

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE  
ZOOTECNIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely a saint or historical figure, surrounded by various symbols including a castle, a lion, and a cross. The Latin motto "CONSPICUA CAROLINA ACADUMIA" is inscribed at the top, and "SACRILEGIA CARBIS CONSPICUA CAROLINA ACADUMIA" is at the bottom. The seal is rendered in a light gray, semi-transparent style.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN ÉPOCA SECA DE TRES LÍNEAS  
DE CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*) EN DOS SISTEMAS DE  
CULTIVO, CAMARONERA ACUAMAYA, PASACO, JUTIAPA.

GARY LUIS MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

CHIQUIMULA, GUATEMALA, FEBRERO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE  
ZOOTECNIA

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN ÉPOCA SECA DE TRES LÍNEAS  
DE CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*) EN DOS SISTEMAS DE  
CULTIVO, CAMARONERA ACUAMAYA, PASACO, JUTIAPA.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

GARY LUIS MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

Al conferírsele el título de

ZOOTECNISTA

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, FEBRERO DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE  
ZOOTECNIA**



**RECTOR  
Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO**

**CONSEJO DIRECTIVO**

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	Br. Heidy Jeaneth Martínez Cuestas
Representante de Estudiantes:	Br. Otoniel Sagastume Escobar
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

**AUTORIDADES ACADÉMICAS**

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Coordinador de Carrera:	Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López

**ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

Presidente: M.Sc. Raúl Jáuregui Jiménez  
Secretario: M.Sc. Baudilio Cordero Monroy  
Vocal: M.A. Alejandro José Linares Díaz

**TERNA EVALUADORA**

M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera  
M.Sc. Carolina Marroquín Morales  
Lic. Zoot. Héctor Armando Flores Morales

Chiquimula, febrero de 2015.

Señores Miembros  
Honorable Consejo Directivo  
Centro Universitario de Oriente  
Su despacho

Respetables señores:

En cumplimiento a lo establecido en las normas del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de graduación titulado **“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN ÉPOCA SECA DE TRES LÍNEAS DE CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*) EN DOS SISTEMAS DE CULTIVO, CAMARONERA ACUAMAYA, PASACO, JUTIAPA”**.

Como requisito previo a optar al título profesional de **Zootecnista** en el grado académico de **Licenciado**.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos para su aprobación.

Atentamente:

  
\_\_\_\_\_  
Gary Luis Martínez Hernández

Chiquimula, enero de 2015

Señor Director  
M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera  
Centro Universitario de Oriente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director.

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación, para asesorar al estudiante **Gary Luis Martínez Hernández**, en el trabajo de graduación denominado: **“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN ÉPOCA SECA DE TRES LÍNEAS DE CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*) EN DOS SISTEMAS DE CULTIVO, CAMARONERA ACUAMAYA, PASACO JUTIAPA”** tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a revisar y orientar al sustentante sobre el contenido de dicho trabajo.

En ese sentido el tema desarrollado reviste vital importancia para el mejoramiento genético y eficiencia de la industria, en lo que a producción de camarón se refiere.

Por las razones anteriormente expuestas, en mi opinión la presente investigación reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual recomiendo su aprobación para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Zootecnista en el grado académico de Licenciado.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



Lic. Zoot. **Manuel María Lemus Moscoso**  
Asesor Principal



EL INFRASCrito DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el documento de la investigación que efectuó el estudiante **GARY LUIS MARTÍNEZ HERNÁNDEZ** titulado **“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN ÉPOCA SECA DE TRES LÍNEAS DE CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*) EN DOS SISTEMAS DE CULTIVO, CAMARONERA ACUAMAYA, PASACO, JUTIAPA.”**, trabajo que cuenta con la aprobación de la Comisión de Trabajos de graduación de la carrera de Zootecnia. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación, a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de Zootecnista.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a dieciséis de febrero de dos mil quince.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



MSc. Nery Waldemar Galdamez Cabrera

**DIRECTOR  
CUNORI - USAC**



c.c. Archivo

NWGC/ars

## TESIS QUE DEDICO

A: DIOS

A: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A: CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

A: LA CARRERA DE ZOOTECNIA

A: GUATEMALA

A: MIS ASESORES DE TESIS

A: MIS CATEDRÁTICOS

A: MI FAMILIA

A: MIS AMIGOS EN GENERAL

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS**

El hombre hace proyectos en su corazón, pero el Señor pone la respuesta en sus labios. Proverbios 16:1.

### **A MIS PADRES**

Aura Aracely Hernández, Luis Armando Martínez Díaz por el amor, apoyo y motivación brindados en todo momento y por ser ejemplos de vida.

### **A MI HERMANA**

Aura Celeste Martínez Hernández por ser parte importante de mi vida, por su apoyo y motivación.

### **A MIS TÍOS**

Por el apoyo, consejos y motivación, en especial a Mynor Hernández por ser como un papá, cuidarme y guiarme en el camino de la vida.

### **A MIS ABUELOS**

Juana Hernández (+), Marco Rodríguez, Vicenta Díaz (+) y Coronado Martínez por su amor, motivación y ser ejemplos de superación.

### **A MI NOVIA**

Jackelyn Lorena Pérez por creer en mí, su gran amor, paciencia y apoyo incondicional. Gracias amor por estos hermosos tres años a mi lado.

### **A MIS PRIMOS Y PRIMAS**

Por su apoyo, cariño y consejos que me han brindado.

### **A MIS AMIGOS**

Gabriela Méndez, Héctor Salguero, Francisco Aldana y Héctor Recinos por todos los triunfos, fracasos, buenos y malos momentos compartidos.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Por guiarme y acompañarme a lo largo de mi carrera, dándome fuerza para seguir adelante y no desmayar ante los obstáculos y brindarme momentos de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

### **A MIS ASESORES**

Lic. Zoot. Manuel M. Lemus Moscoso, Lic. Zoot. Luis Eliseo Vásquez Chegüén y M.Sc. Raúl Jáuregui Jiménez por su amistad, esfuerzo, dedicación y paciencia en la conducción, revisión y corrección del estudio.

### **AL BIÓLOGO**

Alexander M. de Beausset S., por sus sabios consejos y su valiosa orientación en la realización del presente estudio.

### **AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE**

Por ser el centro de estudios que me brindó la oportunidad de estudiar ésta carrera.

### **A LA CARRERA DE ZOOTECNIA**

Por mi formación académica, y ayudarme a adquirir los conocimientos que me han permitido desarrollarme profesionalmente.

### **A MIS CATEDRÁTICOS**

Por el apoyo, dedicación y esmero al transmitirme todos los conocimientos técnicos y profesionales para el buen desenvolvimiento en el ámbito laboral.

### **A FINCA ACUMAYA**

Por el cofinanciamiento brindado a este estudio.

### **A ROSSANA CHAU**

Por colaboración, paciencia y cariño en revisión de las bibliografías.

Y a todos los que de una u otra forma contribuyeron a la finalización del estudio.

## ÍNDICE GENERAL

### Contenido

### Página

Índice general	i
Índice de cuadros en el texto	iii
Índice de cuadros en el apéndice	v
Índice de cuadros en los anexos	vii
Índice de figuras en el texto	viii
Índice de figuras en el apéndice	ix
Índice de figuras en los anexos	xi
Índice de fotografías en el apéndice	xii
Resumen	xiii
Abstract	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
III. JUSTIFICACIÓN	4
IV. OBJETIVOS	5
A. General	5
B. Específicos	5
V. Hipótesis	6
VI. MARCO TEÓRICO	7
6.1. Marco conceptual	7
VII. MARCO REFERENCIAL	26
VIII. MARCO METODOLÓGICO	29
8.1. Área experimental	29
8.2. Densidad de siembra	29
8.3. Tratamientos	29
8.4. Modelo estadístico	30
8.5. Variables medidas	30

8.6. Variables a evaluadas	31
8.7. Determinación de variables medidas	32
8.8. Tiempo óptimo de cosecha	37
8.9. Análisis estadístico	37
8.10 Análisis financiero	37
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
9.1. Calidad del agua	40
9.2. Dinámica de algas	44
9.3. Supervivencia	46
9.4. Parámetros productivos	48
9.5. Zoometría	52
9.6. Tiempo óptimo de cosecha	55
9.7. Análisis financiero	57
X. CONCLUSIONES	61
XI. RECOMENDACIONES	63
XII. BIBLIOGRAFÍA	64
XIII. APÉNDICE	71
XIV. ANEXOS	89

**ÍNDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>En el texto</b>		
1	Características del tamaño del pellet y nutrición general en relación al peso del camarón blanco.	13
2	Patógenos que afectan los cultivos de camarón blanco de acuerdo a su peligrosidad.	14
3	Enfermedades comunes del camarón y lesiones patognomónicas.	16
4	Parámetros físicos de calidad de agua obtenidos en los seis tratamientos de camarón blanco.	40
5	Parámetros químicos obtenidos por tratamiento de tres líneas de camarón blanco en los sistemas de producción extensivo e intensivo.	42
6	Microalgas identificadas en el análisis cualitativo y cuantitativo por tratamiento de tres líneas de camarón blanco en los sistemas de producción extensivo e intensivo.	45
7	Supervivencias obtenidas en siembra directa, siembra por transferencia y cosechas por tratamiento de tres líneas de camarón blanco en los sistemas de producción extensivo e intensivo.	46

8	Parámetros productivos obtenidos por tratamiento de tres líneas de camarón blanco en los sistemas de producción extensivo e intensivo.	48
9	Resultado de las mediciones de las variables zoométricas de tres líneas de camarón blanco en los sistemas de producción extensivo e intensivo.	53
10	Presupuesto parcial de los tratamientos en el que se incluyen los indicadores financieros costos, beneficio bruto, beneficio neto y relación b/c.	57
11	Análisis de dominancia para los seis tratamientos de camarón.	59
12	Relación insumo/producto de los seis tratamientos de camarón.	60

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>En el apéndice</b>		
1A	Formato general de registros productivos del sistema extensivo.	72
2A	Formato general de registros productivos del sistema intensivo.	73
3A	Formato de los presupuestos parciales de los seis tratamientos.	74
4A	Formato del análisis de dominancia de los seis tratamientos.	74
5A	Formato de la relación insumo/producto y tasa de retorno marginal de los seis tratamientos.	75
6A	Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 1.	75
7A	Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 2.	75
8A	Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 3.	76
9A	Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 4.	76

