en una de sus Estaciones.

### **A la Estación de Maricultura de Los Cóbanos y personal de trabajo.**

Por brindar el apoyo necesario en la realización de fase de campo de la investigación.

### **A Ing. MSc Napoleón Paz Quevedo.**

Por su importante papel como asesor de la investigación, apoyándome incondicionalmente y complementando con sus observaciones para la elaboración del documento.

**A Lic. en Biología Luis Salazar Linares** por brindarme asesoría, apoyarme incondicionalmente en todo momento, por sus consejos, los cuales llevo presentes y sin sus palabras esto no hubiera sido posible, a pesar que fue poco el tiempo que convivimos no hay forma de recompensar toda su ayuda hasta el último momento.

### **A los miembros del jurado lector y coordinador de procesos de graduación:**

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

Ing. Agr. David Ernesto Marín Hernández

Ing. Agr. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos

Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta

Ing. Agr. Carlos René Platero Montoya

Por haber aportado observaciones clave para mejorar la calidad de la investigación.

## DEDICATORIA

**A DIOS TODO PODEROSO** que ha sido bueno y misericordioso y no me ha abandonado en todos aquellos momentos en que creí desfallecer, me ha brindado fuerza y sabiduría para llegar a este punto que tanto he anhelado.

**A MIS PADRES:** Dora Alicia de Murcia y Humberto Murcia por su apoyo y dedicación todos estos años. Muchísimas gracias por ser un buen ejemplo de responsabilidad, perseverancia, lucha, fe.

**A MIS TÍAS:** Rosa Concepción Mena Vda de Carballo y Haydee Mena(Q.E.P.D) por ser como madres para mí, gracias por todo su amor, sus consejos y cuidados, por compartir conmigo los éxitos y fracasos.

**A MIS TÍOS** Francisco Rosemberg Mena y Fernando Murcia por darme alientos y alegrarme con sus historias, por apoyarme.

**A MI HERMANO** Edward Rodny Murcia por estar en las buenas y en las no tan buenas ayudándome, por darme fuerzas cuando ya no podía más.

**A MI NOVIO** Gino S. Reyes por ser una parte esencial en mi vida, gracias por apoyarme y brindarme aliento, por creer en mí a pesar de lo difícil de las circunstancias, te agradezco por todo el tiempo compartido en este proceso.

**A MIS AMIGAS** Alma Leticia Flores, Sheila Portillo, Evelin Castro, Eugenia Guzmán, Andrea Serranos, Sandra Paredes, Silvia Paredes, Claudia Orellana, Francesca Ternyei, Rebeca Alegría, Flor Yáñez, Luly Zabaleta, Teresita, Margarita, Diana Flores, Lucia Escobar, Fátima Fuentes, Ille Rivera, Andrea Fiallos, Sofía Bayona, Iris Albanes, Evelin Cuellar, gracias por su amistad y cariño, Dios definitivamente me bendijo cuando las conocí, y que nuestra amistad perdure, gracias por ser mis hermanas, mis confidentes, brindarme sus consejos constantes en mis peores momentos.

**A MIS AMIGOS** Carlos Urrutia, Gustavo Portillo, David Reyes, Wilfredo Hernández alias “Cherry”, Raúl Gallardo, Juan Zelaya, Norman Osorio, Mauricio Bermúdez alias “el chino”, Alejandro Linares, Elmer Morán, Enrique Cuellar, Josué A. Moreno, Julio, Alejandro Rosito, infinitas gracias por levantarme en todos aquellos momentos en que me caí, por cada uno de sus consejos, y enseñanzas, no tengo palabras para agradecer todo lo que han hecho.

**A MIS PRIMAS/OS** Adyanira Carballo, Sandra Carballo, Morena Mena, Claudia Murcia, Guadalupe Murcia, Saúl Mena, Javier Carballo HIJO (Q.E.P.D), Julio Contreras HIJO (Q.E.P.D), Jaime Murcia, por brindarme fuerzas y consejos.

**A LOS DOCENTES:** de la Facultad de Ciencias Agronómicas por sus enseñanzas a lo largo de la carrera.

**A MIS APOYOS EN LA UES,** Alejandra, Doris, Valeria, Yamileth, Marcela Rafailano, Iris Albanes, Wilmar Morales, Ing. Agr. Mario Bermúdez.

**AL DIRECTOR EN FUNCIONES DE CENDEPESCA** el Ing. Agr. Fitotecnista Gustavo Portillo por permitirme el acceso a la ejecución del proyecto de tesis y sin cuyo apoyo esto no podría haber sido posible.

**A LOS TRABAJADORES DE LA ESTACIÓN DE MARICULTURA LOS CÓBANOS:** Ing. Agr. Juan Domínguez director de la estación por todo su apoyo, paciencia y consejos, Ing. Agr. Piero por aconsejarme y darme ideas, aliento, además de su apoyo incondicional, Lic. Natalia, a don Mario, don Paín, don Elmer, Carlos.

Y a todos aquellos a los que no he podido nombrar, pero saben que son importantes.

A todos, gracias.

LINDA J. MURCIA MENA.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE .....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
<b>1. INTRODUCCIÓN.</b> .....	1
<b>2. REVISION BIBLIOGRAFICA.</b> .....	3
2.1. Importancia del cultivo del camarón blanco en El Salvador. ....	3
2.2. Clasificación taxonómica de <i>Litopenaeus vannamei</i> . ....	4
2.3. Conceptos de buenas prácticas de manejo en cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	5
2.3.1. Requerimientos ambientales y parámetros óptimos para el desarrollo de <i>L. vannamei</i> . ....	8
2.3.1.1. Temperatura. ....	9
2.3.1.2. Oxígeno disuelto. ....	10
2.3.1.3. Salinidad. ....	10
2.3.1.4. Turbidez.....	10
2.3.1.5. pH. ....	11
2.4. Manejo de los estanques.....	11
2.4.1. Manejo de estanques de geomembrana. ....	11
2.5. Utilización de aireación mecánica.....	12
2.6. Sistemas de cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	12
2.6.1. Sistema extensivo.....	12
2.6.2. Sistema semi-intensivo. ....	13
2.6.3. Sistema intensivo.....	13
2.6.4. Sistema súper intensivo.....	13
2.7. Siembra de <i>Litopenaeus vannamei</i> . ....	13
2.8. Alimentación.....	14
2.8.1. Almacenamiento, manipulación, y manejo general del alimento. ....	14
2.8.2 Alimentación concentrada.....	15

2.9.Tasa de crecimiento de los camarones. ....	16
--	----

<b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>17</b>
-------------------------------------	-----------

3.1.Localización del estudio.....	17
-----------------------------------	----

3.2.Descripción general del estudio. ....	18
---	----

3.3.Descripción de los tratamientos. ....	18
---	----

3.4.Materiales y equipo. ....	18
-------------------------------	----

3.4.1.Estanques de geomembrana.....	18
-------------------------------------	----

3.5.Metodología de campo. ....	19
--------------------------------	----

3.5.1.Aspectos de manejo.....	19
-------------------------------	----

3.5.2.Preparación de los estanques.....	20
---	----

3.5.2.1. Limpieza y desinfección de los estanques.....	20
--	----

3.5.3.Siembra de Post larvas.....	20
-----------------------------------	----

3.5.4.Monitorio de parámetros físico-químicos. ....	21
---	----

3.5.5.Alimentación.....	21
-------------------------	----

3.5.6.Registro de pesos.....	22
------------------------------	----

3.5.7.Registro de tallas.....	22
-------------------------------	----

3.5.8.Porcentaje de sobrevivencia.....	22
--	----

3.6.Metodología estadística.....	23
----------------------------------	----

3.6.1.Diseño estadístico. ....	23
--------------------------------	----

3.6.2.Modelo matemático diseño completamente al azar. ....	23
--	----

3.6.3.Variables del estudio.....	24
----------------------------------	----

3.6.4.Metodología socioeconómica.....	24
---------------------------------------	----

3.6.5.Presupuesto parcial.....	24
--------------------------------	----

3.6.6.Rendimiento medio.....	25
------------------------------	----

3.6.7.Beneficio bruto de campo. ....	25
--------------------------------------	----

3.6.8.Total de costos que varían (TCV). ....	25
--	----

3.6.9.Beneficio neto de campo (BN). ....	25
--	----

3.6.10.Análisis de dominancia. ....	25
-------------------------------------	----

3.6.11.Curva de beneficios netos.....	25
---------------------------------------	----

3.6.12.Tasa de retorno marginal. ....	26
---------------------------------------	----

<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>26</b>
---------------------------------------	-----------

4.1.Resultados de las variables en estudio.....	26
4.1.1.Variable peso promedio.....	26
4.1.1.1. Prueba Shapiro Wilks para variable peso promedio.....	27
4.1.1.2. Variable peso promedio.....	27
4.1.1.3. Discusión de resultados variable peso promedio.....	28
4.1.2.Variable talla promedio.....	28
4.1.2.1. Prueba de Shapiro-Wilks para variable talla promedio.....	29
4.1.2.2. Variable talla promedio.....	29
4.1.2.3. Discusión de resultados variable tallas promedio.....	30
4.1.3.Variable Porcentaje de sobrevivencia.....	30
4.1.3.1. Prueba Shapiro Wilks Sobrevivencia.....	31
4.1.3.2. Variable Sobrevivencia.....	31
4.1.3.3. Discusión de Resultados Variable Sobrevivencia.....	32
4.2.Análisis económico.....	33
4.2.1.Presupuesto parcial.....	33
4.2.1.1. Rendimiento medio.....	33
4.2.1.2. Beneficio bruto de campo.....	33
4.2.1.3. Costos que varían.....	33
4.2.1.4. Beneficio neto de campo (BNC).....	33
4.2.2.Análisis de dominancia.....	34
4.2.3.Curva de beneficios netos.....	35
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>38</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Programa de alimentación de camarón <i>Litopenaeus vannamei</i> de acuerdo a su desarrollo.....	15
<b>Cuadro 2.</b>	Distribución de las densidades de siembra evaluadas.....	20
<b>Cuadro 3.</b>	Parámetros físico químicos. Fuente: Cloud et al., 2005.....	21
<b>Cuadro 4.</b>	ANVA.....	24
<b>Cuadro 5.</b>	Variables del estudio, .....	24
<b>Cuadro 6.</b>	Presupuesto Parcial. ....	34
<b>Cuadro A1.</b>	Prueba de Shapiro Wilks oxígeno disuelto a.m.....	48
<b>Cuadro A2.</b>	Prueba de Shapiro Wilks oxígeno disuelto a.m.....	48
<b>Cuadro A3.</b>	ANVA oxígeno disuelto a.m.....	48
<b>Cuadro A4.</b>	ANVA oxígeno disuelto p.m.....	48
<b>Cuadro A5.</b>	Prueba Shapiro Wilks temperatura a.m... ..	49
<b>Cuadro A6.</b>	Prueba Shapiro Wilks temperatura p.m... ..	49
<b>Cuadro A7.</b>	ANVA temperatura a.m.....	49
<b>Cuadro A8.</b>	ANVA temperatura p.m.....	49
<b>Cuadro A9.</b>	Prueba Shapiro Wilks salinidad a.m.....	50
<b>Cuadro A10.</b>	Prueba Shapiro Wilks salinidad p.m.....	51
<b>Cuadro A11.</b>	ANVA salinidad a.m.....	51
<b>Cuadro A12.</b>	ANVA salinidad p.m.....	51
<b>Cuadro A13.</b>	Prueba Shapiro Wilks pH a.m.....	51

<b>Cuadro</b>	<b>A14.</b>	Prueba	Shapiro	Wilks	pH	
p.m.....						51
<b>Cuadro</b>	<b>A15.</b>		ANVA		pH	
a.m.....						51
<b>Cuadro</b>	<b>A16.</b>	ANVA			pH	52
<b>Cuadro</b>	<b>A17.</b>	Prueba	de Shapiro	Wilks	para turbidez	
.....						54
<b>Cuadro</b>	<b>A18.</b>				ANVA	
turbidez.....						54
<b>Cuadro</b>	<b>A19.</b>	Prueba	de Shapiro	Wilks	para variable peso promedio	
.....						54
<b>Cuadro</b>	<b>A20.</b>	ANVA	para	variable	peso promedio	
.....						54
<b>Cuadro</b>	<b>A21.</b>	Prueba	de Shapiro	Wilks	para variable talla promedio.....	
.....						54
<b>Cuadro</b>	<b>A22.</b>	ANVA	para	variable	talla promedio	
.....						55
<b>Cuadro</b>	<b>A23.</b>	Prueba	de Shapiro	Wilks	para variable sobrevivencia.....	
.....						55
<b>Cuadro</b>	<b>A24.</b>	ANVA	para	variable	sobrevivencia	
.....						55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Mapa localización geográfica del lugar del estudio.....	17
<b>Figura 2.</b>	Sistema de aireación.....	19
<b>Figura 3.</b>	Variable peso promedio .....	26
<b>Figura 4.</b>	Tallas promedio.....	28
<b>Figura 5.</b>	Variable porcentaje de sobrevivencia.....	31
<b>Figura 6.</b>	Curva de beneficios netos.....	35
<b>Figura A1.</b>	Limpieza y acondicionamiento de estanques.....	40
<b>Figura A2.</b>	Colocación de filtro en estanques.....	40
<b>Figura A3.</b>	Sistema de aireación .....	40
<b>Figura A4.</b>	Identificación de estanques por tratamiento.....	41

<b>Figura A5.</b> Llenado de estanques.....	41
<b>Figura A6.</b> Selección y conteo de post larva PL12.....	41
<b>Figura A7.</b> Aclimatación y control de parámetros previo siembra.....	42
<b>Figura A8.</b> Siembra de PL 12.....	42
<b>Figura A9.</b> Ración alimenticia post siembra.....	42
<b>Figura A10.</b> Limpieza rutinaria y control de condiciones de estanques.....	43
<b>Figura A11.</b> Monitoreo de parámetros físico químicos de estanques.....	43
<b>Figura A12.</b> Monitoreo nocturno de estanques y observación de muda de post larva.....	44
<b>Figura A13.</b> Muestreo de camarón.....	44
<b>Figura A14.</b> Monitoreo de pesos de camarón.....	45
<b>Figura A15.</b> Monitoreo de tallas de camarón.....	45
<b>Figura A16.</b> Pesado y empacado de camarón cosechado.....	46
<b>Figura A17.</b> Cosecha de camarón.....	46
<b>Figura A18.</b> Fondo de estanque post cosecha.....	46
<b>Figura A19.</b> Oxígeno disuelto a.m.....	47
<b>Figura A20.</b> Oxígeno disuelto p.m.....	47
<b>Figura A21.</b> Temperatura a.m.....	48
<b>Figura A22.</b> Temperatura p.m.....	49
<b>Figura A23.</b> Salinidad a.m.....	50
<b>Figura A24.</b> Salinidad p.m.....	50
<b>Figura A25.</b> pH a.m.....	52
<b>Figura A26.</b> pH p.m.....	53
<b>Figura A27.</b> Turbidez a.m.....	53

## ÍNDICE DE ANEXOS.

A1. Resultados del Monitoreo de parámetros físico químicos. ....	57
A1.1. Oxígeno disuelto.....	57
A1.1.2. Prueba Shapiro Wilks para oxígeno disuelto.....	57
A1.1.3. ANVA oxígeno disuelto medido 6 a.m.....	57
A1.1.4. ANVA oxígeno disuelto medido 4 p.m.....	57
A1.1.5. Discusión de resultados oxígeno disuelto. ....	58
A2. Temperatura.....	58
A2.1. Prueba Shapiro Wilks para temperatura. ....	58
A2.2. ANVA temperatura medido 6 a.m. ....	59
A2.3. ANVA temperatura medido 4 p.m. ....	59
A2.4. Discusión de resultados de temperatura.....	59
A3. Resultados salinidad. ....	59
A3.1. Prueba Shapiro Wilks para salinidad. ....	60
A3.2. ANVA salinidad medido 6 a.m. ....	60
A3.3. ANVA salinidad medido 4 p.m. ....	60
A3.4. Discusión de resultados de salinidad.....	60
A4. Resultados pH.....	61
A4.1. Prueba de Shapiro Wilks para pH.....	61
A4.2. ANVA de pH medido 6 a.m.....	61
A4.3. ANVA de pH medido 4 p.m.....	61
A4.4. Discusión de resultados para pH.....	61
A5. Resultados turbidez.....	62
A5.1. Prueba de Shapiro Wilks para turbidez.....	62
A5.2. ANVA turbidez medido a las 11 a.m. ....	62
A5.3. Discusión de resultados para turbidez. ....	62

## 1. INTRODUCCIÓN.

La camaronicultura en América Latina es una actividad que genera fuentes de alimentación y desarrollo económico, que en la búsqueda de mejorar su rentabilidad ha realizado diferentes estrategias de manejo, entre ellas la implementación de diversas densidades de siembra para maximizar los recursos y formas de manejo dentro del ciclo productivo, con el afán de mejorar sus rendimientos (FAO, 2015).