10A	Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 5.	76
11A	Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 6.	76
12A	Análisis de T-Student para la variable peso promedio de los tratamientos evaluados.	77
13A	Análisis de T-Student para la variable factor de conversión alimenticia promedio de los tratamientos evaluados.	77

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>En los anexos</b>		
1A	Piscinas del sistema extensivo de producción.	90
2A	Piscina del sistema intensivo de producción.	90
3A	Formato de recepción de larva.	91
4A	Formato de siembra de larva.	92
5A	Formato de medición de parámetros físico-químicos.	92
6A	Formato de muestreos de población semanal.	93
7A	Formato para el control por muestreos.	94
8A	Calendario para muestreos de población.	95
9A	Formato para el dictado de alimento en pre-criaderos y piscinas del sistema extensivo.	95
10A	Formato para el dictado de alimento en piscinas del sistema intensivo.	95
11A	Guía de alimentación de camarones	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>En el texto</b>		
1	Anatomía general externa del camarón blanco adulto.	9
2	Anatomía general interna del camarón blanco adulto.	10
3	Órganos reproductores del camarón blanco hembra.	11
4	Órganos reproductores del camarón blanco macho.	11

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>En el apéndice</b>		
1A	Temperatura registrada en las piscinas de los seis tratamientos.	78
2A	Niveles de oxígeno registrados en las piscinas de los seis tratamientos.	78
3A	Niveles de salinidad registrados en las piscinas de los seis tratamientos.	79
4A	Niveles de transparencia registrados en las piscinas de los seis tratamientos.	79
5A	Nutrientes registrados en las piscinas de los seis tratamientos.	80
6A	Dinámica de algas obtenida en las piscinas de los seis tratamientos.	80
7A	Consumo de alimento semanal de los camarones de los seis tratamientos.	81
8A	Talla semanal de los camarones de los seis tratamientos.	81
9A	Incremento en peso semanal de los camarones de los seis tratamientos.	82
10A	Biomasa semanal de los camarones de los seis tratamientos.	82

11A	Factor de conversión alimenticia semanal de los camarones de los seis tratamientos.	83
12A	Medición de la variable longitud.	83
13A	Medición de la variable perímetro.	84
14A	Medición de la variable diámetro.	84

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
-------------------	------------------	---------------

---

En los anexos

1A	Croquis de piscinas de finca Acuamaya.	97
----	----------------------------------------	----

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Figura No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>En el apéndice</b>		
1A	Oxímetro multifuncional YSI 55.	85
2A	Disco de Secchi 30-300 cc.	85
3A	Espectrofotómetro Merck Nova 60.	85
4A	Prueba de estrés de post-larvas.	86
5A	Prueba de supervivencia de post-larvas.	86
6A	Bandejas de alimentación (Azafatas).	86
7A	Alineación de camarón.	87
8A	Conteo de algas de pre-criaderos y piscinas.	87
9A	Mortalidad de los camarones a causa de la enfermedad Vibriosis.	87
10A	Evaluación del hepatopáncreas de los camarones a través del microscópico.	88
11A	Hepatopáncreas de un camarón sano.	88
12 <sup>a</sup>	Hepatopáncreas de un camarón enfermo.	88

## RESUMEN

**Martínez Hernández, GL. 2015. Comportamiento productivo en época seca de tres líneas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en dos sistemas de cultivo, camaronera Acuamaya, Pasaco, Jutiapa 2014. Tesis Lic. Zoot. Chiquimula, GT, USAC 97 p.**

**Palabras claves:** comportamiento productivo, camarones, biología, nutrición, prevalencia de enfermedades, mejoramiento genético, sistemas de cultivo, zoometría, calidad del agua, dinámica de algas, supervivencia, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, biomasa, análisis financiero.

El presente estudio se realizó en finca Acuamaya, Pasaco, Jutiapa, con el propósito de evaluar el comportamiento productivo de tres líneas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en dos sistemas de cultivo en época seca, sobre las variables consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y zoometría.

Se utilizaron tres líneas de camarón blanco (A, B y C) distribuidas al azar en piscinas de 2.50, 2.50 y 2.44 Ha con una densidad de 33 camarones/m<sup>2</sup> en el sistema extensivo y piscinas de 0.56, 0.77 y 1.50 Ha con una densidad de 125 camarones/m<sup>2</sup> en el sistema intensivo en un periodo promedio de 87 días, tiempo en el cual se les proporcionó alimento balanceado comercial con un porcentaje de proteína de 25% para el sistema extensivo y 30% para el sistema intensivo.

Los resultados obtenidos en el análisis de la calidad del agua demostraron que las variaciones bruscas de temperatura (22 - 35 °C), oxígeno (1 - 16.5 ppm), salinidad (9 - 34 ppt) y transparencia (25 - 90 cm), así como también la concentración fuera del rango recomendado de sustancias disueltas (amonio, nitritos, nitratos, fosfatos, silicatos y hierro) y microalgas (cianofitas, clorofitas, diatomeas y dinoflagelados) establecieron un medio de crecimiento adverso para los camarones, ocasionando el desarrollo de la enfermedad Vibriosis que provocó una supervivencia promedio de cosecha del 27% lo que implicó una producción de biomasa total baja.

En el consumo de alimento se encontraron diferencias significativas ( $Pr \leq 0.05$ ) en los tratamientos, generalmente se obtuvo un menor consumo en las piscinas del sistema extensivo que en las piscinas del sistema intensivo, observándose significancia en el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) y tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) con valores de 6,488.64 kg y 8,063.64 kg respectivamente.

En la variable ganancia de peso se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $Pr \leq 0.05$ ) en un período de cultivo promedio de 87 días. Se observó una mejor ganancia de peso en las piscinas del sistema extensivo que en las piscinas del sistema intensivo; significativamente el tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo) y el tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) presentaron los mayores pesos con valores de 14.24 g/camarón y 12.73 g/camarón respectivamente.

En la variable conversión alimenticia se encontraron diferencias significativas en los tratamientos ( $Pr \leq 0.05$ ). Se determinó que las conversiones alimenticias más bajas se obtienen en las piscinas del sistema intensivo; sin embargo significativamente el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) y el tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) presentaron las conversiones alimenticias más bajas con valores de 2.40 y 2.47 respectivamente.

En el análisis de biomasa se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $Pr \leq 0.05$ ). Generalmente se obtuvo una mayor biomasa en las piscinas del sistema intensivo que en las piscinas del sistema extensivo, observándose significancia en el tratamiento 3 (línea B en sistema extensivo) y tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) con valores de 3,065.91 kg y 7,929.55 kg respectivamente.

El tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo) obtuvo los valores promedios zoométricos más altos con 11.88 cm de longitud, 12.66 cm de perímetro y 5.29 cm de diámetro; los valores promedios más bajos los obtuvo el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) con 10.72 cm de longitud, 10.93 cm de perímetro y 4.56 cm de diámetro.

Los tratamientos 1 (línea A en sistema extensivo), 3 (línea B en sistema extensivo) y 5 (línea C en sistema extensivo) fueron dominados por el resto de los tratamientos, ya

que presentaron beneficios netos bajos, es decir que el valor del aumento no es suficiente para compensar el incremento de costos.

El mayor valor en beneficio neto y relación beneficio costo fue el tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) reportando valores de Q.126,245.30 de beneficio neto y 1.78 de relación beneficio/costo y obteniendo los menores valores el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) con Q.35,031.76 de beneficio neto y 1.56 de relación beneficio/costo.

Se establece que es mucho más económico el kilogramo de camarón producido en el sistema intensivo, es decir que la relación insumo/producto es más baja en las producciones a menores densidades como lo es en el tratamiento 2 (línea A en sistema extensivo) ya que se obtiene un precio de producción por kilogramo de camarón de Q.18.32 a diferencia del tratamiento 5 (Línea C en sistema extensivo) donde el precio de producción por kilogramo de camarón es de Q.28.87.

## ABSTRACT

**Martínez Hernández, GL. 2015. Productive behavior in dry time of three lines of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in two cultivation systems, farm of shrimps Acuamaya, Pasaco, Jutiapa 2014. Zoot thesis. Chiquimula, GT, USAC 97 p.**

**Key words: productive behavior, shrimps, biology, nutrition, illnesses, genetic improvement, cultivation systems, zoometry, quality of the water, dynamics of algae, survival, food consumption, gain of weight, nutritious conversion, biomass, financial analysis.**

The present study was carried out in Acuamaya farm, Pasaco, Jutiapa, with the purpose of evaluating the productive behavior of three lines of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in two cultivation systems in dry time, on the variables food consumption, weight gain, nutritious conversion and zoometric.

Three lines of white shrimp were used (A, B and C) distributed at random in pools of 2.50, 2.50 and 2.44 Ha there is with a density of 33 shrimps/m<sup>2</sup> in the extensive system and pools of 0.56, 0.77 and 1.50 Ha there is with a density of 125 shrimps/m<sup>2</sup> in the intensive system in one period average of 87 days, time in which you/they were provided commercial balanced food with a percentage of protein of 25% for the extensive system and 30% for the intensive system.

The results obtained in the analysis of the quality of the water demonstrated that the abrupt variations of temperature (22 - 35 °C), oxygen (1 - 16.5 ppm), salinity (9 - 34 ppt) and transparency (25 - 90 cm), as well as the concentration outside of the recommended range of dissolved substances (ammonium, saltpeters, nitrates, phosphates, silica and iron) and microalgae (bacillariophytes, chlorophytes, chrysophytes and dinophytes) they established a means of adverse growth for the shrimps, causing the development of the illness Vibriosis that caused a survival average of crop of 27% what implied a production of low total biomass.

In the consumption food they were significant differences ( $Pr < 0.05$ ) in the treatments, a smaller consumption was generally obtained in the pools of the extensive system that in the pools of the intensive system, being observed significant in the treatment 1 (line A in extensive system) and treatment 2 (line A in intensive system) with values of 6,488.64 kg and 8,063.64 kg respectively.