En El Salvador es importante evaluar la respuesta productiva del cultivo en diferentes densidades de siembra que favorezcan el aprovechamiento del recurso como una alternativa a los productores para obtener un máximo rendimiento por área de cultivo, brindando una guía sobre el estricto control de los parámetros físico químicos que optimizan el manejo del cultivo, vigilando la calidad del agua y utilizando aireación mecánica para corregir deficiencias de oxígeno disuelto, que conlleva a un aumento en el porcentaje de sobrevivencia y disminución de los costos de producción.

Las bajas densidades de siembra de camarones marinos en las camaroneras del país no permiten que este rubro se vuelva competitivo a nivel centroamericano, cuando se han utilizado densidades de siembra mayores a 10 camarones/ m<sup>2</sup> la mortalidad es superior al 40%, por esta razón, con el presente estudio se pretendió demostrar que, se pueden sembrar hasta 30 camarones/ m<sup>2</sup> si se implementan las buenas prácticas de manejo y el monitoreo frecuente de los parámetros físico químicos del agua (CENDEPESCA, 2008).

Debido a que la mayoría de los acuicultores no efectúa análisis económicos ni financieros de sus propios negocios, no hay información precisa de sus costos y márgenes de utilidad. Pese a ello, en las condiciones actuales se sienten relativamente cómodos con los ingresos obtenidos.

Algunos representantes de cooperativas admiten falta de conocimientos financieros y de mercadeo para establecer precios por sí mismos, sin depender de los intermediarios, con quienes se arreglan mediante negociaciones verbales, no con contratos (Oddone y Beltrán, 2014).

En esta investigación se evaluó el rendimiento productivo de tres densidades de siembra de camarón blanco *Litopenaeus vannameia* través de la cuantificación de tallas, pesos promedio, y determinando cuál de los tratamientos obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia durante un ciclo de producción de 90 días, implementando buenas prácticas de manejo; además se realizó al final del estudio un análisis económico aplicando el método propuesto por el centro de Investigaciones para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT 1988) el cual se fundamenta en un análisis de presupuesto parcial y beneficios netos..

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA.

### 2.1 Importancia del cultivo del camarón blanco en El Salvador.

El cultivo de camarón en el mundo se ha venido desarrollando y es en la actualidad una de las actividades de mayor crecimiento a nivel mundial (Martín, 2015).

La Camaronicultura inició en El Salvador en 1982, gracias a un programa de cooperación internacional auspiciado por la Agencia de Cooperación para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID), ejecutado por la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES). Desde entonces y hasta 1998, el camarón marino (*Litopenaeus vannamei* y *P. stylirostris*) es el más cultivado y tiene un acelerado desarrollo (Cuéllaret *al.*, 2010).

Las cifras oficiales del Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA) muestran que entre 2002 a 2012, el cultivo de camarón aumentó un 56%, de 372 a 581 toneladas métricas en el mismo período (Oddone y Beltrán, 2014).

En cuanto a espacio geográfico con base en los datos del Programa de la Cadena Acuícola MAG – PAF- CENDEPESCA, el país tiene un potencial máximo de espejo de agua para la camaronicultura de más de 830 hectáreas dependiendo de la estación, las condiciones físicas de los estanques, la disponibilidad de semillas y financiamientos (Oddone y Beltrán, 2014).

Las buenas prácticas de manejo no han arraigado todavía en El Salvador. Los acuicultores realizan de tres a cuatro ciclos anuales sin tomar las medidas sanitarias necesarias, no se aplican buenas prácticas de manejo de la post-cosecha, ni el mantenimiento de la cadena de fríopues su prioridad es cosechar en los periodos de mayores ventas estacionales, principalmente entre marzo y abril cuando los precios alcanzan sus mayores incrementos, aunque existe una sobreoferta causada por la cosecha simultánea de una gran cantidad de cooperativas lo que produce la caída del precio. La necesidad de aprovechar los períodos de mayores ventas es comprensible, pero esta práctica se debería planificar y coordinar con la mayor cantidad posible de cooperativas (Oddone y Beltrán, 2014).

Esto contribuiría a su vez con la eficacia de las medidas de bioseguridad y la mejor programación de las siembras, durante el verano que ocurre en el primer semestre, cuando la escasez de lluvia incrementa la salinidad del agua, lo cual afecta el crecimiento del camarón. (Oddone y Beltrán, 2014).

Los parámetros técnicos del sistema de producción para el cultivo semiintensivo son: para una densidad de siembra de diez postlarvas/ m<sup>2</sup>, la sobrevivencia es del 75% y una producción de 1,980 libras por hectárea para un total de 7,920 libras por Ha/año. En las condiciones actuales, los costos de producción de los cultivos semiintensivos son un 35% más alto que los extensivos mejorados, pero este incremento es parcialmente compensado por un margen de utilidad 18% mayor, dado que el volumen de producción es un 53% más alto. Si bien el incremento en los costos no se compensa por un margen de utilidad atractivo, hay posibilidades de mejora con mayor eficiencia técnica y administrativa. Los márgenes de rentabilidad del 51% en cultivos semiintensivos con cuatro hectáreas en producción, fueron calculados según los ingresos por ventas y los costos variables por ciclo de producción (semilla, alimento concentrado, insumos varios, remuneraciones, gastos administrativos y de ventas) (Oddone y Beltrán, 2014).

## **2.2 Clasificación taxonómica de *Litopenaeus vannamei*.**

**Phylum:** *Artrópoda*

**Clase:** *Crustácea*

**Subclase:** *Malacostraca*

**Orden:** *Decápoda*

**Familia:** *Penaeidae*

**Género:** *Litopenaeus*

**Especie:** *vannamei*

El camarón blanco presenta cuerpo subcilíndrico, alargado comprimido con abdomen o cuerpo (pleon) más largo que el cefalotórax. Todo el cuerpo está recubierto externamente por un exoesqueleto o caparazón (cascara o tegumento quitinoso) termina en una nadadora caudal constituida por dos pares de urópodos y el telson o cola. En el estadio

adulto y fresco su coloración es blanco mate y su talla comercial varía de 11.5 a 25 cm de longitud (Oddone y Beltrán, 2014).

### **2.3 Conceptos de buenas prácticas de manejo en cultivo de *Litopenaeus vannamei*.**

Las Buenas Prácticas de Manejo (BPM) constituyen un conjunto general de recomendaciones y métodos de cultivo que persiguen incrementar los beneficios económicos y disminuir los costos de operación para las granjas. El desarrollo de buenas prácticas es un proceso dinámico y cambiante que está determinado por el grado de desarrollo tecnológico alcanzado por la industria (Cloud *et al.*, 2005).

A continuación, se cita una guía resumen sobre el protocolo de buenas prácticas de manejo en camaronicultura que debería ser implementado según lo cita Cuéllar *et al.*, 2010 en su Manual de Buenas Prácticas de Manejo.

- a) Cumplimiento de la legislación de medio ambiente vigente, se perfila como el acondicionamiento de las instalaciones y manejo para poder realizar la producción como tal sin generar un incremento en el daño al ecosistema y en la inocuidad de los productos, así mismo garantizar el buen estado de salud y alojamiento del personal que labora en el rubro.
  
- b) Aspectos ambientales, la camaronicultura sostenible debe ser enfocada hacia el desarrollo de sistemas de cultivo en forma integrada, ordenada e incluyente, las granjas tienen una responsabilidad en la implementación de la gestión ambiental definida en el Estudio de Impacto Ambiental desde la fase de construcción, durante su establecimiento y operación. Cada una de las infraestructuras que integra la granja (estanques, oficinas, bodegas, estaciones de bomba, puentes, alcantarillas, drenajes, canales de reservorio, caminos, etc.) deben contemplar en su diseño aspectos que permitan durante su construcción y posterior funcionamiento minimizar o prevenir impactos sobre el ambiente, de igual manera prever su mantenimiento permanente para evitar deterioro y eventuales repercusiones.
  
- c) Selección del sitio para la ubicación de la granja. Aspectos como topografía, hidrografía, y otras características del suelo. Haciendo referencia a la inocuidad

alimentaria las características más importantes son la calidad del agua y el suelo, esta es la primera medida de prevención para reducir los riesgos de peligro para los alimentos de consumo humano. La calidad del agua es esencial para cubrir los requerimientos físico químicos y biológicos de la especie en cultivo. Se debe asegurar que el agua no esté contaminada o que exista la posibilidad de contaminarse con residuos industriales, mineros, agrícolas o domésticos.

- d) Siembra del estanque. El proceso de siembra de los estanques, es definitivo para el éxito del cultivo y, por consiguiente, se deben tomar en consideración todas las recomendaciones relacionadas con la fuente y calidad de las postlarvas, aclimatación y siembra de las mismas en los estanques. La granja debe coordinar oportunamente con el Centro de Producción Larval (CPL), la fecha, hora, cantidad, edad y condiciones para el transporte de las postlarvas. Cuando se ha hecho un tratamiento del agua del estanque (ej.: fertilización, aplicación de melaza, probióticos, etc.) o se ha cerrado el ingreso de agua por haber alcanzado el nivel de operación, se deben esperar 3 días antes de hacer la siembra de las postlarvas para permitir que se establezcan las condiciones del mismo. De igual manera, se debe confirmar con anticipación mediante monitoreos periódicos de parámetros físico-químicos y biológicos, que las condiciones del agua de los estanques son aceptables para recibir las postlarvas.
  
- e) Manejo del alimento. El alimento para los camarones debe estar en óptimas condiciones; todo alimento contaminado con hongos (enmohecido) que se detecte en el depósito de la granja, debe ser retirado y destruido. No es recomendable almacenar alimento en la granja más de tres meses, así como tampoco utilizarlo para alimentar a los camarones, debido a la pérdida de su calidad nutricional y a los riesgos microbiológicos inherentes. Esto implica que los depósitos de almacenamiento reúnan las condiciones mínimas que garanticen el mantenimiento de la calidad del alimento, así como el funcionamiento de un sistema inventario separando y registrando la llegada de cada lote de alimento, así como la salida de los mismos según la fecha de llegada. El primero en llegar debe ser el primero en salir.

La carencia de legislaciones específicas que regulen la industria del cultivo de camarón en relación a los impactos ambientales de esta actividad ha empujado a diversos grupos de gobierno e industria de varios países a proponer conjuntos de buenas prácticas de cultivo (Cloud *et al.*, 2005).

Todas las granjas de camarón deben cumplir con las regulaciones nacionales e internacionales aplicables a la industria camaronera relacionado con lo ambiental, sanitario, inocuidad, social, laboral, y de tenencia de tierras. Las Buenas prácticas no son procedimientos cuantitativos ni estáticos, no pueden ser codificados como una regulación permanente. Tienen la intención de guiar la actividad camaronera para maximizar su eficiencia, garantizar la sostenibilidad y minimizar los impactos ambientales y sociales, considerando siempre la inocuidad del producto (Cuéllar *et al.*, 2010).

Otro aspecto importante entre las buenas prácticas de manejo es la calidad del agua, que es esencial para cubrir los requerimientos fisicoquímicos y biológicos de la especie en cultivo, dependiendo de su buena condición proporcionará un buen desarrollo para el camarón y obtener un producto de buena calidad e inocuidad para el consumidor final (Cuéllar *et al.*, 2010).

La FAO y el OIRSA han publicado directrices de Buenas Prácticas en la Acuicultura (BPA), pero su cumplimiento es voluntario, pese a la urgencia de adoptarlas, no sólo en la etapa de cultivo y cosecha, sino en procesamiento, conservación, transporte y comercialización del producto. En el caso de El Salvador, no hay normas para obligar a los productores a implementarlas y falta avanzar en la concientización de su importancia, pues hay quienes las consideran una carga para el desarrollo de la actividad. Esto se explica en parte por el débil compromiso de muchos productores con la alta calidad, pues primero piensan en los costos a incurrir, además de que la mayoría de los clientes no son exigentes. La escasa coordinación entre las autoridades acuícolas, de salud, de policía y de defensa al consumidor fomenta esta situación, más aun considerando que la Dirección de Ganadería del MAG, la Alcaldía de San Salvador y el Ministerio de Salud (MINSAL) no tienen suficientes inspectores ni instrumentos de apoyo para vigilar regularmente los expendios y aplicar los correctivos del caso (Oddone y Beltrán, 2014).

### **2.3.1 Requerimientos ambientales y parámetros óptimos para el desarrollo de *L. vannamei*.**

Es importante recordar que los estanques de cultivo de camarón son cuerpos de agua dinámicos en los cuales interactúan íntimamente factores físico-químicos como salinidad, temperatura, turbidez, pH y oxígeno disuelto. Las actividades de monitoreo de la calidad de agua en estanques de cultivo de camarón inician con la selección de sitios apropiados para la medición de parámetros físicos y químicos, los cuales deben estar dentro de rangos aceptables para el buen desarrollo del camarón. En caso contrario, la población de cultivo podría llegar a presentar un bajo crecimiento, proliferación de patógenos con brotes de enfermedad, eventuales mortalidades y baja calidad del producto final (FAO, 2002).

Es técnicamente imposible pretender manejar la producción en una granja, sin contar con equipos apropiados para el monitoreo de los parámetros. Éstos incluyen por lo menos un disco Secchi, medidor de oxígeno disuelto (oxigenómetro), termómetros y medidor de salinidad (refractómetro) (Cuéllaret *al.*, 2010).

El monitoreo de la calidad del agua debe involucrar: medición de los parámetros fisicoquímicos, elaboración y mantenimiento cuidadoso de registros con los valores obtenidos, análisis e interpretación frecuente de los datos obtenidos y aplicación de las conclusiones en función de una mejora en las prácticas de cultivo (Guillan, 2001).

Para el área ambiental de la acuicultura, el Nitrógeno es de central preocupación como componente de los residuos generados en la crianza. La descomposición de estos compuestos nitrogenados es especialmente importante en sistemas de recirculación de acuicultura debido a la toxicidad del amoníaco, nitrito y en algún grado el nitrato. El proceso de la remoción de nitrógeno amoniacal en un filtro biológico se denomina nitrificación, y consiste en la sucesiva oxidación del amoníaco primero a nitrito y finalmente a nitrato. También existe un proceso de reducción anaeróbica de nitrato a nitrógeno molecular gaseoso denominado desnitrificación (Merino y Sal 2007).

Nitrificación: El amoníaco es el principal producto final del catabolismo de la proteína y es excretado por los peces como amoníaco no ionizado ( $\text{NH}_3$ ) a través de las branquias. El

amoniac, nitrito y nitrato son todos altamente solubles en agua. El amoniac existe en dos formas: no ionizado y ionizado ( $\text{NH}_4 + \text{amonio}$ ), la concentración relativa de estas formas en la columna de agua es principalmente una función del pH, temperatura y salinidad. La suma de las dos formas se denomina amoniac total o simplemente amoniac (NAT). Un aumento del pH o la temperatura, aumenta la proporción de la forma no ionizado del NAT (Merino y Sal 2007).

### **2.3.1.1 Temperatura.**

La temperatura del agua se mide directamente en el agua del estanque usando un termómetro común o a través de sondas incorporados a los medidores de oxígeno, pH y similares. Se coloca el termómetro en el estanque de tal forma que el extremo de este quede unas pocas pulgadas sumergido en el agua o se toma una muestra de agua en un recipiente y medir la temperatura de esta. Espere por un momento a que el termómetro se estabilice antes de registrar la medición y anotar la hora de la medición. Se debe usar siempre el mismo termómetro para asegurar consistencia en las mediciones (Oddone y Beltrán, 2014).

La temperatura óptima para el desarrollo de camarón oscila entre 29 y 33°C, siendo aceptados rangos de 22 a 34°C (Marcillo s.f.).

Con temperaturas promedio que no bajen jamás a menos de 24°C permite un crecimiento continuo del camarón en todo el año. Sin embargo, entre Julio y noviembre las temperaturas pueden en algunas ocasiones llegar a 34°C y más. La temperatura superior letal para los camarones Penaeidae es de 34°C, es así que en la medida de los posible sería mejor no hacer cría a esta temperatura. La temperatura afecta la solubilidad del oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica.

Las crías efectuadas en agua caliente son más delicadas de controlar y ocurre frecuentemente una disminución importante de oxígeno que puede llevar a una mortalidad masiva (FAO, 1989).

### **2.3.1.2 Oxígeno disuelto.**

Para mantener consistencia en el monitoreo del oxígeno, es recomendable medir en cada estanque siempre en el mismo orden a la misma hora y a la misma profundidad todos los días (Díaz, 2013).