In the variable weight gain significant differences were presented among the treatments ( $Pr < 0.05$ ) in a period of cultivation average of 87 days. A better gain of weight was observed in the pools of the extensive system that in the pools of the intensive system; significantly the treatment 5 (line C in extensive system) and the treatment 6 (line C in intensive system) they presented the biggest weights respectively with values of 14.24 g/ shrimps and 12.73 g/ shrimps.

In the variable nutritious conversion there were significant differences in the treatments ( $Pr < 0.05$ ). It was determined that the lowest nutritious conversions are obtained in the pools of the intensive system; however significantly the treatment 1 (line A in extensive system) and the treatment 2 (line A in intensive system) they presented the lowest nutritious conversions respectively with values of 2.40 and 2.47.

In the analysis of biomass, significant differences were presented among the treatments ( $Pr < 0.05$ ). A bigger biomass was generally obtained in the pools of the intensive system that in the pools of the extensive system, being observed significant in the treatment 3 (line B in extensive system) and treatment 6 (line C in intensive system) with values of 3,065.91 kg and 7,929.55 kg respectively.

The treatment 5 (line C in extensive system) obtained the values averages higher zoometric with 11.88 cm of longitude, 12.66 perimeter cm and 5.29 diameter cm; the values lower averages obtained them the treatment 1 (line TO in extensive system) with 10.72 cm of longitude, 10.93 perimeter cm and 4.56 diameter cm.

The treatments 1 (line A in extensive system), 3 (line B in extensive system) and 5 (line C in extensive system) they were dominated by the rest of the treatments, since they presented low net profits, that is to say that the value of the increase is not enough to compensate the increment of costs.

The biggest value in net profit and relation benefits cost it was the treatment 6 (line C in intensive system) reporting values of Q.126,245.30 of net profit and 1.78 of relation benefit/cost and obtaining the smallest values the treatment 1 (line A in extensive system) with Q.35,031.76 of net profit and 1.56 of relationship benefit/cost.

Settles down that it is much more economic the kilogram of shrimp taken place in the intensive system, that is to say that the relationship input/product is lower in the productions to smaller densities like it is it in the treatment 2 (line A in extensive system) since a production price is obtained by kilogram of shrimp of Q.18.32 contrary to the treatment 5 (Line C in extensive system) where the production price for kilogram of shrimp is of Q.28.87.

## I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura abarca sobre todo el control del crecimiento y producción de las especies susceptibles al cultivo o crianza en el medio acuático. Es una actividad orientada a la selección y manejo de organismos reproductores, producción de larvas, crías y engorda; pasando por el transporte, procesamiento y comercialización del producto hasta su consumo, siendo por tanto una actividad interdisciplinaria, orientada a la creación de unidades de producción.

En los años de 1986 a 1994 ocurrió en Guatemala un período de intensificación en el cultivo de camarón debido a la poca disponibilidad de área; dicha intensificación implicó un incremento de 70 a 150 Ha y un incremento de densidades de siembra de 5 a 20 camarones/m<sup>2</sup> pasando de una producción anual de 50,000 a 3 millones de lb. Posterior a ello, de 1995 a 1998 las densidades de siembra volvieron a mostrar un incremento de 20 a 43/m<sup>2</sup>, esta vez se debió a la alta mortalidad provocada por la enfermedad conocida como el síndrome de Taura (TSV), pasando de producciones anuales de 3 a 10 millones de lb en 1500 Ha disponibles. En los años de 1998 a 2010 se establecieron laboratorios produciendo semilla, esto implicó un nuevo incremento de área disponible pasando de 1500 a 1900 Ha y subiendo las densidades de 43 a 90/m<sup>2</sup> y en algunos casos a 150/m<sup>2</sup>, teniendo producciones en menos meses de cultivo al año, y obteniendo alrededor de 38 millones de lb anuales (Acuamaya 2013).

Guatemala actualmente cuenta con 30 empresas productoras de camarón, con aproximadamente 15,000 empleados, generando así \$110M en exportaciones anuales y una balanza positiva del 3% anual, siendo sus principales mercados de exportación: la Unión Europea (51%), México (27%) y Estados Unidos (17%), con estas cifras el cultivo de camarón se ha convertido en una importante actividad generadora de empleos y divisas en el ámbito mundial. Es por ello que la validación comercial de tecnologías de cultivo permite hoy contar con camarón de talla, calidad y cantidad predeterminadas en el momento oportuno para un mercado de expansión (ISDE 2011).

Para mantener la producción de camarón, los camaricultores de Guatemala se apoyan en estrategias basadas en experiencias de otros países tales como: temperatura vs tiempo de cultivo, intensificación durante épocas de alta temperaturas, reducción de enfermedades (carga viral) en épocas susceptibles a TSV (Síndrome de Taura) y WSSV (Mancha Blanca) por el uso de precría, filtración y genética; es a través de estas experiencias que Guatemala es un país proveedor de larvas vivas de camarón en las industrias de El Salvador y Costa Rica (E&N 2013).

En contraste, la aplicación de los principios genéticos en la acuicultura es un fenómeno relativamente reciente, frecuentemente se necesitan poblaciones silvestres para conformar productores con la finalidad de aumentar caracteres como crecimiento y resistencia a enfermedades a través de la domesticación de la especie con los objetivos de no depender de la larva silvestre y de mejorar la especie genéticamente. Sin embargo, el mejoramiento genético a través de la cría selectiva de animales domesticados es la nueva herramienta de trabajo que han adoptado varios países productores de camarón incluyendo a Guatemala, utilizando diferentes criterios de selección basados en características de importancia económica, mejorando la tasa de crecimiento y sobrevivencia el camarón (Acuamaya 2013).

El propósito del presente trabajo es evaluar los parámetros productivos en época seca de tres líneas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en los sistemas de producción extensivo e intensivo.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) es una especie acuícola importante en la economía de varios países del continente americano incluyendo a Guatemala, sin embargo la demanda internacional de la producción y la presencia de enfermedades, obligan a los productores guatemaltecos a implementar biotecnología de punta para poder realizar un mejoramiento genético y de esta manera poder contar con un número adecuado de progenitores de alta calidad reproductiva, contar con juveniles de alta tasa de crecimiento con fines ya sea de acortar los tiempos de engorda, o de producir camarón de mayor talla en un mismo tiempo.

Países como México, Honduras, Costa Rica, Ecuador y Perú y actualmente Guatemala utilizan el mejoramiento genético en base a la selección masal que consiste en tomar los animales más grandes de una población que se ha desarrollado bajo condiciones similares; el seleccionar a los individuos y mezclarlos con otros cada vez más fuertes ayuda a que los camarones alcancen una alta tasa de crecimiento acortando los tiempos de engorda; así mismo permite que desarrollen resistencia a las enfermedades como: la necrosis infecciosa hipodermal y hematopéyica (IHHNV), Mancha Blanca (WSSV) y el Síndrome de Taura (TSV) entre otros (Cenired 2013).

En Guatemala no se encuentran estudios concretos sobre la utilización de líneas genéticamente mejoradas de camarón blanco y el efecto que estas tienen en los sistemas de producción extensivo e intensivo sobre el rendimiento, crecimiento, sobrevivencia y conversión alimenticia por lo que se considera necesario hacer investigaciones de este tipo para poder formular proyectos o planes de manejo.

### III. JUSTIFICACIÓN

La actividad acuacultural ya constituye una realidad económica en diversas regiones del país, principalmente en la costa sur y con excepción de un número reducido de granjas camaroneras que opera con sistemas de producción extensivo, la mayoría funciona bajo sistema de producción intensivo.

En los 90's la supervivencia en piscinas descendió al 40% a causa del síndrome de Taura (TSV), situación revertida a partir del 2001 con la selección masal de líneas resistentes bajo el ciclo cerrado, manteniendo la supervivencia en un 80% (Acuamaya 2013).

Ante la competencia internacional particularmente de China y Taiwán, los camaricultores del continente americano demandan material genético de alta calidad, es decir larvas con velocidades de crecimiento y tasas de sobrevivencia mayores (Flores 2014).

Es por esta razón que los camaricultores siembran las nuevas líneas resultantes de los programas de mejoramiento genético que mediante la selección individual de familias de camarón, generación tras generación, buscan alcanzar los máximos niveles de eficiencia de la industria, trabajo de largo plazo pero con grandes expectativas. Sin embargo existen pocos estudios sobre las líneas resultantes en lo que se refiere a adaptación en los sistemas extensivo e intensivo; es por ello que se pretende con este estudio evaluar los parámetros productivos en época seca de tres líneas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en los sistemas de producción extensivo e intensivo.

## IV. OBJETIVOS

### A) General

- Determinar los parámetros productivos de tres líneas genéticamente mejoradas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en los sistemas de producción extensivo e intensivo.

### B) Específicos

- Determinar los parámetros físico - químicos en el agua: temperatura (°C), oxígeno (ppm), salinidad (ppt), transparencia (cm), pH, amonio (mg/L), nitritos (mg/L), nitratos (mg/L), fosfatos (mg/L), silicatos (mg/L), y hierro (mg/L).
- Determinar la dinámica de algas en el agua: cianofitas (cel/ml), clorofitas (cel/ml), diatomeas (cel/ml) y dinoflagelados (cel/ml) de tres líneas genéticamente mejoradas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en los sistemas de producción extensivo e intensivo.
- Determinar los parámetros zoométricos: longitud (cm), perímetro (cm) y diámetro (cm).
- Establecer la supervivencia (%) y tiempo óptimo de cosecha (días de cultivo).
- Evaluar los parámetros productivos: consumo total (kg), crecimiento final (g), biomasa total (kg) y conversión alimenticia final (kg alimento/kg camarón).
- Determinar las variables financieras: presupuesto parcial, relación beneficio/costo, dominancia, relación insumo/producto y tasa de retorno marginal.

## V. HIPÓTESIS

- Ha.** Existe influencia sobre el comportamiento productivo de tres líneas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en los sistemas de producción extensivo e intensivo en época seca.
- Ho.** No existe influencia sobre el comportamiento productivo de tres líneas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en los sistemas de producción extensivo e intensivo en época seca.

## VI. MARCO TEÓRICO

### 6.1. Marco conceptual

#### 6.1.1. Biología del camarón del género *Litopenaeus*

El camarón blanco es nativo de la costa oriental del océano Pacífico, desde Sonora, México hasta Tumbes en Perú; en aguas cuyas temperaturas es normalmente superior a 20 °C todo el año. Los adultos viven y se reproducen en mar abierto, mientras que la post-larva migra a las costas a pasar la etapa juvenil y la etapa pre-adulta en estuarios, lagunas costeras y manglares.

Los machos maduran a partir de 20 g y las hembras a partir de 28 g en una edad entre seis y siete meses. Cuando la hembra pesa entre 30 y 45 g libera de 100,000 a 250,000 huevos de aproximadamente 0.22 mm de diámetro. La incubación ocurre aproximadamente 16 horas después del desove y la fertilización (Parrales, Pillasagua 2010).

Tienen un ciclo biológico complejo, el cual consta de varios estadios larvarios. El desarrollo de huevo a post-larva tiene las mismas características en todas las especies de este género y consta de tres estadios larvarios básicos antes de alcanzar el estadio post-larva: nauplio, zoea y mysis (Acuamaya 2013).

En la primera etapa denominada nauplio nada intermitentemente y es fototáctica positiva. Los nauplios no requieren alimentación sino que se nutren de su reserva embrionaria. Las siguientes etapas larvarias (zoea, mysis y post-larva) continúan siendo planctónicas por algún tiempo, es decir que se alimentan de fitoplancton y zooplancton, y son transportados a las costas por corrientes mareales; las post-larvas tienen hábitos planctónicos unos cinco días después de su metamorfosis, se trasladan a la costa y empiezan a alimentarse de detritos bénticos, gusanos, bivalvos y crustáceos (Parrales, Pillasagua 2010).

Investigaciones recientes han demostrado una marcada influencia del ciclo lunar en la inmigración de post-larvas, es decir, que son responsables directas de las mareas, siendo la mayor cantidad de post-larvas para los períodos de luna llena o en los llamados aguajes (Prato 2009).

Un aspecto importante que es propio de todos los crustáceos es la necesidad de mudar el caparazón cuando crecen, lo cual está influenciado por ciertas hormonas del cuerpo. Conforme se desarrolla el camarón, la periodicidad de las mudas es menor y la misma está también influenciada por factores ambientales; durante el período de muda el camarón se hace muy vulnerable a una baja disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua y a cambios bruscos en la calidad de agua (Bautista, Frías 2013).

La permanencia de los camarones en las áreas estuarinas dura entre 3 y 4 meses según la especie y las condiciones ecológicas. Después de este período y al alcanzar una talla entre 10 y 13 cm migran hacia aguas marinas donde alcanzan la madurez sexual, cerrando así el ciclo (Parrales, Pillasagua 2010).

### 6.1.2. Taxonomía

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea

Clase: Malacostraca

Subclase: Eumalacostraca

Orden: Decapoda

Suborden: Dendrobranchiata

Superorden: Eucarida

Infraorden: Penaeidea

Superfamilia: Penaeoidea

Familia: Penaeidae

Género: *Litopenaeus*

Especie: *vannamei*

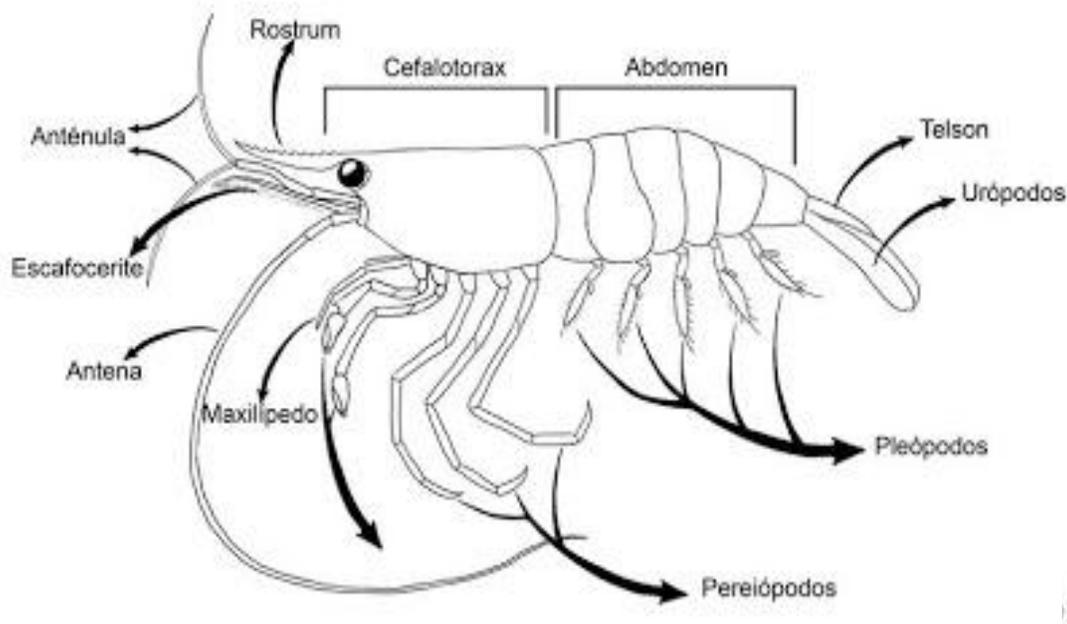
Fuente: Torres 2008.

### 6.1.3. Morfología externa

El camarón, como todos los crustáceos se caracteriza por estar provisto de un exoesqueleto rígido con adelgazamientos en las articulaciones que facilitan su movimiento. El crecimiento lo logran a través de cambios de este exoesqueleto en un proceso conocido como muda. De forma general el cuerpo de un camarón está dividido en cefalotórax y abdomen.

En el cefalotórax se encuentran apéndices llamados: anténulas, antenas, mandíbulas, maxilas, maxilípelios y periópodos. Estos últimos formaban parte del tórax pero con la evolución se desplazaron hacia la cabeza para constituir apéndices alimenticios junto con las mandíbulas y maxilas. Como parte del tórax encontramos 5 pares de apéndices torácicos, que tienen función raptora (desplazarse en el fondo) y para manejar el alimento.

El abdomen está dividido en 6 segmentos, cada uno posee un par de apéndices natatorios llamados pleópodos. La región terminal del abdomen está constituida por 2 pares de urópodos y el telson que tiene funciones defensivas (Cazali 2006).



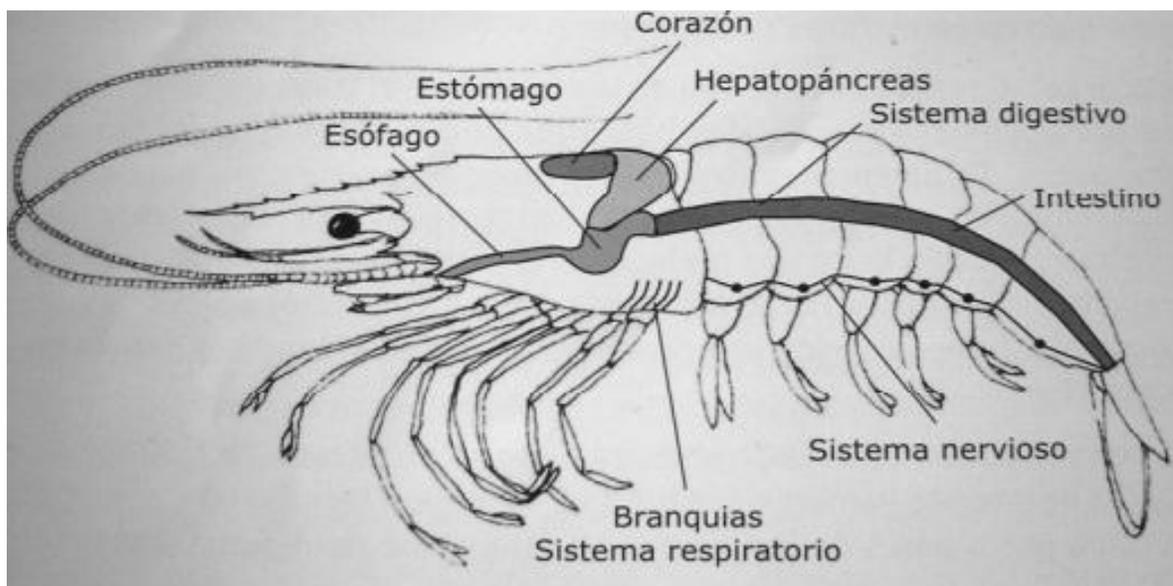
**Figura 1.** Anatomía general externa del camarón blanco adulto (SAGARPA 2014).

#### 6.1.4. Morfología interna

Está dividida en los aparatos: digestivo, respiratorio y circulatorio. El aparato digestivo comienza con la boca localizada centralmente donde son llevados los alimentos, que a su vez pasan por el esófago hacia el estómago que tiene forma de saco; en donde se encuentran dos cavidades: la cámara cardiaca y la cámara pilórica que se comunica con la cámara digestiva para luego continuar por el intestino que recorre la parte dorsal del abdomen y termina en el ano.

El mecanismo de respiración consiste en proveer de oxígeno al organismo a través de la difusión en el agua. La circulación del agua se realiza a través de las branquias ayudadas por movimientos vibratorios de una rama externa de las mandíbulas.

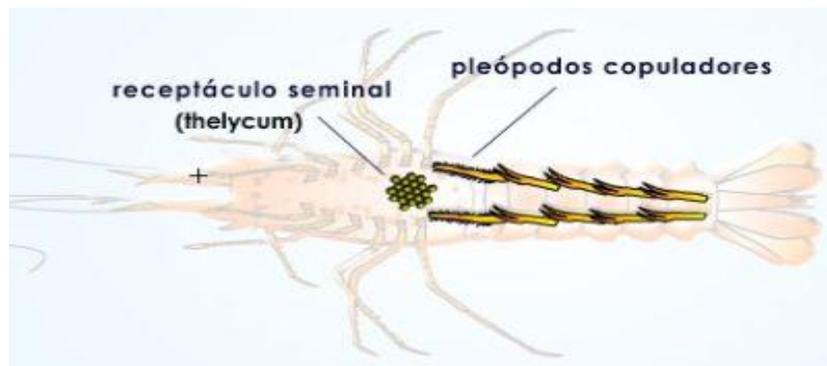
Del corazón, la sangre es bombeada al resto del cuerpo gracias a un sistema de arterias que la transportan hasta los tejidos. De aquí es recogida por medio de un sistema de senos corporales y llevada nuevamente al corazón para su oxigenación (Parrales, Pillasagua 2010).