Para los camarones, la concentración óptima de oxígeno disuelto en el agua debe ser superior a 5 mg/L. En concentraciones menores a 2 mg/L, los camarones en cultivo empiezan a expirar. Para incrementar esta concentración, se pueden implementar la colocación de aireadores en los estanques (FAO, 2015).

Durante la aclimatación debe existir el manejo del oxígeno en las primeras horas por lo que los niveles de oxígeno deben mantener niveles óptimos de 8-12 mg/L. Durante toda la aclimatación, los niveles de oxígeno no deben bajar nunca de 6 mg/L (Oddone y Beltrán, 2014).

### **2.3.1.3 Salinidad.**

La salinidad en las aguas estuarinas puede ser similar a la del agua dulce durante la época de lluvia y aumentar durante la época seca. Los estuarios con acceso limitado al mar tienen mayor salinidad que éste durante la temporada de sequía ya que los iones se concentran a causa de la evaporación. La salinidad disminuye conforme se aleja de la boca del estuario, y puede estratificarse de acuerdo a la profundidad. Aunque el *Litopenaeus vannamei*, *Penaeus monodon* y otras especies pueden ser cultivados exitosamente en estanques costeros con salinidad entre 1 y 40 ppm, se produce mejor con una salinidad superior a 5 ppm y la mayoría de granjeros la prefieren entre 20 y 25 ppm. Con salinidades altas el agua retiene menos oxígeno disuelto que con salinidades bajas; también hay que tomar en cuenta que, a mayor temperatura del agua, la salinidad se incrementa y el oxígeno disuelto disminuye (Marcillo s.f.).

### **2.3.1.4 Turbidez.**

En muchas aguas existe una relación directa entre la visibilidad del disco Secchi y la abundancia de plancton: a medida que aumenta el plancton, la visibilidad disminuye. Sin embargo, habrá que tomar en cuenta que a veces la turbidez es causada por partículas suspendidas de arcilla o detritus y no por la cantidad de fitoplancton (Boyd, 2008).

Los parámetros óptimos de lectura son de 30 a 45 cm de profundidad, estanques con valores menores, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto por la

noche o antes de la salida del sol; por lo contrario, valores superiores a 60 favorece el crecimiento de plantas acuáticas deteriorando la calidad del agua (Cloude*et al.*, 2005).

#### **2.3.1.5 pH.**

De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 se considera neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14. Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9, cabe destacar que un valor ácido del pH es desfavorable en el proceso de desnitrificación en el cultivo de camarón generando que decrezca la actividad bentónica y generando toxicidad por amonio en el agua, lo cual debe corregirse aplicando carbonato de calcio (Boyd, 2008).

### **2.4 Manejo de los estanques.**

Es la planificación e implementación de un protocolo ajustado a las condiciones de la granja que permiten alcanzar al final del proceso productivo, los resultados económicos esperados. Un aspecto importante en el manejo es que desde la primera fase se establezca y mantengan las condiciones ambientales óptimas en el estanque, para que las postlarvas o juveniles se desarrollen normalmente (Cuellar*et al.*, 2010).

El vaciado sanitario aplicado en toda la granja o en una parte de esta, permite tener el tiempo necesario para un buen secado y preparación de los estanques. Esto contribuye al desarrollo de camarones sanos ya que favorece un equilibrio químico, físico en el estanque. (Gullian, 2001).

Un buen secado y preparación de los estanques contribuye a un desarrollo saludable de los camarones, garantizando estanques libres de sustancias nocivas, patógenos y predadores que pudieran incrementar las mortalidades afectando el rendimiento final de las cosechas (Cuéllar *et al.*, 2010).

#### **2.4.1 Manejo de estanques de geomembrana.**

Se realiza la desinfección de los estanques 24 horas previa siembra de camarón. La limpieza de estos estanques es mediante sifoneo del fondo, para evitar que se acumule

materia orgánica (residuos de alimento y heces fecales de los organismos) y con ello se generen condiciones adversas para el cultivo. Durante el proceso de engorda no se hará recambio de agua, solo se repondrá la que se pierde por evaporación, manteniendo constante la aireación para tener altos niveles de oxígeno y controlar el pH (Oddone y Beltrán, 2014).

## **2.5 Utilización de aireación mecánica.**

En sistemas de cultivo semi intensivos, los aireadores deben ser utilizados sólo si son estrictamente necesarios para asegurar la sobrevivencia de los camarones; de lo contrario, habrá un desperdicio de energía y un incremento en los costos de producción. La decisión para su uso, está marcada por la concentración de oxígeno disuelto en el estanque, misma que es dependiente de la densidad de población (biomasa), la concentración de fitoplancton y la profundidad del estanque (Cuéllar *et al.*, 2010).

La aireación mecánica, se consigue utilizando la energía mecánica para provocar la ruptura del agua en gotas. El aumento de la transferencia del Sistemas de Recirculación y Tratamiento de agua oxígeno, se logra por incremento en el área de la interfase aire-agua. Estos pueden ser: de eje vertical y horizontal. En el caso del vertical, la transferencia del oxígeno se logra por la exposición de gotas de agua a la atmósfera, por turbulencia del agua y por arrastre de aire. En el horizontal la transferencia de oxígeno es por turbulencia superficial, por arrastre de aire y por bombeo horizontal. Estos pueden ser eléctricos o a combustión, y también los hay híbridos, ejemplo las bombas pulverizadoras y los aireadores de turbina, aireador difusor- hélice "venturi" (Merino y Sal 2007).

## **2.6 Sistemas de cultivo de *Litopenaeus vannamei*.**

### **2.6.1 Sistema extensivo.**

En este sistema de cultivo, la densidad de siembra es 1 larva/m<sup>2</sup>, en un estanque con tamaño aproximado de 2 a 20 hectáreas. No se suministra alimentación ni se realizan recambios de agua y se sugiere fertilizar el estanque con abono orgánico. Después de 6 meses se podría cosechar (CENDEPESCA, 2008).

### **2.6.2 Sistema semi-intensivo.**

Los estanques de cultivo semi intensivo (1 a 5 ha) emplean semillas producidas en incubadoras, con densidades de siembra entre 10 y 30 PL/m<sup>2</sup>; estos sistemas son comunes en América Latina, y la duración del ciclo productivo oscila entre 90 y 120 días. El agua se bombea para su recambio, los estanques tienen una profundidad de entre 1 y 1.2 m y si acaso, emplean un mínimo de aireación artificial. El camarón se alimenta de productos naturales propiciando su producción mediante fertilización del estanque, complementado con alimentación 2 ó 3 veces al día. Los rendimientos de la producción en estanques semi intensivos varían entre 500 y 2 000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año (FAO, 2015).

De acuerdo al manual de producción de cultivo del camarón blanco en sistemas semiintensivos con densidades de siembra de 8 a 10 camarones/m<sup>2</sup> no se requiere aireación, y obtener al final de la producción pesos promedios de 12 a 14 gr. (CENDEPESCA, 2008)

### **2.6.3 Sistema intensivo.**

En los cultivos intensivos, la densidad de siembra es de 30 a 40 larvas/m<sup>2</sup>. Es necesario ubicar alrededor de 4 a 6 aireadores por hectárea para incrementar la concentración de oxígeno disuelto. La alimentación se suministra 4 veces al día. Con un manejo adecuado después de 4 meses se podría alcanzar pesos promedios de 12 a 14 gramos para cosechar. El factor de conversión alimenticio es en una relación de 2.7:1 de kg. de alimento (CENDEPESCA, 2008).

### **2.6.4 Sistema súper intensivo.**

La densidad de siembra es de 50 a 100 larvas/ m<sup>2</sup>. Se necesitan de 8 a 10 aireadores por hectárea. El alimento se suministra 4 veces al día y manteniendo un adecuado manejo, a los 4 meses se podría alcanzar pesos promedio de 12 gramos para cosechar. El factor de conversión alimenticia es en una relación de 2.8:1 (CENDEPESCA, 2008).

## **2.7 Siembra de *Litopenaeus vannamei*.**

Antes del inicio del proceso de siembra se debe garantizar que el estanque reúna una serie de condiciones que favorezcan un buen desarrollo del cultivo. Éstas se enmarcan en

un nivel hídrico adecuado del estanque, buena concentración de fitoplancton (principalmente diatomeas) y parámetros físico-químicos normales; esto no excluye monitorear dichos parámetros durante el proceso de aclimatación y en el momento de la siembra. Idealmente, la siembra se debe realizar durante el período más fresco del día (6 a.m. – 8 a.m., o durante la noche), cuando se encuentran las menores temperaturas y, por consiguiente, se reduce el estrés en las postlarvas y se podría hacer menor el tiempo de aclimatación. Se recomienda liberar las postlarvas en los estanques tan pronto como sea posible. La determinación de una densidad de siembra adecuada depende de la talla proyectada para cosechar, calidad del agua, diseño del estanque, tasas de recambio hídrico, posibilidad de aireación mecánica, experiencia del personal y capacidad técnica general de la granja(Cuéllar *et al.*, 2010).

## **2.8 Alimentación.**

La nutrición del camarón es un asunto complejo porque sus requerimientos cambian a lo largo de su ciclo de vida, por lo que la dieta debe ser específica en cada etapa del ciclo productivo la alimentación natural a base de micro algas que crecen y se desarrollan en el estanque es considerada una alimentación fundamental, la cual se complementa con alimentación concentrada. Los camaronicultores deben manejar los estanques como un ecosistema. (Fox *et al.* s.f.).

Los alimentos con alto contenido de proteínas representan un costo más alto para la producción de camarón. En el caso de *L. vannamei* cultivado bajo el sistema semi-intensivo, se ha determinado que el contenido de proteína puede reducirse a 20% sin dañar el rendimiento productivo (Cloude *et al.*, 2005).

### **2.8.1 Almacenamiento, manipulación, y manejo general del alimento.**

El personal técnico a cargo de la operación de la granja debe considerar las siguientes recomendaciones: • El alimento para camarón debe almacenarse en un sitio fresco, seco y conservado lejos del alcance de roedores y otras plagas; además debe estar preparado a la espera del arribo del contenedor de alimento para evitar la exposición de los sacos de alimento al sol o la lluvia. No se debe usar carne fresca de pescado para alimentar a los camarones. Debe dispersarse el alimento uniformemente por toda la superficie del estanque evitando aplicaciones grandes y repetidas sobre áreas pequeñas. Administrar la ración de

alimento diaria en más de una aplicación cuando las condiciones de la granja lo permitan. La medida anterior permite una mejor utilización del alimento por el camarón a la vez que evita el desperdicio de alimento. A pesar de que los camarones son más activos en la búsqueda de alimento durante la noche, no es recomendable alimentar de noche a menos que se cuente con iluminación y supervisión confiable al momento de administrar el alimento. Resulta más práctico alimentar por lo menos dos veces al día. Se recomiendan alimentar cuando las concentraciones de oxígeno sean menores a 2.5 mg/L(Cloudet *et al.*, 2005).

### 2.8.2 Alimentación concentrada

En el mercado salvadoreño representa apenas el 5% de las ventas de los distribuidores directos en Centroamérica y, según los proveedores, deja un margen de utilidad cercano al 8%. Para los acuicultores representa entre el 50% y el 60% de los costos de producción. Debido a que no hay siembras permanentes, no es posible planificar su importación, lo que dificulta satisfacer incluso los pedidos de corto plazo. La vida útil del alimento con un 35% de proteína es de tres meses, mientras que la del alimento con un 25% de proteína es de ocho meses, dependiendo de la fecha de vencimiento del producto y de las prácticas de almacenamiento de los compradores. Debe usarse solo alimento peletizado de alta calidad y con un mínimo de partículas finas(Oddone y Beltrán, 2014).

La alimentación en las piscinas camaroneras está basada en su mayoría en tablas para calcular las raciones diarias a partir de un porcentaje de la biomasa y del peso promedio de los camarones presentes en el estanque, las cuales no consideran ni los hábitos de alimentación ni el estado fisiológico por el que atraviesa el camarón (Molina *et al.*2000).

En la producción camaronera el suministro del alimento artificial está orientado a conseguir mejores producciones en el menor tiempo posible. Para *Litopenaeus vannamei* la tendencia es ofrecer alimentos con niveles de proteína aproximados de 30-35% (Fox *et al.* s.f.). A continuación, se muestra la tabla de alimentación recomendada para cultivo de *Litopenaeus vannamei* según CENDEPESCA, 2008.

**Cuadro 1.** Programa de alimentación de camarón *Litopenaeus vannamei* de acuerdo a su desarrollo.

Longitud (cm)	Peso (gr.)	Biomasa (%)	Alimento/100 mil camarones/día (kg)
4.0	1	10.0	10.0

7.0	3	9.0	27.0
8.5	5	8.0	40.0
10.0	7	7.0	49.0
10.5	9	5.9	53.1
11.0	11	5.1	56.1
11.5	13	4.5	58.5
12.0	15	4.0	60.0
12.4	17	3.7	62.0
12.8	19	3.4	64.6
13.2	21	3.2	67.2
13.6	23	3.0	69.0
14.0	>25	<3.0	<70.0

Fuente: CENDEPESCA, 2008.

El Programa Cadena Acuícola MAG-PAF-CENDEPESCA ha logrado mejoras en el uso y conservación del alimento por los productores, pero persisten problemas de ineficiencia y de falta de registro de las dosis suministradas, fallas que provocan consumo innecesario y aumento de los costos de producción. El precio del alimento registra cerca de tres incrementos anuales, cada uno alrededor del 0,5%, dependiendo de los fletes de importación y de los precios internacionales del maíz y la soya. Un aspecto importante previo a la siembra es la alimentación: durante la aclimatación proveer alimento ayudará a las postlarvas a tener más energía para soportar el estrés ocasionado por la aclimatación. Para esto se recomienda el uso de nauplios vivos de artemia, yema de huevo (cocida) tamizada finamente, hojuela comercial, o artemia congelada (Oddone y Beltrán, 2014).

## 2.9 Tasa de crecimiento de los camarones.

La tasa de crecimiento es una poderosa herramienta que sirve como indicador del estado de la población de camarón dentro de un estanque, y debe estimarse semanalmente a partir de los muestreos de crecimiento (peso y/o longitud). Todos los años se presenta disminución de la tasa de crecimiento bien marcada debido a la temporada estacional. La tasa de crecimiento se reduce al enfriarse la temperatura del agua, es característico que se presenten condiciones bajas de oxígeno proveniente de la estratificación térmica en las partes profundas de los estanques. Por otro lado, la disminución de la radiación (menos luz/horas/día) afecta el proceso de fotosíntesis, ocasionando disminución de la disponibilidad de oxígeno (Padilla *et al.* 2013).

### 3. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1 Localización del estudio.

El presente estudio se desarrolló en la Estación de Maricultura Los Cóbanos, dependencia del Centro de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura (CENDEPESCA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en el municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate, ubicada a  $13^{\circ}54'47.76''\text{N}$  y  $-89^{\circ}82'32.87''\text{O}$ , con una elevación de 4 msnm (CENDEPESCA, 2008), cuenta con una precipitación de 1689 mm y una temperatura promedio anual de  $26.3^{\circ}\text{C}$  anual (Climate-Data.ORG s.f.)(Figura1).



Figura1. Localización geográfica del lugar del estudio. Fuente: Google imágenes, 2019.

### **3.2. Descripción general del estudio.**

Se implementó un sistema de cultivo semi intensivo, realizando el ciclo de producción durante los meses de octubre a diciembre de 2017, teniendo un periodo de 90 días. Debido a la falta de disponibilidad de estanques convencionales de arcilla, se utilizaron 3 estanques de geomembrana con una profundidad de 1.30 mt., con una superficie de 128m<sup>2</sup> cada uno.

### **3.3. Descripción de los tratamientos.**

Los tratamientos a evaluar fueron tres densidades de siembra, utilizando PL12, siendo el testigo T1= 10 camarones/m<sup>2</sup> densidad recomendada por la FAO para cultivos semiintensivos, la cual implementan la mayoría de camaroneras a nivel nacional, T2= 20 camarones/m<sup>2</sup> y T3= 30 camarones/m<sup>2</sup>.

Se realizó un monitoreo periódico de los parámetros fisicoquímicos durante horas de la mañana (6 a.m.) y durante la tarde (4 p.m.), se utilizó cuando fue requerido un sistema de aireación mecánica que consistió en un Blower cuya función es la distribución homogénea del aire hacia los estanques, este mecanismo se utilizó en caso de detectar deficiencias de oxígeno. Durante la investigación se monitorearon semanalmente las tallas y pesos promedio además se determinó el nivel de sobrevivencia.