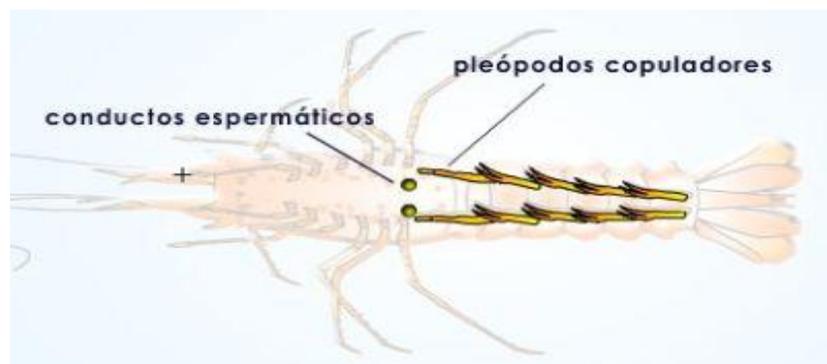
**Figura 2.** Anatomía general interna del camarón blanco adulto (Cazali 2006).

En el aparato reproductor, los machos poseen un órgano llamado petasma a través del cual salen los espermátóforos y se localizan en el primer par de pleópodos. También poseen una prolongación sobre el borde interno del segundo par de pleópodos que se llama apéndice masculino. Las hembras poseen lóbulos y protuberancias sobre el esternito comprendido sobre el quinto par de periópodos y a esta estructura se le llama télico.

Además, el camarón posee órganos sensoriales. Se destacan en los ojos compuestos que van frecuentemente asociados a apéndices modificados. También posee órganos del equilibrio que son estatocistos situados frecuentemente en las inmediaciones de la base de las antenas. Anexo al estómago se encuentra el hepatopáncreas, órgano de vital importancia en la digestión de alimentos y procesamiento de sustancias nutritivas. (Parrales, Pillasagua 2010).



**Figura 3.** Órganos reproductores del camarón blanco hembra (Cometa digital 2014).



**Figura 4.** Órganos reproductores del camarón blanco macho (Cometa digital 2014).

### 6.1.5. Nutrición

El camarón presenta diferentes hábitos alimenticios durante su ciclo de vida. Como larva juvenil (zoea) es planctónico, filtrando algas microscópicas y otros materiales suspendidos en el agua. Como larva adulta (mysis) es mayormente predadora consumiendo generalmente proteína animal como Artemia. Luego de la metamorfosis a post-larva/juvenil se vuelven carroñeros bentónicos, nutriéndose de una variedad de alimentos; y siendo omnívoros el resto del ciclo (Fox 2014).

En las producciones de camarón la alimentación es una práctica de manejo muy importante si se considera su costo elevado, asociado con el efecto nocivo que pudiera causar su equivocada dosificación. Hasta hace poco tiempo, el costo del alimento suplementario llegaba a ser superior al 50% de los costos operativos de la camaricultura, pero con el avance del conocimiento de los requerimientos nutricionales del camarón, en sus diferentes etapas, así como, del conocimiento de la composición de diferentes insumos y de programas cada vez más eficientes de formulación y elaboración de alimentos comerciales, esta proporción ha logrado ubicarse entre un 30 - 40% y aún sigue siendo el costo operativo más importante de la actividad (Jimenez, Guerra 2011).

Las mejores prácticas de alimentación son las que proporcionan la cantidad y calidad adecuadas de alimento a los organismos, para lograr el máximo rendimiento, con el menor costo, tanto económico como ecológico. Sin embargo, se dificulta mantener una adecuada biomasa de estos organismos, durante todo el período de cultivo, para que puedan representar una contribución significativa a la nutrición de los mismos, por lo que se requiere suministrar alimento formulado en dependencia de la fase del cultivo (Castro, Ceballos 2011).

En el siguiente cuadro se presentan las características del alimento para alcanzar pesos específicos del camarón:

**Cuadro 1.** Características del tamaño del pellet y nutrición general en relación al peso del camarón blanco.

Fórmulas	Pre-juveniles	Juveniles	Crecimiento	Finalización
Peso camarón (g)	0 - 0.35	0.35 - 4.0	4.0 - 18	18 - 23.0
Tamaño pellet	Fino	Pequeño	Medio	Grande
Diámetro pellet	0.5 mm	3/33 in	3/32 in	3/32 o 1/8 in
Proteínas (%)	35	30 - 35	25 - 30	25 - 20
Lípidos (%)	8	8	6	5
Fibra (%)	3	3	3	3
Cenizas (%)	7	7	7	6
Humedad (%)	10	10	10	10
Energía bruta (kcal/kg)	3,500	3,500	3,200	2,800

Fuente: Fox 2014.

Un indicador del consumo del pellet es la llenura del intestino. Observando el camarón a través de la luz, la llenura del intestino puede ser fácilmente determinada. El registro del valor del porcentaje debe ser una estimación gruesa del porcentaje de llenura para la mayoría de los camarones capturados; sin embargo que, dado que las evaluaciones son subjetivas, se deben usar valores aproximados en vez de determinaciones precisas. Se puede emplear escalas 75 - 100%, 50 - 75% o 25 - 50% de llenura. Un camarón saludable muestra una reacción activa de alimentación, es decir intestinos llenos. Llenuras inferiores al 75% pueden indicar un consumo reducido debido al estrés ocasionado por raciones inadecuadas o muestreo inadecuado, especialmente durante el medio día (Fox 2014).

#### 6.1.6. Prevalencia de enfermedades

La producción de camarón en Latinoamérica en la última década se ha caracterizado por diversas restricciones de producción siendo la ocurrencia de enfermedades de origen viral la más importante.

Los camarones peneidos son propensos a enfermedades causadas por representantes de casi todos los grupos de agentes infecciosos conocidos tales como: virus, rickettsias, clamidias, bacterias gram negativas y positivas, hongos y protozoarios (Lightner, Pantoja 2012).

La Oficina Internacional de Salud Animal (OIE) considera las enfermedades Síndrome de Taura (TS), Mancha Blanca (WWS), Cabeza Amarilla (YH), Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infecciosa (IHHN), Mionecrosis Infecciosa (IMN) y Hepatopancreatitis Necrotizante (NHP) como enfermedades de declaración obligatoria (Morales *et al.* 2011).

En el siguiente cuadro se presentan algunos patógenos más comunes y que pueden tener mayor impacto sobre la actividad de la camarinocultura:

**Cuadro 2.** Patógenos que afectan los cultivos de camarón blanco de acuerdo a su peligrosidad.

Tipo de patógeno	Patógeno	Peligrosidad
Virus	WSSV - Virus del síndrome de mancha Blanca	C-1
	YHV - Virus de la cabeza amarilla	C-1
	TSV - Virus del síndrome del Taura	C-1
	BP - Baculovirus penaei	C-2
	BMN - Necrosis intestinal baculoviral	C-2
	IHHNV - Virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa	C-2
	HPV - parvovirus entérico	C-2
	NHP - Hepatopancreatitis necrotizante	C-2
	Bacterias	Vibrio sp.
Microsporidios		C-3
Protozoos	Gregarinas	C-3

Fuente: Leyva, Zaéns, Guevara 2010.

Los patógenos considerados dentro de la categoría C-1 son aquellos que debido a sus efectos sobre los organismos y su alta infectividad tienen potencial para producir pérdidas catastróficas dentro de los sistemas de cultivo (80 a 100%).

Mientras que los patógenos en la categoría C-2, son aquellos que pueden ser considerados serios, sin embargo su capacidad para producir altas mortalidades en los cultivos de camarón son menores.

La categoría C-3 son los patógenos que tienen efectos mínimos sobre los cultivos y en algunos casos existen medidas para eliminarlos.

Actualmente no solo las enfermedades pueden generar mortalidades en los sistemas acuícolas, sino también la variación repentina de las condiciones medio ambientales puede incidir directamente.

Las disminuciones en el oxígeno disuelto debido al consumo del mismo por parte de los organismos y a las densidades de cultivo, pueden provocar mortalidades altas en los sistemas acuícolas.

Fenómenos ambientales como las lluvias ocasionadas por tormentas tropicales que afectan en ocasiones pueden generar algún impacto debido a que las granjas dependen de los canales de agua y esteros.

Así mismo, eventos de sequía pueden generar una problemática debido a la falta de agua para suministrarla constantemente o realizar los recambios.

Cabe mencionar que la peligrosidad de estos patógenos en la lista está determinada por la virulencia y potencial para producir mortalidades en los sistemas acuícolas, sin embargo, algunos de los patógenos de menor peligrosidad también pueden provocar pérdidas económicas debido a la dificultad que tendrá para la comercialización del producto, ya que en algunos casos pueden provocar deformidad, erosión de la cutícula del camarón o bajo crecimiento de los organismos.

Estos virus, bacterias y protozoarios solo son algunos de los patógenos que se sabe, generan efectos negativos sobre los cultivos de camarón blanco, sin embargo, existen otros que en ocasiones pueden permanecer latentes y que de ser introducidos sin control alguno pueden provocar efectos nocivos en los sistemas acuícolas.

Algunos patógenos pueden presentar síntomas similares por tanto se deben analizar rigurosamente cada una de las características. (Leyva, Zaéns, Guevara 2010).

En el siguiente cuadro se muestran las características de las enfermedades más comunes que afectan a los camarones peneidos:

**Cuadro 3.** Enfermedades comunes del camarón blanco y lesiones patognomónicas.

Enfermedad	Órganos afectados	Efectos en el camarón
WSSV	Cutícula	Coloración rosada en todo el cuerpo del organismo durante la fase inicial y aguda de la enfermedad y manchas blancas sobre la cutícula del cefalotórax durante la fase crónica.
YHV	Branquias y hepatopáncreas	Coloración amarillenta a café en el cefalotórax.
TSV	Cutícula	Coloración rosada en todo el cuerpo del organismo en fase aguda y durante la fase crónica se muestran lesiones en la cutícula y formación de manchas café o negras.
BP	Hepatopáncreas	Coloración oscura del hepatopáncreas.
IHHNV	Cutícula y telson	Manchas blanquecinas durante la fase aguda y desaparecen en la fase crónica. Existe deformidad en rostrum y telson.
NHP	Hepatopáncreas	Atrofia y necrosis del hepatopáncreas y coloración oscura del mismo.
Vibriosis	Músculo, cutícula, branquias, hepatopáncreas y corazón	Pueden presentarse manchas de color café o negras en el músculo así como en la cutícula. En las branquias formación de nódulos en las estructuras de las mismas. En el hepatopáncreas se forman pequeñas bolas de color oscuro, mientras que en el corazón se perciben áreas opacas.
Gregarinas	Intestino	El intestino se encuentra inflamado y con coloración amarillenta.
Enteritis hemocítica	Intestino	Inflamación del intestino y coloración amarillenta.

Fuente: Leyva, Zaéns, Guevara 2010.

Existen además de las enfermedades causadas por agentes patógenos, otra serie de amenazas para los cultivos de camarón relacionados con agentes biológicos. Estos pueden ser desde parásitos hasta depredadores, algunos de estos organismos pueden también generar pérdidas ya sea por mortalidades, aumento en el consumo de alimento o dificultad para comercializar el producto. Estas amenazas pueden ser parásitos epibiontes, organismos competidores (crustáceos, peces, etc.) y organismos depredadores (Lightner, Pantoja 2012).

De las enfermedades anteriormente descritas las de etiología viral ocasionan los efectos más devastadores sobre las poblaciones, no solo por su naturaleza, sino además por la no existencia de procedimientos terapéuticos para su control.

Hay que considerar el aumento de la virulencia de muchos patógenos bacterianos y su resistencia a los antibióticos, que hace necesario extremar las medidas de vigilancia sobre el comportamiento y movimiento de las enfermedades de origen bacteriano y que algunas formen parte de los sistemas de vigilancia y monitoreo en cada uno de los países susceptibles (Rubio, Silveria 2012).

Es por esta razón que es muy importante el manejo de las contingencias y tener en cuenta que a diferencia de la actividad ganadera, en acuicultura se manejan poblaciones y no organismos individuales, por lo que el manejo de una enfermedad es mucho más complicado, es decir que en acuicultura no se cura, se previene (Leyva, Zaéns, Guevara 2010).

#### **6.1.7. Mejoramiento genético**

La camarinocultura ha venido desarrollándose en un ciclo de auge y fracaso; se han logrado importantes avances en cuanto al conocimiento y manipulación del ciclo biológico del camarón diseñando sistemas de cultivo más eficientes y los requerimientos nutricionales de las distintas especies en cultivo; se considera que en comparación con la crianza de animales terrestres, la domesticación del camarón está apenas en sus inicios (Rosa-Velez, J De La. 2013).

Varias especies de peneidos han sido sucesivamente domesticadas incluyendo el camarón blanco; varias investigaciones han puesto en evidencia que la capacidad reproductiva de los organismos obtenidos en cautiverio es adecuada y han sugerido el uso de estos reproductores en los sistemas de producción.

Los principales indicadores utilizados para evaluar el desempeño reproductivo se han agrupado en dos categorías: características productivas de reproducción y condición fisiológica de los organismos. En ambos casos la evaluación se aplica tanto en los reproductores como en su progenie. El uso de reproductores de cultivo es indispensable para implementar programas de domesticación y mejoramiento genético en camarón con el propósito de incrementar la producción basándose en criterios productivos como por ejemplo, la frecuencia de desoves, la fecundidad, el porcentaje de fertilización y eclosión, el número de nauplios, el fototropismo positivo y geotactismo negativo que presentan los nauplios, la resistencia a diferentes pruebas de stress (altas concentraciones de amonio, variaciones de salinidad, bajas de oxígeno), así como la supervivencia y la presencia de deformidades durante el cultivo larvario.

La aplicación de programas de mejoramiento genético en camarón basados sobre conocimientos genéticos y fisiológicos de caracteres productivos contribuye a expandir e incrementar la producción y a obtener larvas de calidad. Sin embargo, en el camarón los programas de mejoramiento genético que actualmente existen están basados principalmente en caracteres del crecimiento, no existiendo ningún programa que incluya caracteres reproductivos (Guerra *et al.* 2010).

Existen innumerables razones para justificar la necesidad de implementar un programa de mejoramiento genético en camarón como:

- La necesidad de contar con un número adecuado de progenitores de alta calidad reproductiva para la producción de nauplios y post-larva.
- La necesidad de contar con juveniles de alta tasa de crecimiento con fines ya sea de acortar los tiempos de engorda, o de producir camarón de mayor talla en un mismo tiempo.

- La necesidad de contar con pie de cría libre de patógenos causantes de altas mortalidades.
- Mejorar los rendimientos productivos en maduración y larvicultura (Acuamaya 2013).

El seleccionar a los individuos y mezclarlos con otros cada vez más fuertes ayuda a que los camarones desarrollen tolerancia a las enfermedades: como la necrosis infecciosa hipodermal y hematopéyica (IHHNV), Mancha Blanca (WSSV) y el Síndrome de Taura entre otros.

A través de los programas de mejoramiento genético se incluye selecciones individuales de padrotes desde finca, en donde se seleccionan exigentemente estos individuos directamente de las lagunas de producción, en base a criterios de selección previamente establecidos como: talla, cuerpo sin deformación alguna, anténulas, ojos sin daño, sin necrosis, uropodos, pleopódos y periopódos completos y sin manchas rojizas, rostrum completo, espermátóforo limpio y bien desarrollado así como el petasma como en los machos.

En base a los caracteres de selección, se busca dos aspectos principales: aquellos que son seleccionados por crecimiento en los cuales solo se seleccionan camarones que tienen dos desviaciones estándar por encima del peso promedio de la población. La otra característica complementaria es en cuanto a la incorporación de caracteres de resistencia a las enfermedades en los que se seleccionan camarones que en condiciones normales de producción estuvieron altamente expuestos a episodios severos de Mancha Blanca (Álvarez 2010).

En Guatemala actualmente se desarrollan programas de mejoramiento genético utilizando la selección masal, que consiste en escoger los animales más grandes de una piscina comercial; es el sistema más barato para lograr mejoras en crecimiento. La ganancia por ciclo de selección en ese esquema está relacionado directamente con la presión de selección utilizada: mientras más elevada, mayor la ganancia genética.

Esta técnica permite introducir diversidad y aumentar la relatividad entre animales de diferente origen y selección de familias resistentes a enfermedades. Estudios realizados en selección masal indican que:

- Las supervivencias aumentaron 15%.
- Para alcanzar el mismo tamaño relativamente a la cosecha se redujo el tiempo un 30%.
- Las conversiones alimenticias se redujeron un 30%
- El crecimiento aumentó un 56%.
- La producción anual aumentó un 61% (Acuamaya 2013).

En otros países, la industria del cultivo de camarón ha ido incorporando herramientas para estimar diversidad genética y parentesco entre lotes de reproductores; el rastreo del genoma mediante mapas genéticos; el análisis de la expresión de genes específicos; la identificación de genes importantes; y más recientemente, la utilización de las nuevas tecnologías de secuenciación masiva que están incrementando el conocimiento sobre los recursos genéticos acuícolas de forma exponencial.

Planes de mejoramiento genético pueden desarrollarse en programas de repoblación, en los que se respeten las características genéticas y de comportamiento de las poblaciones silvestres, que pueden contribuir a la recuperación y mejoramiento de las poblaciones de camarón en las zonas costeras (Vergara 2013).

#### **6.1.8. Sistemas de cultivo**

El cultivo de camarón en Guatemala y el resto de los países de Centroamérica se desarrolla básicamente a nivel industrial, con vínculos comerciales con cultivadores de pequeña escala en algunos países (Oddone, Stella 2013).

Conforme se incrementan las densidades de siembra, las granjas camarones requieren menos área por unidad producida; la tecnología requerida es más sofisticada y los costos del capital se incrementan significativamente. Bajo estas condiciones se establecen los criterios para clasificar los sistemas de cultivo que se practican.

Los sistemas de cultivo que se practican en Guatemala abarcan tres niveles técnicos: extensivo, semi-intensivo e intensivo. La separación de estas técnicas radica en el nivel tecnológico que se aplica, el cual a su vez es el resultado del control que se ejerce sobre las variables que inciden en el desarrollo de los cultivos, como la calidad de agua, la cantidad y calidad del alimento, que se traduce en las mejores tasas de crecimiento e incremento en la producción (Cortés 2009).

#### **6.1.8.1. Sistema extensivo**

En este sistema los cultivos se desarrollan en las zonas inter mareales, donde no hay bombeo de agua ni aireación. Los estanques suelen ser de forma irregular, con una superficie de entre 5 y 10 Ha. (hasta 30 Ha) y una profundidad de entre 0.7 y 1.2 m (Ceballos 2011).

De manera que quedan incluidas todas las formas de encierro de juveniles, manteniendo los organismos hasta llegar a la talla comercial (Cortés 2009).

El camarón se alimenta a base de alimentos producidos naturalmente mediante fertilización, y una dosis al día de alimentos balanceados de bajas proteínas. Con una densidad de 4 a 7 camarones/m<sup>2</sup>. A los 4 o 5 meses se cosechan camarones pequeños de entre 11 y 12 g (Ceballos 2011).

La producción por cosecha es de 50 a 500 kg/Ha/cosecha. Los costos de producción son aproximadamente de 1.00 a 3.00 dólares por kilogramo de camarón. Las granjas que utilizan este sistema tienen muy poco impacto en el ambiente, sin embargo la estanquería utiliza grandes áreas de cultivo, lo que en ocasiones ha afectado las zonas costeras, bahías y esteros (Cortés 2009).

En Guatemala, debido al período de mayores densidades y períodos de ocurridos a partir de 1986 a 2010, se utilizan densidades de 5 a 20 camarones/m<sup>2</sup> según las estrategias utilizadas para satisfacer la demanda internacional (Acuamaya 2013).

### **6.1.8.2. Sistema semi-intensivo**

En este sistema se establece un control parcial de las variables que inciden en el proceso productivo orientado a incrementar la productividad natural de los estanques mediante el uso de los alimentos balanceados y participación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Además se utilizan estanques para una fase de maternización donde se mantienen las post-larvas por un período de 30 a 45 días hasta alcanzar la talla de 0.5 a 1.0 g (Cortés 2009).