### **3.4. Materiales y Equipo.**

Los materiales que se utilizaron en el experimento fueron postlarvas (PL12) de camarón blanco (*L. vannamei*), concentrado comercial con 25 % de proteína, baldes plásticos; los equipos fueron: pH metro (Auto calibración Az-8685), sonda multiparamétrica (YSI Pro20/ campo medidor de Oxígeno Disuelto / Temperatura), disco Secchi, balanza digital con precisión en decimas de gramo (PS 50-M), vernier, atarrayas de 7 mt. de diámetro, bomba de 15 HP, 3 estanques de geomembrana, cuaderno de campo, computadora, Software INFO STAT (versión 2017) y Word (Microsoft Office Professional Plus 2016).

#### **3.4.1. Estanques de geomembrana.**

Los estanques tienen una forma circular con una profundidad de 1.30 mt cada uno al centro de los mismos se encuentra el drenaje de aproximadamente de 10.80 cm de

diámetro (4 ¼ pulgadas) donde se colocó un tubo de PVC con una malla fina de multifilamento de 500  $\mu$ m para evitar la fuga de las postlarvas y que a su vez favoreció a la libre circulación de agua debido a que la época de inicio del experimento se efectuó a finales de la época lluviosa, lo que permitió el libre paso del agua evitando el desborde de los estanques, se empleó un aireador difusor- hélice “venturi” el cual distribuye el oxígeno de manera homogénea en el estanque, dicho sistema se utilizó cuando se dieron bajas en los niveles de oxígeno (figura 2). Cabe mencionar que el reducido tubo de drenaje con el que contaban los estanques no eran los adecuados, lo que dificultó las labores de limpieza y recambios de agua.

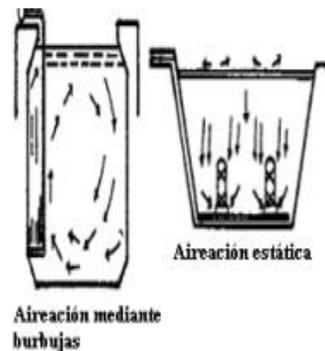


Figura 2. Sistema de aireación. Fuente: (Jimboet *al.* 2011).

### 3.5. Metodología de campo.

#### 3.5.1. Aspectos de manejo

Para el manejo de los estanques, se mantuvieron constantes recambios de agua semanales, lo cual consistió en realizar un vaciado del 30 % de su capacidad utilizando un sifón en cuyo extremo se le colocó una malla multifilamento de 500 $\mu$ m para evitar la fuga de post larva, este procedimiento se realizó cada semana, para facilitar la evacuación de desechos consistentes en excrementos, restos de alimento concentrado y algas que se acumulaban dada la naturaleza de los estanques y evitando problemas de déficit de oxígeno en el cultivo.

### 3.5.2. Preparación de los estanques.

#### 3.5.2.1. Limpieza y desinfección de los estanques.

Se inició con la preparación de los estanques(figuraA - 3) a finales de septiembre de 2017,posterior a ello se llevó a cabo el drenado total de los estanques denominado vaciado sanitario. Se efectuó la limpieza de cada estanque, realizando la remoción de material ajeno a los mismos como troncos, alambres, piedras, vidrio, plásticos, etc., se procedió al lavado de las paredes y fondo del estanque aplicando 1 kg de cal diluida por estanque únicamente con el fin de facilitar el desprendimiento de algas de las paredes y fondo de los estanques de geomembrana.

Una vez terminado el acondicionamiento de los estanques; se colocaron mallas filtradoras (figura A-4)sobre el tubo de drenaje al centro de cada estanque para evitar la fuga de postlarvas, así mismo se instaló el sistema de aireación (figura A5 -6). Hecho esto se llevó a cabo el llenado de los estanques(figura A10-11) mediante el uso de una bomba con una capacidad de 15 HP hasta llenar el 80 % de su capacidad, cabe destacar que se efectuó la fertilización de los estanques utilizando 0.45 kg de fertilizante comercial triple 15 por estanque tres días previo a la siembra de post larva.

#### 3.5.3. Siembra de Post larvas.

Se efectuó el acondicionamiento de las post larvas (figura A12-16) tomando los parámetros físicos del agua de los estanques y estandarizándolo a las condiciones de salinidad y oxígeno disuelto de las postlarvas; seguidamente se les ofreció una pequeña raciónde concentrado comercial con 25% de proteína molido (figura A17) al voleo en el sitio que se efectuó la siembra para contrarrestar el estrés provocado por el traslado hacia los estanques y favorecer la adaptación a su nuevo entorno; la distribución de las densidades de siembra de camarón se presenta en el cuadro 2.

**Cuadro 2.**Distribución de las densidades de siembra evaluadas.

<b>Tratamientos</b>	<b>Área de estanque</b>	<b>Densidades de siembra</b>	<b>Cantidad de camarones sembrados por estanque</b>
T1	128 m <sup>2</sup>	10 camarones/m <sup>2</sup>	1,280
T2	128 m <sup>2</sup>	20 camarones/m <sup>2</sup>	2,560
T3	128 m <sup>2</sup>	30 camarones/m <sup>2</sup>	3,840

### 3.5.4. Monitoreo de parámetros físico-químicos.

Se seleccionó un sitio del estanque para realizar los monitoreos semanales a la misma hora del día (6 a.m. y 4 p.m. a excepción de la turbidez 11 a.m.), controlando turbidez a través de un disco Secchi sumergiéndolo en el espejo de agua hasta que se pierda su visibilidad, cabe destacar que debido a que fueron estanques de geomembrana a pesar de la fertilización previa, los valores se mantuvieron muy similares durante toda la investigación.

Se midieron la temperatura, oxígeno disuelto, salinidad con una sonda multiparamétrica (YSI) además del valor de pH (figura A 19 -21) previamente calibrando cada equipoe introduciéndolo en el agua a una profundidad de 30 cm dejándola en el sitio hasta estabilizase realizando movimientos circulares y se anotaron dichos datos.

A continuación, se detalla en el cuadro 3 los valores fisicoquímicos del agua aceptables en el cultivo de camarón y el valor normal de turbidez para la lectura del disco Secchi según literatura.

**Cuadro 3.** Parámetros físico químicos. Fuente: Cloud et al., 2005.

<b>Parámetros</b>	<b>Valores normales</b>
Temperatura	22 a 34°C
Oxígeno disuelto	5 a 25 mg/L
Salinidad	5 a 25 ppm
pH	7 a 9
Turbidez	30 a 45 cm

### 3.5.5. Alimentación.

Se utilizó un concentrado comercial con un contenido de 25% de proteína, ofreciéndolo las primeras 2 semanas, de forma molida para facilitar su consumo por parte de las post larvas y posteriormente quince días después de la siembra, se brindó sin moler esparciendo el alimento al voleo de manera uniforme por toda la periferia del estanque, dando la primera ración a las 6:00 am y la segunda ración durante la tarde a las 4:00 pm.

El suministro de la ración diaria se realizó de acuerdo a muestreos semanales, utilizando para ello una atarraya, setomaron muestras aleatorias de 80 camarones en diferentes puntos de cada estanque y se determinó su desarrollo basados en longitud, peso y biomasa del camarón semanalmente para brindar dicha ración.

#### **3.5.6. Registro de Pesos.**

Se efectuó la tomadel registro de pesos para el análisis de datos dando inicio 30 días después de la siembra, cada semana hasta finalizarlos 90 días del ciclo productivo con lo cual se fue evaluando el desarrollo y crecimiento que tuvo el camarón, para lo cual se tomó una muestra aleatoria de 80 camarones por estanque con una atarraya de 7 m de longitud., con una malla de 25 mm de diámetro, repitiendo el procedimiento en cada uno de los muestreos, los camarones muestreados se colocaron en baldes plásticos con agua del estanque (figura 25-27).

El peso total de los camarones se obtuvo utilizando una balanza con precisión en gramos (figura A 28), realizando las anotaciones correspondientes en el cuaderno de campo. Para efecto de los cálculos se obtuvo un peso promedio semanal.

#### **3.5.7. Registro de tallas.**

Para la realización de los muestreos se utilizó una atarraya de 7 m. de longitud, con una malla de 25 mm de diámetro, repitiendo el procedimiento en cada uno de los muestreos, los camarones muestreados se colocaron en baldes plásticos con agua del estanque, determinando su longitud total, medida con un vernier en milímetros desde la región post-orbital (cabeza) (figura 29 -30) hasta la parte posterior del telson (cola), después se calculó la talla promedio por muestreo.

#### **3.5.8. Porcentaje de Supervivencia.**

Para la determinación del porcentaje de supervivencia al final del ciclo productivo del camarón (figura A 31-33). Se efectuó la relación de la cantidad de camarones cosechados versus los sembrados por estanque para determinar la supervivencia (Cloudet *al.*, 2005).

Este muestreo (figura A 34-36) se realiza con la finalidad de estimar la sobrevivencia de los organismos, dicho muestreo se ejecuta 28 días posteriores de haber efectuado la siembra y se realiza con una frecuencia de 15 días estimando el número de organismos vivos en el estanque, realizándose a partir del número promedio de organismos capturados en cada lance de atarraya, conociendo el área de la atarraya y se multiplica por el área del estanque (Acuícola del Delfín SC de RL de CV, 2003).

### **3.6. Metodología estadística.**

#### **3.6.1. Diseño estadístico.**

Para el análisis de los datos se aplicó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones. Previo al análisis de varianza se verificó el cumplimiento del supuesto de distribución normal aplicando la prueba de Shapiro Wilks el cual se procede en el programa a buscar en la ventana superior izquierda la opción estadística, luego se selecciona “inferencia basada en una muestra” y se da click derecho en la opción prueba de normalidad. Una vez comprobado y superado este supuesto se procedió a la aplicación de la técnica del análisis de varianza a los datos, con una probabilidad  $p \leq 0.05$ , apoyado del software estadístico INFO STAT.

Cuando los datos no cumplieron los supuestos de normalidad se procede en INFOSTAT a efectuar el proceso de transformación logarítmica, primero se ubicó en la esquina superior izquierda del programa buscar la opción transformar datos y se selecciona “transformación logarítmica” luego se procede a dar click derecho en el mouse de la computadora, realizado esto se procede al análisis de los datos mediante la prueba de ANVA.

#### **3.6.2. Modelo matemático diseño completamente al azar.**

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Característica bajo estudio observado en la parcela “j” y donde se aplicó el tratamiento “i”.

$M$  = Media experimental

$T_i$  = efecto del tratamiento “i”

$E_{ij}$  = Error experimental de la celda (i, j)

i = 1, 2, ..., a = número de tratamientos

$j = 1, 2, \dots, r =$  número de repeticiones de cada tratamiento.

**Cuadro 4.** ANVA.

Fuentes. de Variación.	G.L	S.C	C.M.	FC	F TABLAS 5%
Tratamientos	2	SC Trat.	SC Trat./ t -1	SC Trat/ SC Error	
Error Experimental	15	SC Error	SC Error/ n -t		
Total	17	SC Totales			

### 3.6.3. Variables del estudio.

**Cuadro 5.** Variables del estudio,

Variable Independiente.	Variables dependientes.
T1= Densidad de siembra 10 camarones/m <sup>2</sup>	Pesos promedio
T2=Densidad de siembra 20 camarones/m <sup>2</sup>	Tallas promedio
T3=Densidad de siembra 30 camarones/m <sup>2</sup>	Porcentaje de sobrevivencia

### 3.6.4. Metodología socioeconómica.

Para el análisis económico de la investigación, se aplicó el método propuesto por el Centro de Investigaciones para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT. 1988) el cual se fundamenta en un análisis de presupuesto parcial y beneficios netos los cuales se detallan a continuación:

### 3.6.5. Presupuesto parcial.

Es un instrumento que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los ingresos, costos y los beneficios de los diferentes tratamientos alternativos.

Se elaboró con la finalidad de obtener los costos y beneficios de las diferentes densidades de siembra considerando el rendimiento de los tratamientos por estanque.

### **3.6.6. Rendimiento Medio.**

En una investigación consiste en investigar el rendimiento que posee un área de producción, para identificar a futuro que práctica le es más rentable a un productor, generándole mayores ingresos y reducir al mínimo las pérdidas al finalizar su producción.

### **3.6.7. Beneficio Bruto de Campo.**

Son los ingresos percibidos por la venta del producto en el lugar donde se produjo.

### **3.6.8. Total de Costos que varían (TCV).**

Son las erogaciones que se hacen por la compra de los insumos puestos en el lugar de producción y que hacen variar los tratamientos.

### **3.6.9. Beneficio Neto de campo (BN).**

Es la ganancia neta calculada que se obtiene al final del ciclo productivo resultando de restar el beneficio bruto de campo con el total de los costos que varían.

### **3.6.10. Análisis de Dominancia.**

Este se realiza ordenando los costos que varían de menor a mayor de los tratamientos colocando a la par su respectivo beneficio neto. Se refiere a que un tratamiento es dominado, cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

### **3.6.11. Curva de beneficios netos.**

En esta se grafican de manera que en el eje de las "X" se coloca el total de los costos variables y en el eje de las "Y" se coloca el beneficio neto correspondiente a cada tratamiento, se identifican con un punto según BN y TCV. Los valores que no son dominados se unen con una línea y las dominadas quedan fuera de la tendencia de la gráfica.

### **3.6.12. Tasa de retorno marginal.**

Indica en un estudio el valor ya sea en dinero o en porcentaje de lo que el productor espera ganar utilizando una práctica específica por cada dólar de inversión que realice, en este caso no se consideran los tratamientos no dominados.

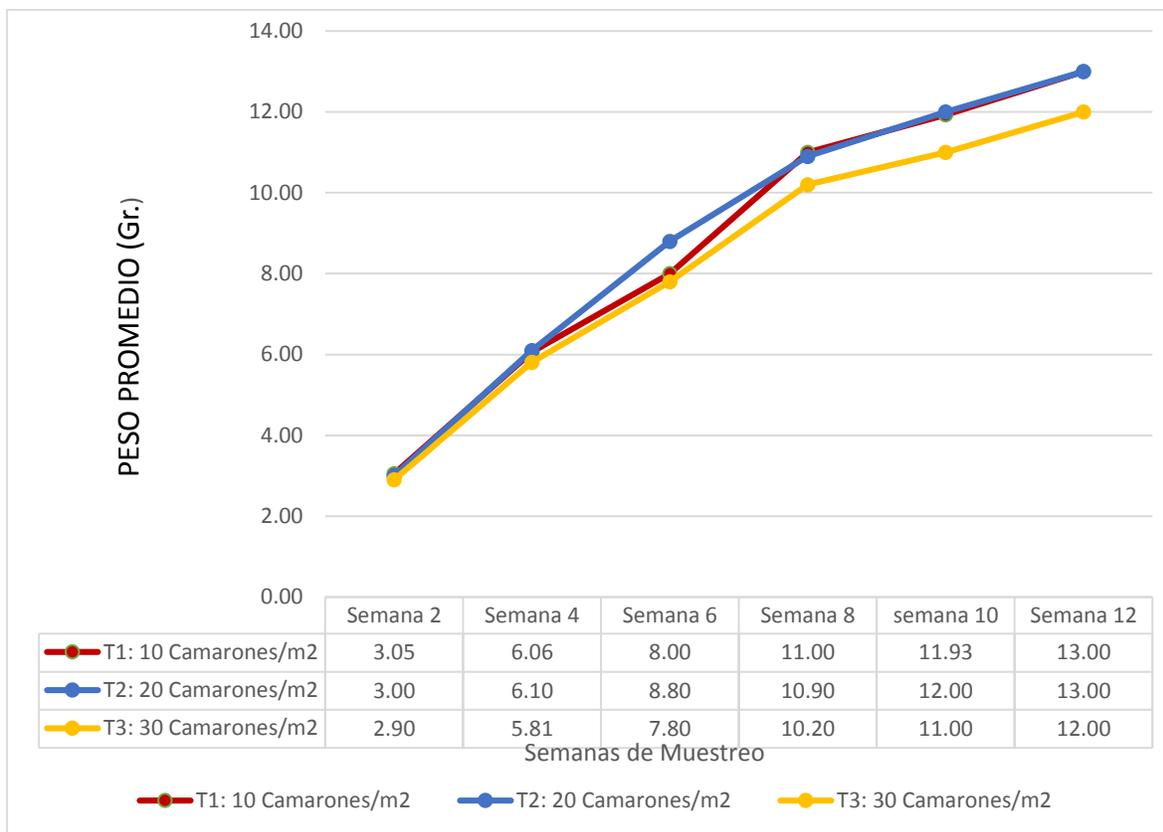
## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Previo al análisis de datos, se verificó individualmente el cumplimiento del supuesto de distribución normal para las variables en estudio. Cuando este no se cumplió dicho supuesto se aplicó transformación a los datos. una vez ejecutado, se procedió a su análisis.

### **4.1. Resultados de las variables en estudio**

#### **4.1.1. Variable peso promedio.**

Gráficamente puede observarse mediante la figura 3 un comportamiento similar entre las tres densidades de siembra, sobre la variable peso promedio por semana, presentando menores pesos la densidad de 30 camarones/m<sup>2</sup>, seguido de la densidad de 20 y 10 camarones/m<sup>2</sup>.



**Figura 3 Variable peso promedio**

#### 4.1.1.1. Prueba Shapiro Wilks para variable peso promedio.

De acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Shapiro Wilks (cuadro A-25) se determinó que, estadísticamente los datos no cumplen con el supuesto de normalidad ( $p < 0.05$ ), por lo que se hace necesario aplicar una transformación logarítmica de los datos.

#### 4.1.1.2. Variable peso promedio.

Estadísticamente las densidades de siembra de 10 camarones/m<sup>2</sup>, 20 camarones/m<sup>2</sup> y 30 camarones/m<sup>2</sup>, están produciendo iguales efectos sobre la variable peso promedio al final del ciclo productivo (cuadro A-26).

#### **4.1.1.3. Discusión de resultados variable peso promedio.**

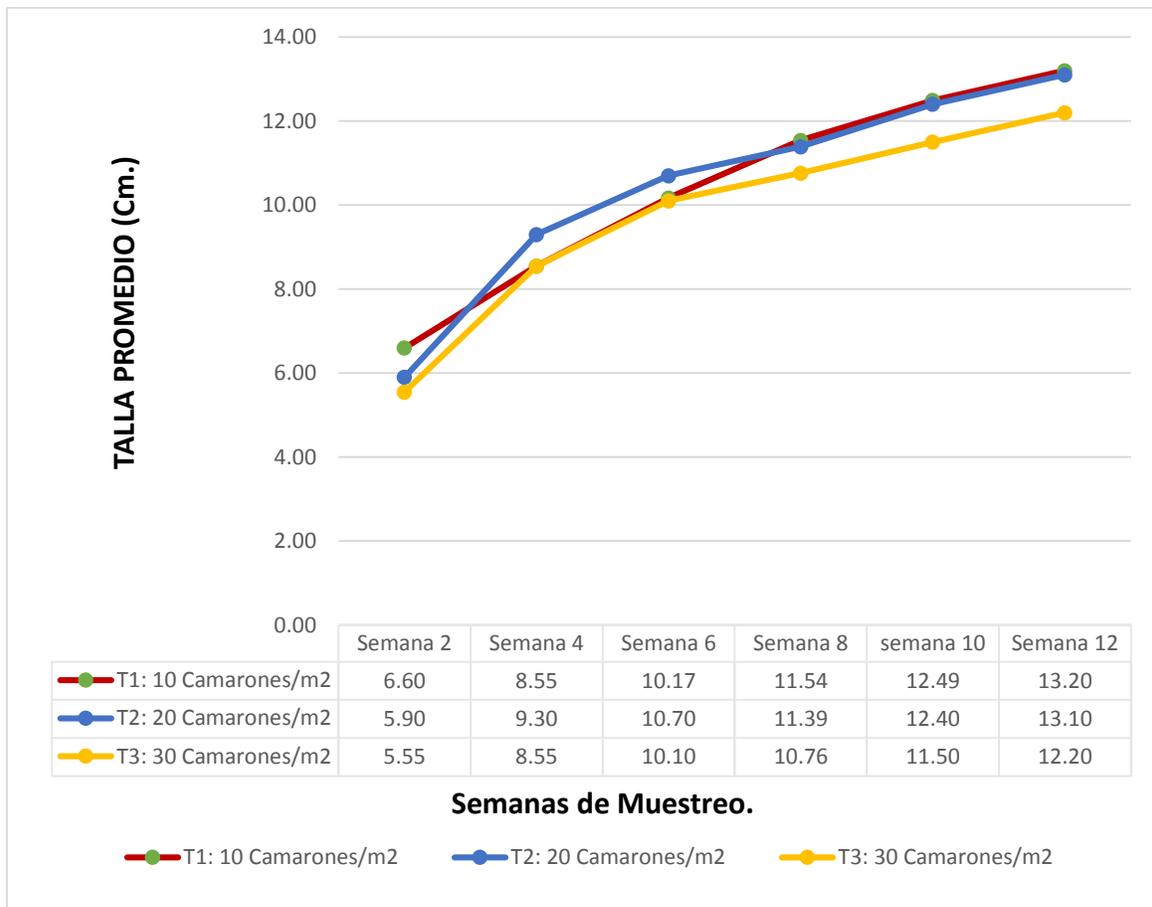
La implementación de buenas prácticas de manejo brindó las herramientas necesarias para favorecer un mejor desarrollo en sistemas semiintensivos de *Litopenaeus vannamei*, de acuerdo con la FAO 2015 y CENDEPESCA 2008, el peso promedio al finalizar el ciclo productivo debería oscilar entre 12 a 14 gr.

Sin embargo, Cuéllar *et al.*, 2010, sostiene que los pesos obtenidos al finalizar un ciclo productivo no siempre se encuentran dentro del rango de 12 a 14 gr., dado que no se implementan las mismas prácticas de manejo, como la alimentación, control de los parámetros físico químicos como el oxígeno disuelto, salinidad, turbidez, pH y temperatura.

Los resultados obtenidos en la investigación son coincidentes con los autores anteriormente citados ya que el manejo que se le dio a los camarones fue el mismo que ellos utilizaron en sus trabajos de investigación, el cual fue un sistema semi intensivo. Presentando los mejores pesos promedio las densidades de 10 y 20 camarones/m<sup>2</sup>.

#### **4.1.2. Variable talla promedio.**

Gráficamente se observó (figura 4) que al utilizar una densidad de siembra de 10 camarones/m<sup>2</sup> presentan mejores tallas promedio confrontados con densidades de siembra de 20 camarones/m<sup>2</sup> y 30 camarones/m<sup>2</sup>, en los que no muestran un aumento significativo en la variable talla descrito en el Manual de buenas prácticas 2008.



**Figura 4 Tallas promedio.**

#### 4.1.2.1. Prueba de Shapiro-Wilks para variable talla promedio.

De acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Shapiro Wilks (cuadro A-27) se determinó que, estadísticamente los datos no cumplen con el supuesto de normalidad ( $p < 0.05$ ), por lo que hace necesario aplicar una transformación logarítmica de los datos.

#### 4.1.2.2. Variable talla promedio.

El valor de F calculado 0.12 es menor a F tabla 0.8898 por tanto, se acepta  $H_1$  y se rechaza  $H_0$ , es decir, que estadísticamente al utilizar densidades de siembra de 10 camarones/m<sup>2</sup>, 20 camarones/m<sup>2</sup> y 30 camarones/m<sup>2</sup> de *Litopenaeus vannamei* presentan diferencias estadísticamente significativas utilizando un nivel de confianza del 5% en las tallas promedio (cuadro A-28).

#### **4.1.2.3. Discusión de resultados variable tallas promedio.**

Oddone y Beltrán, 2014, reportaron que la talla comercial de camarón *Litopenaeus vannamei* para cultivos semiintensivos presentan valores entre 11.5 cm a 25 cm de longitud al final del ciclo productivo.

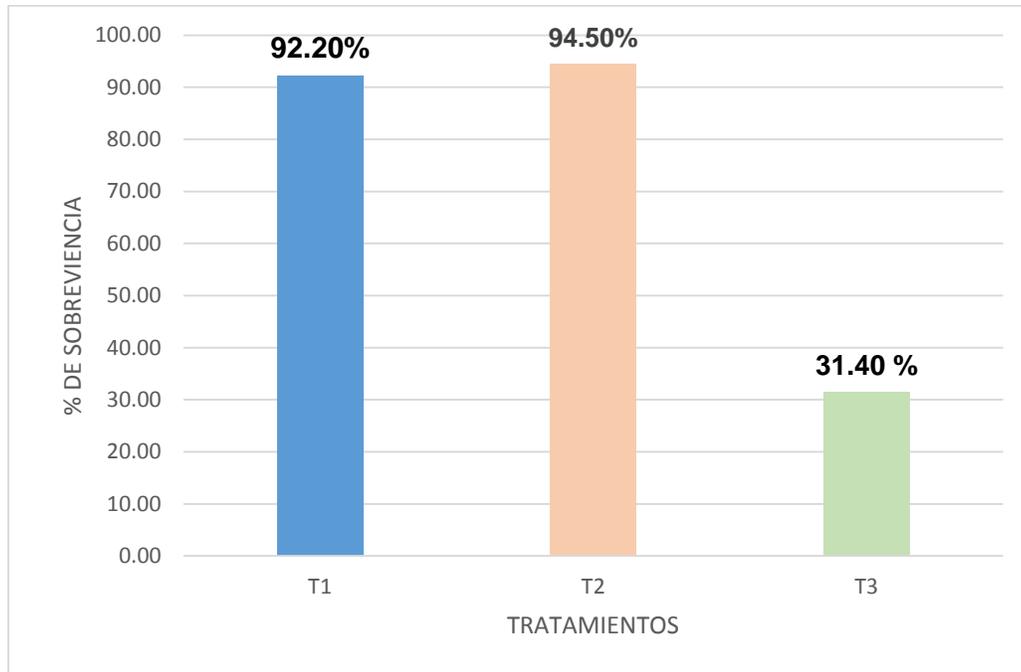
De acuerdo con Acuícola del Delfín SC de RL de CV, 2003, la talla promedio comercial para *Litopenaeus vannamei* que ellos registran es de 11.5 a 25 cm siendo iguales a los expresados por Oddone y Beltrán, 2014.

Con respecto a lo expuesto anteriormente, se demuestra que, los datos presentados en este estudio se encuentran entre los parámetros esperados, obteniendo tallas con un promedio de 12.5 cm a 13.5 cm. Se observó que al incrementar la densidad de siembra se puede obtener similar desarrollo en cuanto a talla promedio por estanque en el camarón, en comparación si se utilizara una densidad de siembra menor.

Implementando buenas prácticas de manejo, se obtendrán al final del ciclo productivo una mayor talla promedio por cosecha, aunque se incremente la densidad de siembra, tomando en cuenta que estadísticamente no se reportaron diferencias significativas entre tratamientos

#### **4.1.3. Variable Porcentaje de sobrevivencia.**

Gráficamente se observó en la figura 5 que al implementar una densidad de siembra de 10 camarones/m<sup>2</sup>, resultó una sobrevivencia del 92.2 % comparado con la utilización de una densidad de siembra de 20 camarones/m<sup>2</sup> con el 94.53% y 30 camarones/m<sup>2</sup> con 31.45% de sobrevivencia.



**Figura 5 Variable Porcentaje de sobrevivencia**

#### **4.1.3.1. Prueba Shapiro Wilks Sobrevivencia.**

De acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Shapiro Wilks (cuadro A-29) se determinó que, estadísticamente los datos no cumplen con el supuesto de normalidad ( $p < 0.05$ ), por lo que hace necesario aplicar una transformación logarítmica de los datos.

#### **4.1.3.2. Variable Sobrevivencia.**

Estadísticamente las densidades de siembra de 10 camarones/m<sup>2</sup>, 20 camarones/m<sup>2</sup> y 30 camarones/m<sup>2</sup>, están produciendo diferentes efectos sobre la variable sobrevivencia al final del ciclo productivo (cuadro A-30).

#### **4.1.3.3. Discusión de Resultados Variable Supervivencia.**

Oddone y Beltrán, 2014 expresan que los parámetros técnicos del sistema de producción de un cultivo semiintensivo en una densidad de siembra de 10 camarones/m<sup>2</sup>, la supervivencia es del 75%.

De acuerdo, a datos oficiales de la FAO 2005, la supervivencia para un sistema de cultivo semiintensivo coinciden con los datos obtenidos en esta investigación para los tratamientos T1:10 camarones/m<sup>2</sup> con un porcentaje de supervivencia de 92.2 % y T2:20 camarones/m<sup>2</sup> con un porcentaje de supervivencia de 94.53 %.

A pesar que se mantuvo un control reiterado en las condiciones generales de los estanques de geomembrana, realizando recambios de agua periódicos para reponer pérdidas por evaporación o para mejorar las condiciones de oxígeno disuelto y realizando toma de los parámetros físico químicos de manera constante, las condiciones de oxígeno disuelto y acumulo de detritos en el fondo de los estanques fueron desfavorables semanas previas a la finalización del ciclo de cultivo, lo cual perjudicó en el desarrollo del proceso productivo del camarón, dado que se presentó una disminución de oxígeno disuelto en la columna de agua y sumado a las dificultades que presentaron los estanques de geomembrana del estudio en relación al estrecho diámetro del tubo desagüe y acumulación de detritos redujeron los porcentajes de supervivencia en el tratamiento de la mayor densidad de siembra.

Se muestra la tendencia en el número de camarones cosechados al final del ciclo productivo para T1 una mayor producción con 1180 camarones cosechados, seguido de T2 con una producción 2420 camarones, siendo el que obtuvo el menor margen de producción T3 con 1208 camarones.

## **4.2. Análisis económico**

### **4.2.1. Presupuesto parcial**

#### **4.2.1.1. Rendimiento medio**

Se obtuvo cuantificando el número de camarones que sobrevivieron para los tratamientos al final del ciclo productivo.

#### **4.2.1.2. Beneficio bruto de campo**

Se obtuvo multiplicando el rendimiento total por tratamiento por el precio de campo.

$$\mathbf{T1 = 33.78 \text{ lbs. (15.35 kg) X \$ 2.50 lb.(1.14 kg) = \$ 84.45}$$

$$\mathbf{T2 = 69.29 \text{ lbs. (31.49 kg) X \$ 2.50 lb.(1.14 kg)= \$ 173.23}$$

$$\mathbf{T3 = 32.92 \text{ lbs. (14.96 kg) X \$ 2.50 lb.(1.14 kg)= \$ 79.80}$$

#### **4.2.1.3. Costos que varían**

Se tomó únicamente el costo de alimentación (concentrado).

##### **Concentrado.**

Precio de concentrado en el mercado es de **\$ 41.00** las 100 lbs (45.45 kg) siendo el costo de \$0.41 lb. (0.19 kg.).

Cantidad en **libras** de concentrado utilizado por cada tratamiento, así:

$$\mathbf{T1= \$ 0.41 \times 65.58 \text{ lbs (29.81 kg) = \$26.88}$$

$$\mathbf{T2= \$ 0.41 \times 109.73 \text{ lbs (49.88 kg) = \$44.98}$$

$$\mathbf{T3= \$ 0.41 \times 100.96 \text{ lbs (45.90 kg) = \$41.39}$$

#### **4.2.1.4. Beneficio neto de campo (BNC)**

Es el resultado de restar los Beneficios bruto de campo menos el total de costos que varían.

$$\mathbf{BNC = BBC - TCV}$$

$$\mathbf{T1 = 84.45 - 26.88 = \$57.57}$$

$$\mathbf{T2 = 173.23 - 44.88 = \$128.35}$$

$$\mathbf{T3 = 79.80 - 41.39 = \$38.41}$$

**Cuadro 6.**Presupuesto Parcial.

<b>INSUMOS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>RENDIMIENTO MEDIO (cant. de camarones/ kg.)</b>	33.78	69.29	31.92
<b>Beneficio Bruto de campo (\$)</b>	84.45	173.23	79.80
<b>COSTOS VARIABLES</b>			
<b>Precio concentrado (45.45 kgs.)</b>	26.88	44.98	41.39
<b>Total Costo Varía (\$)</b>	26.88	44.98	41.39
<b>BENEFICIO NETO DE CAMPO (\$)</b>	57.57	128.35	38.41

En el cuadro 6. Se observa que existen mayores rendimientos medios y mayor beneficio bruto de campo, utilizando una densidad de 20 camarones/m<sup>2</sup> (T1) así mismo hay un mayor beneficio neto de campo.

#### 4.2.2. Análisis de dominancia

<b>CV</b>	<b>BN</b>	
<b>T1 =\$ 26.88</b>	<b>\$ 57.57</b>	
<b>T3 =\$ 41.39</b>	<b>\$ 38.41</b>	<b>DOMINANCIA.</b>
<b>T2 =\$ 44.98</b>	<b>\$ 128.35</b>	

Esto significa que **T3** está siendo dominado por **T1**, ya que posee un menor beneficio bruto en comparación con el T1 y cuyos costos variables son menores.