Se emplean estanques de 1 a 5 Ha, con una profundidad de 1 a 1.2 m, empleando semillas producidas en incubadoras (Ceballos 2011).

Se utilizan densidades de siembra de 2.5 a 20 camarones/m<sup>2</sup> por lo que existe competencia por el alimento natural, lo que hace necesario que se adicione alimento peletizado de bajo contenido proteico.

Con este sistema se pueden producir de 500 a 5,000/Ha/cosecha a un costo aproximado de 3.00 a 6.00 dólares por kg de camarón. Las granjas que aplican este sistema de cultivo ocasionalmente causan problemas en el medio ambiente por sus descargas de aguas residuales con niveles excesivos de materia orgánica (Cortés 2009).

En Guatemala se emplean densidades de 20 a 43 camarones/m<sup>2</sup> según las estrategias utilizadas para satisfacer la demanda internacional (Acuamaya 2013).

### **6.1.8.3. Sistema intensivo**

El cultivo intensivo de camarón se caracteriza por realizarse generalmente en áreas pequeñas (0.5 a 1 Ha.) con profundidades mayores a 1.5 m permitiendo mejorar las condiciones de cultivo y optimizar la alimentación.

En estos sistemas se utiliza la recirculación y un limitado o nulo recambio de agua en donde se controla la entrada de alimento y nutrientes.

Las siembras son de altas densidades de camarones (80 a 160 camarones/m<sup>2</sup>), intensa aireación u oxigenación y un sistema de bacterias heterotróficas formando una acumulación bioflocs.

Desde la irrupción de síndromes virales, se ha generalizado el uso de cepas domesticadas libres o resistentes de patógenos específicos (SPF) o (SPR) respectivamente; la implementación de medidas de bioseguridad y sistemas de bajo recambio de agua. Sin embargo la alimentación, la calidad y recambio del agua, aireación y el florecimiento del fitoplancton requieren de un cuidadoso monitoreo y manejo (Ceballos 2011).

A diferencia de los sistemas tradicionales de cultivo de camarón, estos sistemas dependen de la comunidad microbiana para la re mineralización y utilización de sustancias dañinas. Que de otra forma, tienden a acumularse por la degradación del alimento y deshechos del camarón (Gómez 2011).

La mayor ventaja de mantener los cultivos sin recambio de agua, es que se reduce el riesgo de la introducción y esparcimiento de enfermedades (Gómez 2011).

Se obtiene una producción de 5,000 a 20,000 kg/Ha/cosecha a un costo que puede variar de 5.00 a 8.00 dólares por kg de camarón (Cortés 2009).

En Guatemala los camaricultores emplean densidades de 43 a 143 camarones/m<sup>2</sup> según las estrategias utilizadas para satisfacer la demanda internacional (Acuamaya 2013).

#### **6.1.9. Zoometría**

Desde sus inicios la zootecnia se asentó sobre los fenómenos de la caracterización morfológica y productiva como base fundamental para la identificación de razas y poblaciones distintas, y para el conocimiento de las producciones animales.

La conformación corporal de interés zootécnico se considera habitualmente como un carácter subjetivo, pero la zoometría permite estudiar la forma de los animales mediante mediciones corporales adquiriendo así importancia porque cuantifica dicha

conformación, estableciendo medidas concretas y su variación normal para una determinada raza o población. Las variables morfoestructurales de naturaleza cuantitativa son usadas fundamentalmente para establecer el grado de homogeneidad existente entre un grupo racial (FCV-UNNE 2014).

En definitiva la morfología externa ha de cumplir dos misiones fundamentales:

- Servir de base a la identificación natural del individuo o del grupo racial (para describirlos y diferenciarlos).
- Como consecuencia de esa valoración morfológica, ha de propiciar una valoración zootécnica que permita aproximarse o colaborar en la predicción de sus posibilidades productivas.

Es un elemento de trabajo importante a la hora de definir una población, así como marcar tendencias productivas o deficiencias zootécnicas, determinar el dimorfismo sexual o comparación morfométrica entre razas y para ello se miden: alturas, anchuras, longitudes, espesores, ángulos y pesos (Fundamentos técnicos 2014).

En el caso particular de los crustáceos el crecimiento se observa como un proceso discontinuo que ocurre por saltos, debido a que el exoesqueleto o caparazón rígido que lo recubre no permite que el aumento en largo o peso se manifieste en forma continua.

El crecimiento de los crustáceos se advierte, entonces, como un incremento de talla, peso y forma casi instantáneos y ocurre cuando se produce la muda, exuviación o ecdisis, que implica el abandono y degradación del viejo exoesqueleto y síntesis de nuevos tejidos. Todo el mecanismo de muda está regido por un complejo sistema endocrino y la ecdisis no puede considerarse como un evento aislado, sino como una etapa más de un ciclo continuo de actividad metabólica, regulado por procesos hormonales. Una de las particularidades de la presencia de un exoesqueleto rígido en los crustáceos es, entre otras, la restricción del crecimiento a períodos bien definidos.

Naturalmente, esta característica implica la eliminación del antiguo exoesqueleto y la formación de un tegumento nuevo y generalmente de mayor tamaño, siendo el conjunto de estos sucesos conocido como ciclo de muda.

El sistema usual para estudiar el crecimiento absoluto en crustáceos decápodos, es emplear una única dimensión del exoesqueleto, como la longitud del caparazón o longitud total, que suma la del caparazón a la del pleon, o el peso, como índice de crecimiento.

La relación talla/edad es fundamental para el análisis poblacional de una especie sometida a explotación pesquera. Estas investigaciones requieren procedimientos especiales en razón de la inexistencia de estructuras duras permanentes en los crustáceos, que registren las marcas del incremento de talla, lo que exige la adopción de métodos distintos a los convencionales para el estudio de la edad y crecimiento para facilitar el entendimiento y la dinámica poblacional a nivel de laboratorio o de cultivo y además permitir disponer de mayores elementos para interpretar las fluctuaciones naturales de sus poblaciones y lograr una explotación sostenida de las mismas (Petriella, Boschi 2005).

## VII. MARCO REFERENCIAL

### 7.1. Ubicación geográfica

La finca está ubicada en la costa Sur-Oriente del país, en la aldea El Salitrillo, municipio de Pasaco, departamento de Jutiapa a una distancia de 165 km de la ciudad capital con coordenadas 13°48'15" de latitud y 90°13'13" de longitud. Colinda al Norte con la aldea San Antonio y la finca Nueva Providencia, al Sur con un área de manglares y la Barra El Jiote que conecta con el Océano Pacífico, al Oeste con la aldea El Paraíso y al Este con la aldea La Ginebra (Castro 2009).

### 7.2. Condiciones climáticas

El clima es cálido, con vientos fuertes y tradicionales en los meses de noviembre a febrero en dirección de Norte a Sur. Según la clasificación de clima Thornthwite, la aldea El Salitrillo pertenece a la zona llamada Planicie costera del Pacífico, ubicada a 7 msnm. La temperatura en la región suroriente tiene una media anual que varía entre los 26 - 30 °C (Municipalidad de Pasaco 2008).

### 7.3. Vías de acceso

#### 7.3.1. Terrestre

Desde la ciudad capital dirigirse por la Carretera CA9 Pacífico hasta llegar a la cabecera departamental de Escuintla, luego continuar por la carretera rumbo a Taxisco, Santa Rosa hasta llegar a un cruce ubicado en el km 144 de la carretera CA2 que conduce a la aldea Casas Viejas en donde se encuentra un desvío hacia la izquierda que conduce directamente a la camaronera.

#### 7.3.2. Acuática

Desde la ciudad capital dirigirse en la Carretera CA9 Pacífico hasta llegar a la cabecera departamental de Escuintla, luego continuar por la carretera rumbo a Taxisco, Santa Rosa por la carretera CA2; en el km 107 cruzar hacia la derecha hasta llegar a la

aldea La Avellana, en donde se puede abordar una balsa que recorre el canal de Chiquimulilla hasta llegar al embarcadero de Sarampaña que conecta con la playa Las Lisas. Al llegar al embarcadero dirigirse hacia aldea Casas Viejas, siguiendo la carretera se encuentra un desvío a la derecha que conduce directamente a la camaronera.

#### **7.4. Infraestructura**

La infraestructura de la finca es la siguiente:

- Oficina para llevar el control de actividades administrativas.
- Planta de procesamiento donde se llevan a cabo las actividades como, enhielado, aplicación de preservantes y en general, procesos de preparación para el transporte del camarón hacia la planta central en la ciudad capital.
- Dos estaciones de bombeo de agua.
- Veintisiete piscinas del sistema extensivo, cinco piscinas del sistema intensivo, veinticinco pre-criaderos y un canal reservorio que hacen un total de 320 Ha de espejo de agua.
- Aunque no cuenta con una escuela, apoya económicamente a las escuelas de El Salitrillo, La Ginebra y El Paraíso.
- Un taller de mecánica.
- Varias viviendas, entre las cuales están, las patronales y las de los técnicos.
- Energía eléctrica introducida aproximadamente hace diecisiete años.

#### **7.5. Edafología**

El suelo de la finca pertenece a la serie de Tecojate, los cuales son poco profundos, mal drenados, en algunos lugares salinos y están desarrollados sobre depósitos marinos de un clima cálido, húmedo-seco. Ocupan relieves casi planos a altitudes bajas en el Sur de Guatemala (Simmons 2000).

## **7.6. Hidrografía**

La finca Acuamaya cuenta con dos abastecimientos de agua, por medio del río Sálamo que se encuentra con el río Negro (ramal del río Paz, El Salvador), que desemboca en un estero; este es extraído por el área de Bombeo dos y el Estero el Salado es un área influenciada por la Barra del Jote; y parte de este es extraído por el área Bombeo uno, se mezcla en un canal reservorio el cual distribuye el agua a todas las piscinas y pre-criaderos de la finca (Castro 2009).

## **7.7. Líneas de camarón blanco**

Las líneas de camarón blanco utilizadas en el presente estudio se produjeron en el Laboratorio La Candelaria, ubicado en la aldea La Candelaria Taxisco, Santa Rosa. Cada una de ellas con el material genético que contiene las características deseadas. Cabe mencionar que físicamente las tres líneas son similares, pero cada una tiene características que productivamente desarrollará mejor.