### 4.2.3. Curva de beneficios netos.

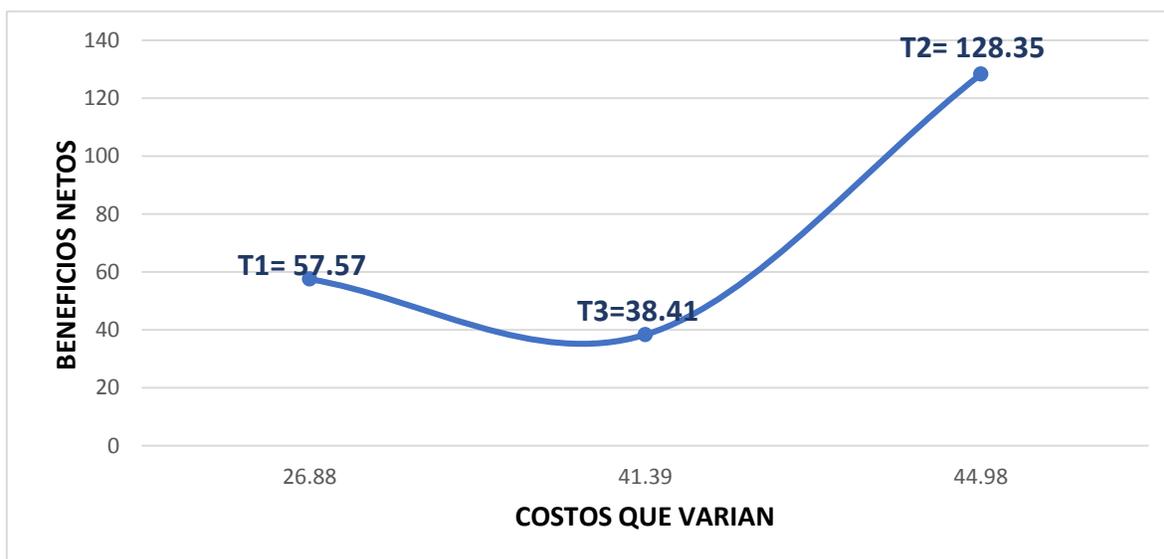


Figura 6 curva de beneficios netos

En la figura 6, podemos observar que T2, que corresponde a una densidad de siembra de 20 camarones/m<sup>2</sup> presenta el mayor beneficio neto con respecto a T1 que consisten en una densidad de 10 camarones/m<sup>2</sup> y generando el menor beneficio neto T3 que corresponde a densidad de 30 camarones/m<sup>2</sup> respectivamente.

### 4.1.1. TASA DE RETORNO MARGINAL.

Participan los tratamientos NO dominados.

$$TRmg = \frac{\Delta BN}{\Delta CV} * 100 = \frac{(128.35 - 57.57)}{(44.98 - 26.88)} * 100 = \$ 3.91 * 100 = 391.04\%$$

Se determinó que por cada \$1.00 que se invierte en una densidad de siembra de 20 camarones/m<sup>2</sup>, el camaronicultor recupera \$ 1.00 y obtiene \$ 3,91 adicional.

Quiere decir que, al invertir en una densidad de siembra de 20 camarones/m<sup>2</sup>, el camaronicultor obtendrá una TRMg del 391.04% de su inversión total.

## 5. CONCLUSIONES.

Se demostró que, estadísticamente no existen diferencias significativas en las variables peso y talla promedio entre los tratamientos, al implementar diferentes densidades de siembra al final del ciclo productivo.

Se determinó estadísticamente que se obtuvieron diferencias significativas en la sobrevivencia de las densidades de siembra estudiadas, siendo el tratamiento 2 con mayor sobrevivencia al final del ciclo productivo con un 94.50% seguido del tratamiento 1 con un 92.20 % y el tratamiento 3 con un menor porcentaje de 31.40%.

En el análisis de Presupuesto parcial se demuestra que económicamente existen diferencias significativas, al utilizar una densidad de siembra de 20 camarones/m<sup>2</sup> se reporta una mayor tasa de retorno marginal con 391.04 % o \$3.91 comparado con los tratamientos 1 y 3.

Se determinó que existe una dominancia entre tratamientos, siendo el tratamiento 3 el dominado obteniendo el menor beneficio neto en \$38.41 y el que es superado por el tratamiento 1 cuyo beneficio neto es de \$ 57.57.

Se demostró que existe un mayor Beneficio Neto de campo al implementar una densidad de siembra de 20 camarones/m<sup>2</sup> con \$128.35 comparado a la utilización de densidades de siembra de 10 camarones/m<sup>2</sup> y 30 camarones/m<sup>2</sup> con un Beneficio Neto de Campo de \$84.45 y \$79.80 respectivamente.

## 6. RECOMENDACIONES.

Se recomienda implementar para el cultivo de camarón el tratamiento de 20 camarones/m<sup>2</sup>, ya que presentó la mayor talla promedio al final del ciclo productivo; lo cual favorece al productor con una mayor rentabilidad y aprovechamiento de sus recursos, implementando conjuntamente las buenas prácticas de manejo.

Se recomienda realizar la siembra de *Litopenaeus vannamei* considerando la época del año, evitando sembrar en época seca durante el mes de noviembre ya que podría presentarse un frente frío, lo cual en el presente estudio perjudicó de manera considerable los resultados esperados al final del ciclo productivo previo a la cosecha.

Bajo las condiciones del presente estudio y desde el punto de vista económico, se recomienda una densidad de siembra de 20 camarones/m<sup>2</sup>, ya que se demostró que mediante esta densidad se obtuvo un mayor beneficio neto (\$ 128.35).

Se recomienda a los camaronicultores implementar una densidad de siembra de 20 camarones/m<sup>2</sup> ya que se demostró que presentó una mayor tasa de retorno marginal (\$391.04 %) al ser comparado con las otras densidades de siembra estudiadas.

## 7. BIBLIOGRAFIA.

**Acuícola del Delfín SC de RL de CV, 2003.**Manifestación de impacto ambiental. Engorda Semi intensiva de Camarón blanco *Litopenaeus vanammeiy* Mojarra *Tilapia nilótica* en estanques rústicos en la RA El Mingo, Cárdenas, Tabasco.

**BALNOVA**(en línea)Consultado 9 de abril de 2019. Disponible en: <https://www.balnova.com/ph-en-estanques-de-camaron/>

**Boyd, C.E. 2008.** Análisis de suelos del fondo de los estanques. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University. Págs.1 -5.

**CENDEPESCA. 2008.** Manual sobre “Reproducción y cultivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)”. C. A. SV. 27 -28p.

**CIMMYT. 1988.** La formulación de Recomendación a partir de Datos Agronómicos. México D.F. MX. Págs. 9 -11.

**Climate Data.ORGs.f.**(en línea)Consultado 6 de agosto de 2018. Disponible en: <https://es.climate-data.org/location/45836/>.

**Cloud B, Chang Kwei L, Pantoja C, Lightner D, Brock J, Jhonson K, Trece C. 2005.** Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Camarón. Prácticas de Desarrollo Sostenible en Ambientes Costeros de prioridad de los Ecosistemas del Golfo de California Camaronicultura págs. 10-38.

**Cuéllar Anjel, J; Lara, C, Morales, V., Gracia, A de, García Suárez, O.2010.** Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) OSPESCA (Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano, C.A.). PA. P.132.

**Díaz Torres, A. 2013.** Cultivo de Langostino o Camarón de Mar (*Litopenaeus vannamei*).Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Facultad de ingeniería pesquera. Escuela profesional académica de ingeniería pesquera. PE 1 -70 p.

**FAO. 1989.** Consultoría en cultivo de camarón. Informe técnico de la serie nº5 (en línea). Consultado 6 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ac397s/AC397S00.htm#TOC>. FR.

**FAO. 2002.** Estado mundial de la pesca y la acuicultura. Grupo Editorial, Dirección de Información de la FAO. 150 pp.

**FAO. 2015.** Programa de información de especies acuáticas. Departamento de Pesca y Acuicultura. (en línea). Consultado 6 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab466s/ab466s04.htm>

**Fox J., Treece, G. D., Sánchez D. s.f.** Nutrición y manejo del alimento. Métodos para mejorar la Camaronicultura en Centroamérica. Texas, US. 1 – 90p.

**Gullian Klanian, M. 2001.** Estudio del efecto inmunoestimulantes de bacterias probióticas asociadas al cultivo de *Penaeus vannamei*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. EC. 56p.

**Marcillo Morla, F. s.f.** "Metodología de Cultivo Comercial de Camarón en Ecuador Especies: *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* *P. stylirostris*. EC. (en línea). Consultado 10 Dic 2015. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8888/1/Clase02.pdf>

**Martín Rivera, R. 2015.** La importancia de la calidad de suelos y agua en la producción acuícola (en línea). Consultado 10 Dic 2015. Disponible en <http://www.ecuaquimica.com/acuacultura.html>

**Merino O. G., Sal F. M. 2007.** Sistemas de Recirculación y Tratamiento de agua. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos CENADAC Santa Ana

**Molina, C., Cadena, E., Orellana, F., 2000.** Alimentación de Camarones en Relación a la Actividad Enzimática Como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 noviembre, 2000. Mérida, Yucatán, MX. P. 358 – 3980

**Oddone, N., Beltrán S. 2014.** Diagnóstico de la cadena de camarón de cultivo en El Salvador. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). Cooperación Alemana. MX. 1 -77 p.

**Padilla Guevara, A. A., Zamora Hodgson, D. X. 2013.** Efecto de dos densidades de siembra (100 y 150 pls/m<sup>2</sup>, sobre el crecimiento de los camarones en etapa de postlarvas. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Facultad de Ciencias y Tecnología. Departamento de Biología. 1 – 70p. Consultado 5 marzo 2017. Disponible en <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3284/1/224944.pdf>

## 8. ANEXOS.



**Figura A1.** Limpieza y acondicionamiento de estanques.



**Figura A2** Colocación de filtro en estanques.



a



b

**Figura A3.** Sistema de aireación (a. Piedra filtro, b. manguera distribución de aire).



a) Tratamiento 1

b) Tratamiento 2



c) Tratamiento 3.

**Figura A4.** Identificación de estanques por tratamiento a) T1, b) T2, c) T3.



a)



b)

**Figura A5.** Llenado de estanques ( a) inicio de llenado , b) estanque lleno).



a)



b)

**Figura A6.** Selección (a) y conteo de post larva PL12 (b).



a)



b)

**Figura A7.** Aclimatación (a) y control de parámetros previo siembra (b).



**Figura A8.** Siembra de PL 12.



**FiguraA9.** Ración alimenticia post siembra.



**Figura A10.** Limpieza rutinaria y control de condiciones de estanques.



a)



b)



c)

**Figura A11.** Monitoreo de parámetros físico químicos de estanques a) preparación de equipo, b) toma de datos, c) verificación dato.



a)



b)



c)

**Figura A12.** Monitoreo nocturno de estanques a) y observación de muda de post larva b) y c).



a)



b)



c)

**FiguraA13.** Muestreo de camarón a) Toma de muestra, b) Colocación de camarón muestreado, c) Adición de agua para mantener oxigenación



**Figura14.** Monitoreo de pesos.



a)

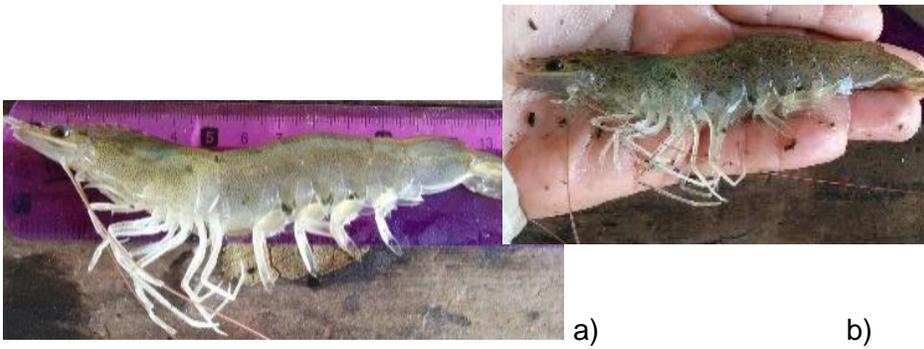


b)

**FiguraA15.** Monitoreo de talla de camarón a) Toma de talla, b) diferencia entre tallas.



**Figura A16.** Pesado a) y b). Empacado de camarón cosechado c).



**Figura A17.** Cosecha de camarón a) y b) Diferencia de tamaño de camarón cosechado.



**Figura A18.** Fondo de estanque post cosecha.

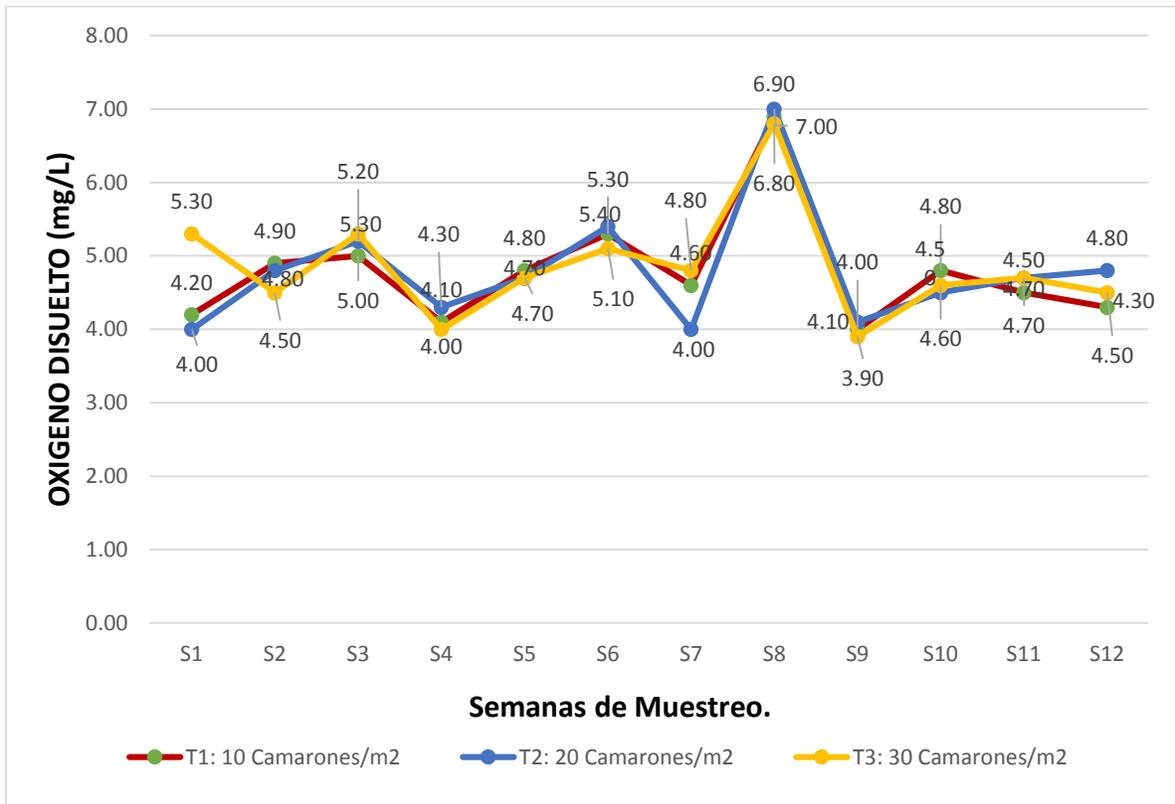


Figura A – 19. Oxígeno Disuelto a.m.

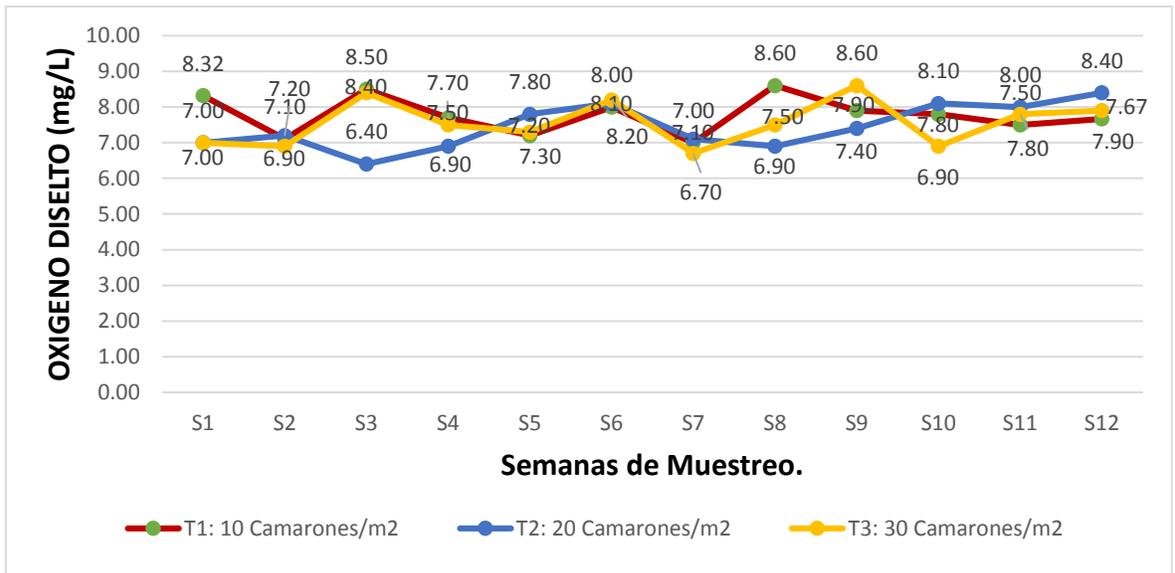


Figura A - 20. Oxígeno Disuelto p.m.

**Cuadro A1. Prueba Shapiro Wilks Oxígeno Disuelto a.m.**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO OX. a.m.36		0.00	0.76	0.82	<0.0001

**Cuadro A2. Prueba Shapiro Wilks Oxígeno disuelto p.m.**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO OX. p.m.36		0.00	0.58	0.93	0.1020

**Cuadro A3. ANVA Oxígeno disuelto a.m.**

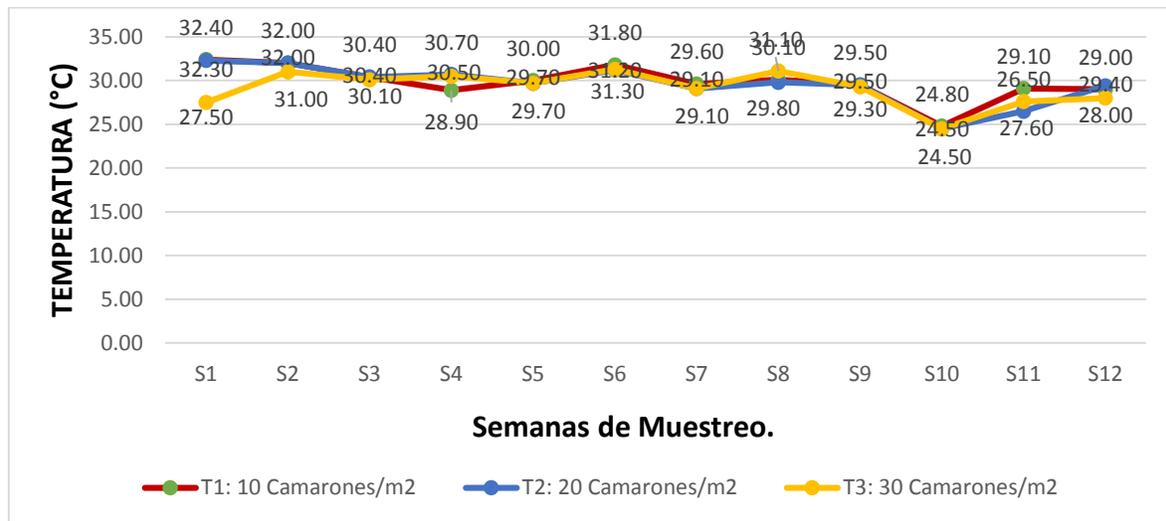
**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.8E-03	2	8.9E-04	0.03	0.9699
TRATAMIENTO	1.8E-03	2	8.9E-04	0.03	0.9699
Error	0.96	33	0.03		
Total	0.96	35			

**Cuadro A4. ANVA Oxígeno disuelto p.m.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.02	2	0.01	0.99	0.3840
TRATAMIENTO	0.02	2	0.01	0.99	0.3840
Error	0.39	33	0.01		
Total	0.41	35			



**Figura A - 21. Figura temperatura a.m.**

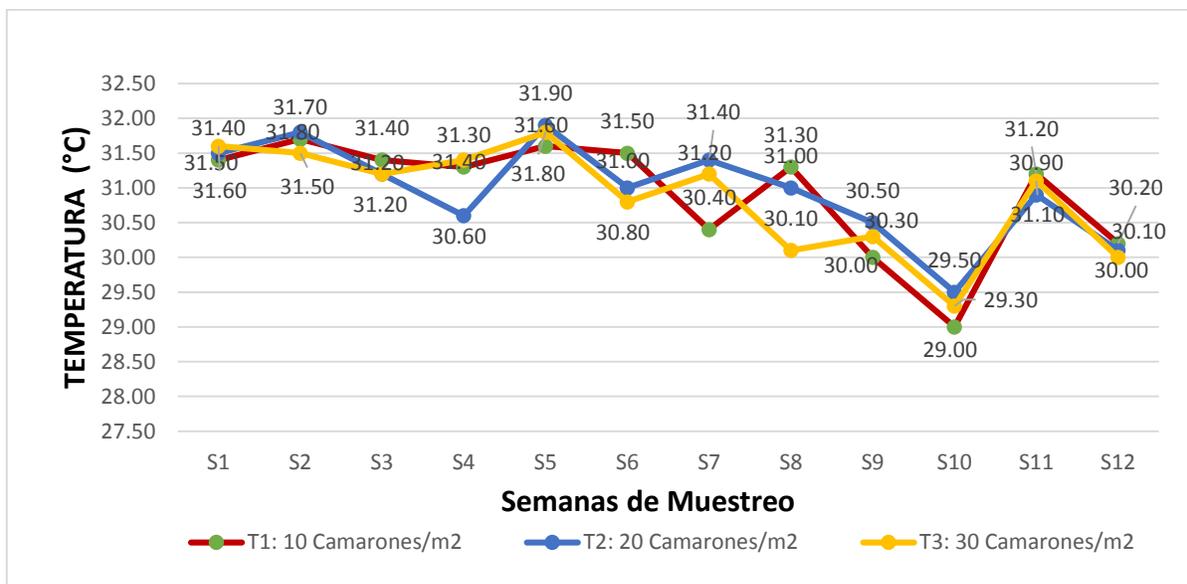


Figura A - 22. Figura temperatura p.m.

**Cuadro A5. Prueba Shapiro Wilks temperatura a.m.**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO TEMP. a.m.	36	0.00	2.00	0.88	0.0017

**Cuadro A6. Prueba Shapiro Wilks temperatura p.m.**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO TEMP. p.m.	36	0.00	0.74	0.89	0.0050

**Cuadro A7. ANVA Temperatura a.m.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.72	2	1.36	0.32	0.7275
TRATAMIENTO	2.72	2	1.36	0.32	0.7275
Error	139.56	33	4.23		
Total	142.28	35			

**Cuadro A8. ANVA Temperatura p.m.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.2E-04	2	2.1E-04	0.04	0.9570
TRATAMIENTO	4.2E-04	2	2.1E-04	0.04	0.9570
Error	0.16	33	4.8E-03		
Total	0.16	35			

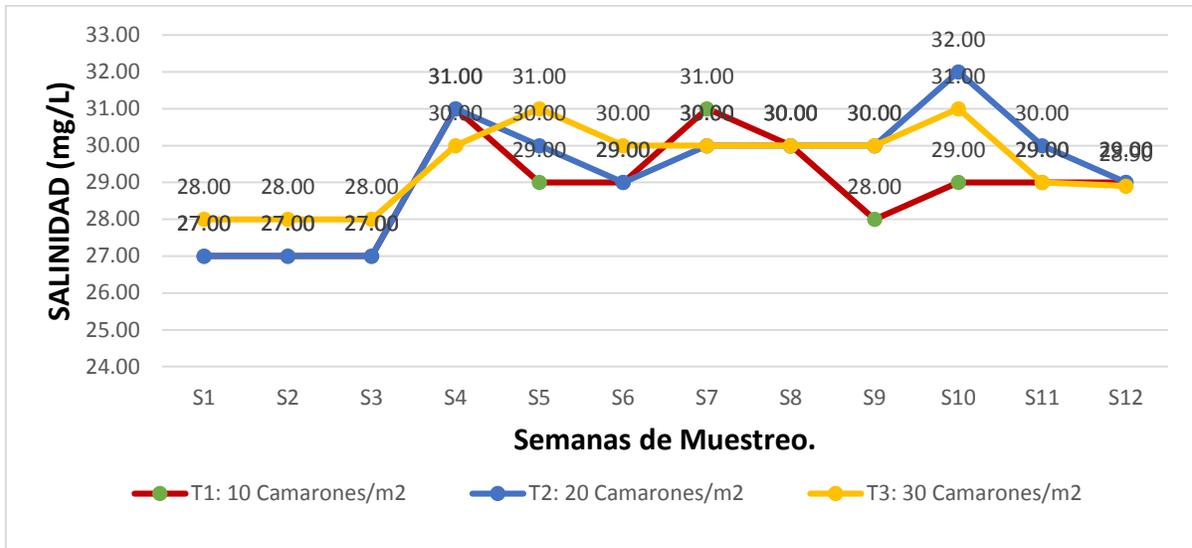


Figura A – 23. Salinidad a.m.

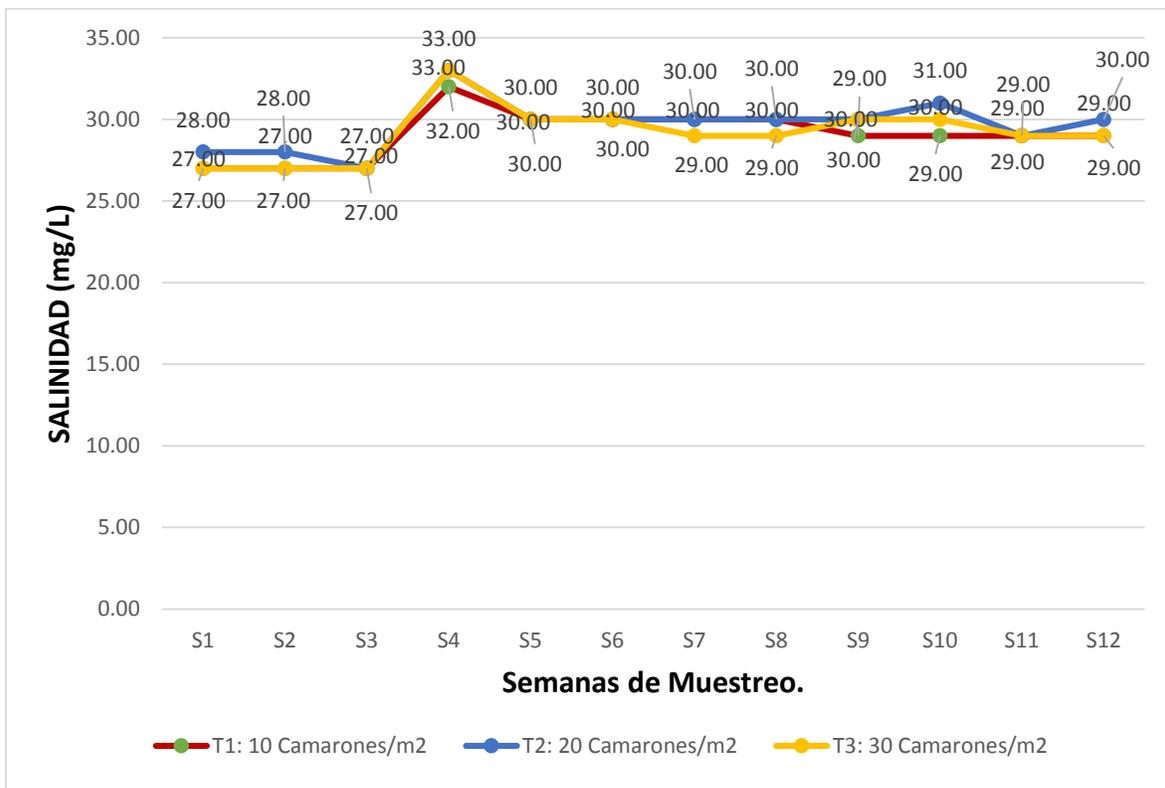


Figura A – 24. Salinidad p.m.

**Cuadro A9. Prueba Shapiro Wilks salinidad a.m.**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
SAL. a.m.	36	29.22	1.38	0.89	0.0059

**Cuadro A10. Prueba Shapiro Wilks salinidad p.m.**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
SAL. p.m.	36	29.31	1.56	0.87	<0.0001

**Cuadro A11. ANVA Salinidad a.m.****Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.02	2	0.01	0.74	0.4837
TRATAMIENTO	0.02	2	0.01	0.74	0.4837
Error	0.55	33	0.02		
Total	0.57	35			

**Cuadro A12. ANVA Salinidad p.m.****Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.02	2	0.01	0.48	0.6250
TRATAMIENTO	0.02	2	0.01	0.48	0.6250
Error	0.71	33	0.02		
Total	0.73	35			

**Cuadro A13. Prueba Shapiro Wilks pH a.m.**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO pH a.m.	36	0.00	0.37	0.95	0.3273

**Cuadro A14. Prueba Shapiro Wilks pH p.m.**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO pH p.m.	36	0.00	0.37	0.95	0.3273

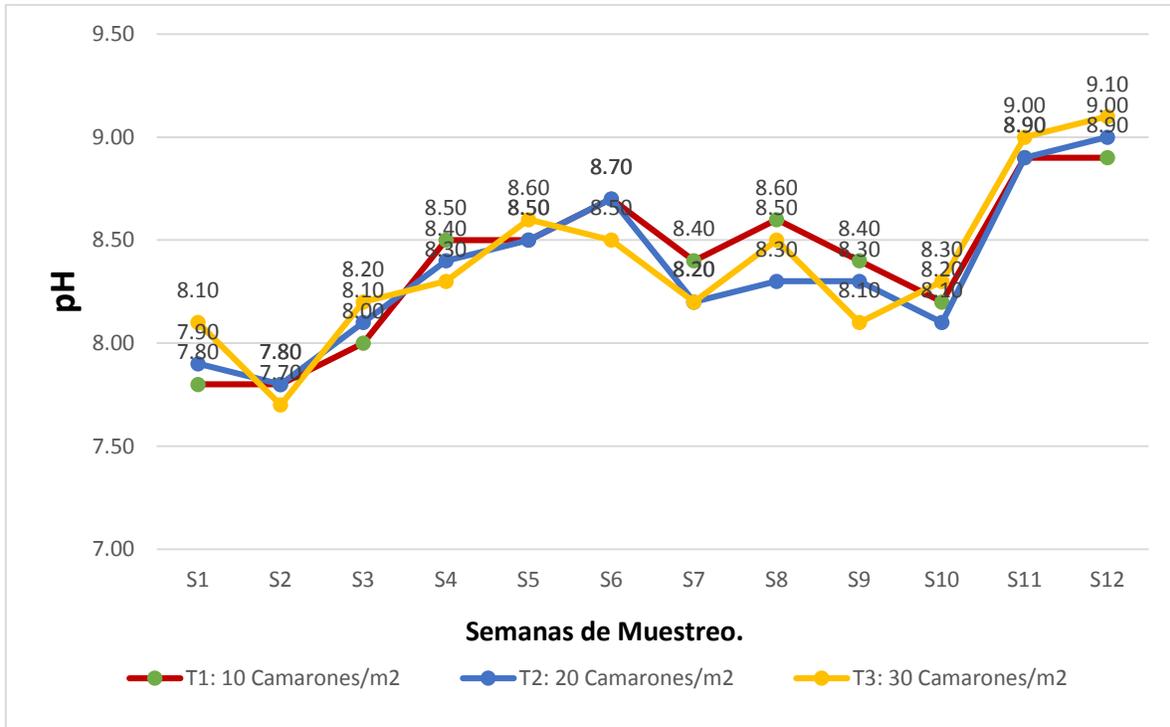
**Cuadro A15. ANVA pH a.m.****Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.5E-04	2	1.7E-04	0.04	0.9608
TRATAMIENTO	3.5E-04	2	1.7E-04	0.04	0.9608
Error	0.14	33	4.3E-03		
Total	0.14	35			

**Cuadro A16. ANVA pH p.m.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.5E-04	2	1.7E-04	0.04	0.9608
TRATAMIENTO	3.5E-04	2	1.7E-04	0.04	0.9608
Error	0.14	33	4.3E-03		
Total	0.14	35			



**Figura A - 25. pH a.m.**

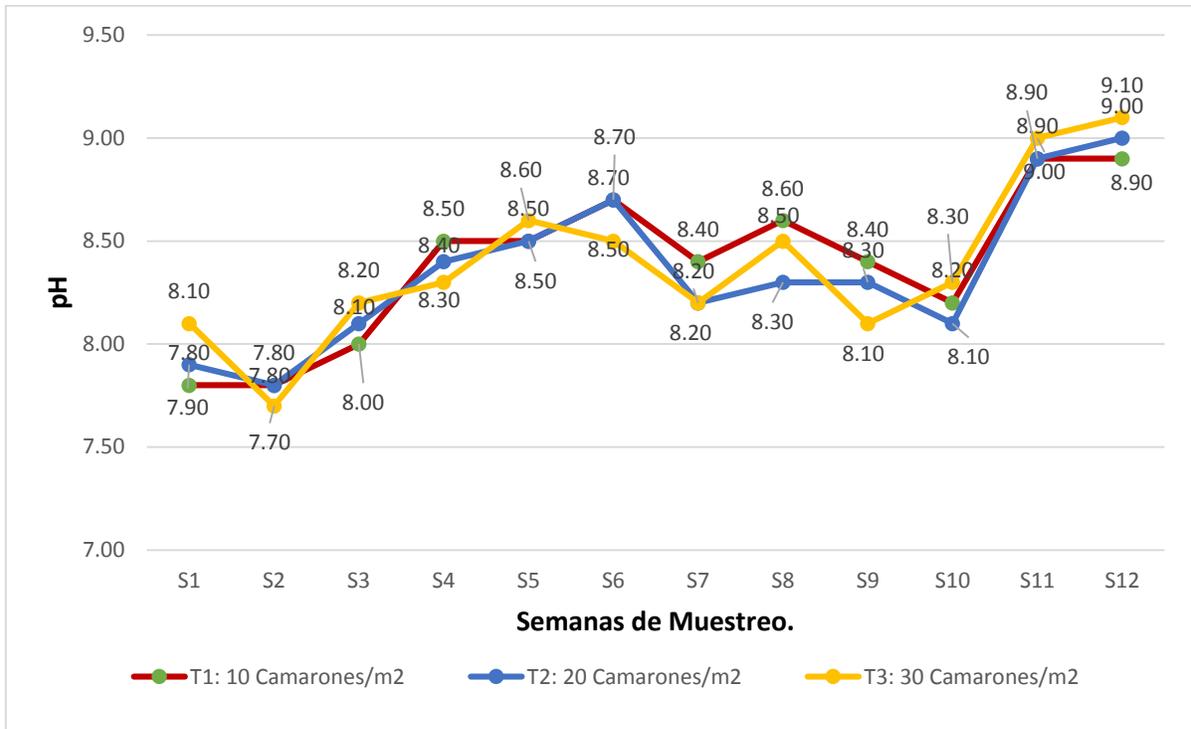


Figura A – 26. pH p.m.

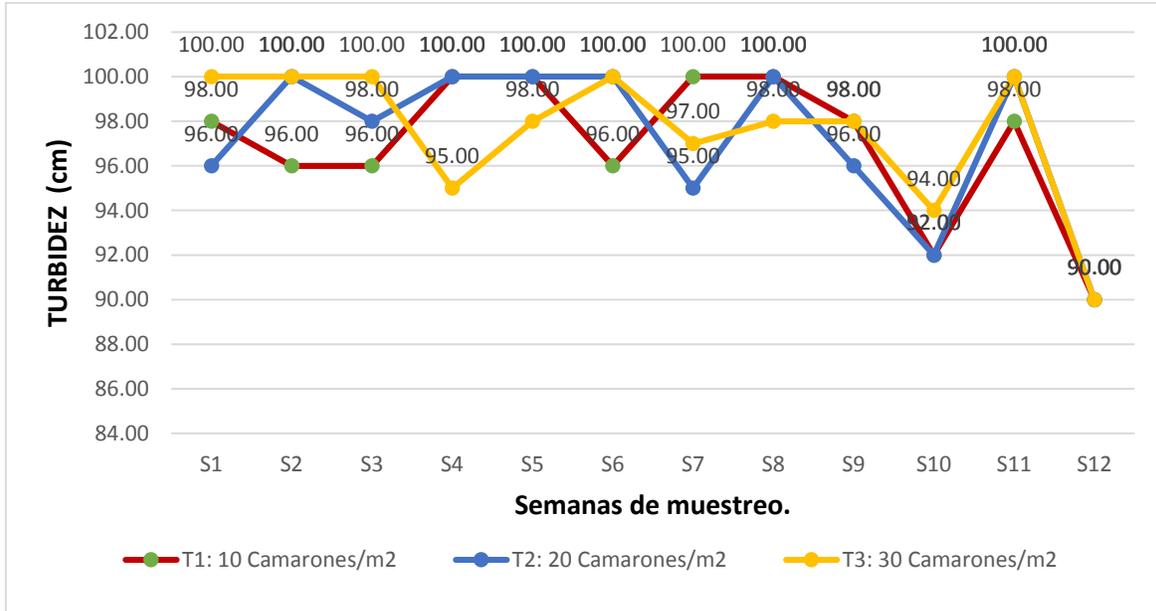


Figura A – 27. Turbidez de los tratamientos T1, T2 y T3.

**Cuadro A17. Prueba de Shapiro Wilks para turbidez.**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO TURBIDEZ	36	0.00	3.19	0.81	<0.0001

**Cuadro A18. ANVA Turbidez.****Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.9E-03	2	1.9E-03	0.07	0.9338
TRATAMIENTO	3.9E-03	2	1.9E-03	0.07	0.9338
Error	0.93	33	0.03		
Total	0.94	35			

**Cuadro A19. Prueba Shapiro Wilks para variable peso promedio.**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PESO	18	0.00	3.49	0.86	0.0230

**Cuadro A20- ANVA para variable peso promedio.****Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.5E-03	2	1.8E-03	0.12	0.8898
TRATAMIENTO	3.5E-03	2	1.8E-03	0.12	0.8898
Error	0.22	15	0.01		
Total	0.23	17			

**Cuadro A21. Prueba Shapiro Wilks para variable talla promedio.**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO TALLA	18	0.00	2.36	0.87	0.0348

**Cuadro A22. ANVA para variable talla promedio.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.5E-03	2	1.8E-03	0.12	0.8898
TRATAMIENTO	3.5E-03	2	1.8E-03	0.12	0.8898
Error	0.22	15	0.01		
Total	0.23	17			

**Cuadro A23. Prueba de Shapiro Wilks para variable sobrevivencia.**

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO CAMARONES	18	0.00	764.11	0.89	0.0878

**Cuadro A24. ANVA para variable sobrevivencia.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.36	2	0.18	8.90	0.0028
TRATAMIENTO	0.36	2	0.18	8.90	0.0028
Error	0.30	15	0.02		
Total	0.66	17			

## **A1. Resultados del Monitoreo de parámetros físico químicos.**

Se procedió a la interpretación de cada uno de los valores de los parámetros físico químicos registrados durante el ciclo productivo; realizando su correspondiente discusión individual.

### **A1.1. Oxígeno disuelto.**

En la figura de Oxígeno disuelto (6 a.m.) (figura A – 19) se observó que los valores se mantienen constantes en las horas de la mañana, mostrando los valores más bajos entre la semana 9 donde las condiciones ambientales fueron desfavorables debido a que se presentó un frente frío lo que provocó la drástica reducción.

En el gráfico de Oxígeno disuelto (4 p.m.) (figura A.-20) se observa que los valores se mantienen constantes en las horas de la tarde.

#### **A1.1.2. Prueba Shapiro Wilks para oxígeno disuelto.**

De acuerdo con los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Shapiro Wilks (cuadros A 6- 7), se determinó que, estadísticamente los datos no cumplen con el supuesto de normalidad ( $p \leq 0.05$ ), por lo que hace necesario aplicar una transformación logarítmica de los datos.

#### **A1.1.3. ANVA oxígeno disuelto medido 6 a.m.**

Estadísticamente no existen diferencias significativas en los valores de Oxígeno disuelto medidos durante la mañana entre los tratamientos en estudio, utilizando un nivel de confianza del 5%, es decir, que el nivel de Oxígeno disuelto fue constante durante el desarrollo de toda la investigación (cuadro A -9).

#### **A1.1.4. ANVA oxígeno disuelto medido 4 p.m.**

Estadísticamente existen diferencias significativas en los valores de Oxígeno disuelto medido durante horas de la tarde entre los tratamientos en estudio, utilizando un nivel de confianza del 5%, es decir, que el nivel de Oxígeno disuelto no fue constante durante el desarrollo de toda la investigación, sin embargo, se recomienda mantener el nivel de oxígeno disuelto del tratamiento 3 durante la duración del ciclo productivo (cuadro A-10).

#### **A1.1.5. Discusión de resultados oxígeno disuelto.**

Según la FAO, 2015 la concentración óptima de oxígeno disuelto en el agua debe ser superior a 5 mg/L, en concentraciones menores a 2 mg/L, los camarones en cultivo empiezan a fallecer.

Los datos obtenidos durante la investigación estuvieron dentro los valores óptimos recomendados para el cultivo de *Litopenaeus vannamei*, a excepción de las semanas 10 – 11 durante las cuales las condiciones medio ambientales no fueron las óptimas para el cultivo de *Litopenaeus vannamei*.

Se recomienda mantener el nivel óptimo de oxígeno disuelto del tratamiento 3 durante toda la duración del ciclo productivo, debido a su elevada tasa de demanda en consecuencia a su mayor densidad de siembra.

#### **A2. Temperatura.**

En la figura A 21 para temperatura medido 6 a.m. observando que los valores se mantienen constantes, mostrando los valores más bajos entre la semana 10 y 11 donde las condiciones ambientales fueron desfavorables debido a que se presentó un frente frío lo que provocó una drástica reducción de temperatura

En la figura para Temperatura medido 4 p.m. (figura A 22) observando que se mantienen constantes, mostrando los valores más bajos entre la semana 10 donde las condiciones ambientales fueron desfavorables debido a que se presentó un frente frío lo que provocó una drástica reducción de temperatura.

#### **A2.1. Prueba Shapiro Wilks para temperatura.**

De acuerdo con los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Shapiro Wilks (cuadros A 11-12).se determinó que, estadísticamente los datos no cumplen con el supuesto de normalidad, por lo que hace necesario aplicar una transformación logarítmica de los datos

### **A2.2. ANVA temperatura medido 6 a.m.**

Estadísticamente no existen diferencias significativas en los valores de temperatura durante la mañana medida 6 a.m. entre los tratamientos en estudio, utilizando un nivel de confianza del 5%, es decir; que no se presentó variación de temperatura durante la investigación (cuadro A13).

### **A2.3. ANVA temperatura medido 4 p.m.**

Estadísticamente no existen diferencias significativas en los valores de temperatura durante horas de la tarde medido 4 p.m. entre los tratamientos en estudio, utilizando un nivel de confianza del 5%, es decir, no se presentó una variación de temperatura en horas de la tarde durante la investigación (cuadro A 14).

### **A2.4. Discusión de resultados de temperatura.**

Marcillo s.f. menciona que la temperatura óptima para el desarrollo de *Litopenaeus vannamei* oscila entre 29 y 33°C, siendo aceptados rangos de 22 a 34°C.

FAO,1989. La temperatura promedio si no baja jamás a menos de 24°C permite un crecimiento continuo del camarón en todo el año. Sin embargo, entre Julio y noviembre las temperaturas pueden en algunas ocasiones llegar a 34°C y más. La temperatura superior letal para los camarones Penaeidos es de 34°C.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, muestran estar dentro de los parámetros aceptables siendo el valor menor de 29°C y el mayor 31.90°C.

### **A3. Resultados salinidad.**

En la figura para salinidad medido 6 a.m. (figura A 23) se observó que los valores de salinidad se mantienen similares de manera regular, mostrando solamente algunos valores más bajos entre la semana 1 y 3.

En la figura para salinidad medido 4 p.m. (figura A 24).se observa que se mantienen constantes durante el desarrollo de la investigación

### **A3.1. Prueba Shapiro Wilks para salinidad.**

De acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Shapiro Wilks (cuadro A 15 -16).se determinó que, estadísticamente los datos no cumplen con el supuesto de normalidad, por lo que hace necesario aplicar una transformación logarítmica de los datos.

### **A3.2. ANVA salinidad medido 6 a.m.**

Estadísticamente existen diferencias significativas en los valores de salinidad durante la mañana (6 a.m.) entre los tratamientos en estudio, utilizando un nivel de confianza del 5%, es decir, que se presentaron variaciones de salinidad siendo el valor más bajo de 27.0 ppm y el valor más alto con 32 ppm durante el desarrollo de toda la investigación (cuadro A-17).

### **A3.3. ANVA salinidad medido 4 p.m.**

Estadísticamente no existen diferencias significativas en los valores de salinidad durante la tarde (4 p.m.) entre los tratamientos en estudio, utilizando un nivel de confianza del 5%, es decir, que la salinidad mantuvo sus valores estables durante las horas de la tarde (cuadro A-18).

### **A3.4. Discusión de resultados de salinidad.**

Se menciona que *Litopenaeus vannamei* puede cultivarse exitosamente en estanques costeros con salinidad entre 1 y 40 ppm, obteniéndose una mejor producción con una salinidad superior a 5 ppm y la mayoría de los camaronicultores la prefieren entre 20 y 25 ppm. Con salinidades altas el agua retiene menos oxígeno disuelto que con salinidades bajas; también hay que tomar en cuenta que, a mayor temperatura del agua, la salinidad se incrementa y el oxígeno disuelto disminuye (Marcillo s.f.).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación los valores de salinidad se encuentran en los valores teóricos esperados, siendo el menor valor a 27 ppm y el mayor valor de salinidad durante toda la investigación fue de 33 ppm, considerando que dicho proyecto se ejecutó en época seca y que las pequeñas fluctuaciones que se dieron a causa de fenómenos climáticos, no representaron grandes variaciones que pudiesen perjudicar el desarrollo normal del ciclo productivo.

#### **A4. Resultados pH.**

En la figura A 25 se observó que los valores de pH tomados a las 6 a.m., tuvieron variaciones durante el periodo de desarrollo de la investigación existiendo una mayor diferencia entre las semanas 10 y 12.

En la figura A 26 se observa que los valores de pH tomados a las 4 p.m. durante la tarde tuvieron variaciones durante el periodo de desarrollo de la investigación existiendo una mayor variación en la semana 10.

##### **A4.1. Prueba de Shapiro Wilks para pH**

De acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Shapiro Wilks (cuadro A 19 -20) se determinó que, estadísticamente los datos no cumplen con el supuesto de normalidad, por lo que hace necesario aplicar una transformación logarítmica de los datos

##### **A4.2. ANVA de pH medido 6 a.m.**

Estadísticamente no existen diferencias significativas en los valores de pH en horas del día entre los tratamientos en estudio, utilizando un nivel de confianza del 5%, es decir, que no se dieron mayores variaciones de pH (cuadro A 21).

##### **A4.3. ANVA de pH medido 4 p.m.**

Estadísticamente no existen diferencias significativas en los valores de pH en horas de la noche entre los tratamientos en estudio, utilizando un nivel de confianza del 5%, es decir, que no se dieron mayores variaciones de pH durante la investigación (cuadro A - 22).

##### **A4.4. Discusión de resultados para pH**

Según Boyd, 2008. Los valores óptimos de pH para el cultivo de *Litopenaeus vannamei* son entre 7 y 9, considerando como pH ácido menor a 7, y básico mayor a 7.

Se demuestra que los valores durante la investigación se mantuvieron dentro de dichos parámetros, es decir que existió un buen proceso de nitrificación en los estanques

durante el ciclo productivo a pesar que se presentaron algunas condiciones climáticas desfavorables.

#### **A5. Resultados turbidez.**

En la figura A-27 se puede observar que los valores de turbidez medidos al mediodía fueron constantes durante el desarrollo de la investigación mostrando fluctuaciones notorias en la semana 9 y 10.

##### **A5.1. Prueba de Shapiro Wilks para turbidez.**

De acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Shapiro Wilks (cuadro A-23) se determinó que, estadísticamente los datos no cumplen con el supuesto de normalidad ( $p < 0.05$ ), por lo que se hace necesario aplicar una transformación logarítmica de los datos.

##### **A5.2. ANVA turbidez medido a las 11 a.m.**

Estadísticamente existen diferencias significativas en los valores para la turbidez del agua entre los tratamientos en estudio, utilizando un nivel de confianza del 5%, es decir, que se dieron variaciones durante el desarrollo de toda la investigación (cuadro A-24).

##### **A5.3. Discusión de resultados para turbidez.**

Los parámetros óptimos de lectura del disco Secchi son de 30 a 45 cm de profundidad, valores menores presentaran problemas de concentración baja de oxígeno disuelto por la noche o antes de la salida del sol; por lo contrario, valores superiores a 60 favorece el crecimiento de plantas acuáticas deteriorando la calidad del agua (Cloud *et al.*, 2005).

Cabe recalcar que en la investigación se utilizaron estanques de geomembrana y que a pesar que la teoría sugiere valores de 30 a 45 cm para la lectura del disco Secchi, se observó que en estanques de geomembrana no se presentaron complicaciones ya que dichos valores de lectura sobrepasaron los 45 cm, y sin embargo los camarones se desarrollaron favorablemente, notando que al haber una reducción en la turbidez desmejoraba su desarrollo.

Se pudo observar que al reducirse los valores de turbidez a 50 y 60 cm se presentaron mayores complicaciones durante el desarrollo del cultivo lo cual se corrigió realizando recambios de agua.