### **7.7.1. Línea A**

Las características de la línea A son: color café cristalino, antenas rojizas, rostrum recto y con uropodos pigmentados de color verde-rojizo. La característica que distingue a esta línea es que está genéticamente modificada para una mayor producción de larva.

### **7.7.2. Línea B**

Las características de la línea B son: color café cristalino, antenas rojizas, rostrum recto y con uropodos pigmentados de color verde-rojizo. La característica que distingue a esta línea es el rápido crecimiento.

### **7.7.3. Línea C**

Las características de la línea C son: color café cristalino, antenas rojizas, rostrum recto y con uropodos pigmentados de color verde-rojizo. La característica que distingue a esta línea es el alcance de un mayor peso (Acuamaya 2013).

## VIII. MARCO METODOLÓGICO

### 8.1. Área experimental

Para el presente trabajo se utilizaron tres piscinas del sistema extensivo con dimensiones de 2.44, 2.5 y 2.5 Ha con una profundidad media de 1.50, 1.50 y 2.00 m respectivamente; y tres piscinas del sistema intensivo con dimensiones de 0.56, 0.77 y 1.50 ha con una profundidad media de 2.00, 2.00 y 2.50 m respectivamente. (Anexo - cuadros 1A y 2A).

### 8.2. Densidad de siembra

La densidad de siembra utilizada en las piscinas del sistema extensivo fue de 33 camarones/m<sup>2</sup> y en las piscinas del sistema intensivo fue de 125 camarones/m<sup>2</sup>.

Las post-larvas se adquirieron en el laboratorio “La Candelaria”, ubicado en la aldea La Candelaria del municipio de Taxisco, del departamento de Santa Rosa.

El transporte de los organismos se realizó en contenedores de 5,000 L con cilindros de oxígeno de 1364 kg de capacidad.

### 8.3. Tratamientos

**T<sub>1</sub>** = *Litopenaeus vannamei*, Línea A en sistema extensivo

**T<sub>2</sub>** = *Litopenaeus vannamei*, Línea A en sistema intensivo

**T<sub>3</sub>** = *Litopenaeus vannamei*, Línea B en sistema extensivo

**T<sub>4</sub>** = *Litopenaeus vannamei*, Línea B en sistema intensivo

**T<sub>5</sub>** = *Litopenaeus vannamei*, Línea C en sistema extensivo

**T<sub>6</sub>** = *Litopenaeus vannamei*, Línea C en sistema intensivo

#### 8.4. Modelo estadístico

Debido a la naturaleza de los datos se procedió a utilizar el estadístico de prueba T-Student, así mismo para la medir la intensidad de la relación entre variables se utilizó el análisis de correlación y regresión.

Se utilizó un modelo estadístico cuadrático.

$$Y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2$$

Donde:

- Y** = Variable dependiente
- B<sub>0</sub>** = Intercepto
- B<sub>i</sub>** = Porcentaje dependiente
- X** = Variable independiente

#### 8.5. Variables medidas

- Parámetros físico-químicos
  - Temperatura (°C)
  - Oxígeno (ppm)
  - Salinidad (ppt)
  - Transparencia (cm)
  - Amonio (mg/L)
  - Nitritos (mg/L)
  - Nitratos (mg/L)
  - Fosfatos (mg/L)
  - Silicatos (mg/L)
  - Hierro (mg/L)
- Dinámica de algas
  - Cianofitas (cel/ml)
  - Clorofitas (cel/ml)

- Diatomeas (cel/ml)
- Dinoflagelados (cel/ml)
- Supervivencia (%)
- Parámetros productivos
  - Consumo promedio semanal (kg)
  - Talla promedio semanal (g)
  - Biomasa promedio semanal (kg)
  - Conversión alimenticia promedio semanal (kg alimento/kg biomasa)
- Tiempo óptimo de cosecha (días de cultivo)

#### **8.6. Variables evaluadas**

- Parámetros productivos
  - Consumo total (kg)
  - Talla final (g)
  - Biomasa total (kg)
  - Conversión alimenticia final (kg alimento/kg camarón cosechado)
- Parámetros Zoométricos
  - Longitud (cm)
  - Perímetro (cm)
  - Diámetro (cm)
- Variables financieras
  - Presupuesto parcial
  - Relación beneficio/costo
  - Dominancia
  - Relación insumo/producto
  - Tasa de retorno marginal

## **8.7. Determinación de las variables medidas**

### **8.7.1. Parámetros físico - químicos**

Se realizaron mediciones de los parámetros físico - químicos en el agua de las piscinas diariamente a las 5:00 de la mañana hasta que finalizó el período del ciclo, con la finalidad de verificar que los rangos y concentración de los compuestos se mantuvieran en los rangos óptimos y de esta manera evitar una alta mortalidad en el caso de una baja de oxígeno.

Colocando un oxímetro multifuncional (YSI 55) (Apéndice - fotografía 1A) en el agua de las piscinas de 20 a 30 segundos se obtuvieron los parámetros oxígeno y temperatura; la salinidad se obtuvo colocando tres gotas de agua de las piscinas en un refractómetro de mano 0-32° (BRUX con ATC). Para medir la transparencia del agua se utilizó un disco de Secchi 30-300 cc (Apéndice - fotografía 2A).

Los parámetros amonio, nitritos, nitratos, fosfatos, silicatos y hierro se obtuvieron a través de un análisis químico de longitud de onda, analizando el agua por medio de un espectrofotómetro (Merck Nova 60) (Apéndice - fotografía 3A).

### **8.7.2. Dinámica de algas**

Para determinar el tipo y el número de algas contenidas en las piscinas, se procedió a realizar un análisis cualitativo y cuantitativo del agua a través de un microscopio binocular con oculares de 10x y 15x y objetivos de 4x, 10x, 20x y 40x; y un hemocitómetro que consiste en un portaobjetos de microscopio con una cámara de recuento de New Bauer de 50x20x1 mm y un área rayada para para ayudar al recuento.

El análisis consistió en homogeneizar la muestra de agua para luego colocarlo en el hemocitómetro; se esperó 15 minutos para realizar el recuento. Luego se procedió al recuento con ayuda del microscopio, se identificaron y contaron las algas contenidas en 20 campos al azar teniendo en cuenta que la concentración debía estar entre 10 a 100 organismos (Apéndice - fotografía 8A).

El conteo de microalgas se realizó a través del factor de enumeración con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{FN = VL / AC}$$

Donde:

- FN** = Factor de enumeración
- VL** = Volumen del agua
- AC** = Área de la cámara de recuento

### **8.7.3. Supervivencia**

El día de siembra por transferencia se utilizó el método de conteo estimación volumétrica de la población para saber cuántos camarones se sembraron en cada piscina. Este método consistió en drenar el agua de los pre-criaderos para transportar la post-larva hacia las piscinas; el transporte se realizó en canastas cubiertas con malla de 0.2 mm sumergidas en agua con tanques de oxígeno para evitar la mortalidad. Las canastas transportaron un aproximado de 13.6 kg de larva c/u. Al finalizar el transporte de larvas se realizó un pesaje de la larva muerta durante la siembra. Los datos fueron anotados en una hoja de registros de siembra de larva para cada piscina (Anexo - cuadro 4A).

Se aplicó la siguiente ecuación:

$$\mathbf{SP = (CTV / CT) * 100}$$

Donde:

- SP** = Supervivencia
- CTV** = Camarones transferidos vivos
- CT** = Camarones transferidos

#### **8.7.4. Parámetros productivos**

##### **8.7.4.1. Consumo promedio semanal**

El consumo promedio semanal de las piscinas se obtuvo según el alimento dictado por parte del gerente de producción, que ajustó las raciones en base a los muestreos de población y a una guía de alimentación utilizada en la finca (Anexo - cuadro 11A). Los datos se anotaron en una hoja de registros de alimento dictado (Anexo - cuadros 9A y 10A).

Para las piscinas del sistema extensivo e intensivo se utilizó un balanceado comercial con un porcentaje de proteína del 25 y 30% respectivamente, distribuido con método al voleo en los horarios 7:00 y 13:00 en una ración del 40 y 60% de alimento respectivamente. Para las piscinas del sistema intensivo se utilizó un balanceado comercial con un porcentaje de proteína del 25%, distribuido con el método al voleo en los horarios 6:00, 11:00 y 13:00 h. en una ración del 20, 20 y 60% respectivamente.

Como medida de control de consumo de alimento se utilizaron bandejas de alimentación (azafatas) colocadas al centro de las piscinas (Apéndice - fotografía 6A).

##### **8.7.4.2. Talla promedio semanal**

Se realizaron semanalmente muestreos de población (Anexo - cuadro 6A), utilizando una atarraya con malla de 0.5 cm para capturar el camarón con transectos que cubrieron las piscinas de la entrada a la salida de agua con un número de lances de atarraya que varió según el área de las piscinas; luego se realizó el conteo total de los camarones capturados y un porcentaje de cada lance se colocó en un recipiente con agua con el objetivo de obtener una muestra representativa de toda la piscina. Posterior a ello se anotó el número de camarones capturados en cada lance en una hoja de registros de muestreos de población (Anexo - cuadro 7A).

Posterior a realizar los lances en cada piscina, se realizó la alineación de camarón, que consistió en agrupar los camarones capturados de cada piscina según el tamaño

(Apéndice - fotografía 7A); luego se obtuvo el peso cada grupo a través de una balanza digital. A partir del cuarto muestro se clasificó la etapa del ciclo de las medidas en la que se encontraba el camarón (muda, pasando muda y duro). Como medida de control de enfermedades, se verificó si el camarón presentaba alteraciones externas e internas por medio de un análisis visual y un análisis de hepatopáncreas respectivamente.

En este procedimiento se seleccionaron 10 camarones dependiendo de la talla para tener una muestra homogénea con la finalidad de realizar las mediciones zoométricas. Los datos obtenidos se anotaron en una hoja de registro de control de peso, para luego anotar los resultados en una hoja de registros de control por muestreo (Anexo - cuadro 7A).

Para obtener el peso promedio semanal de cada piscina, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\mathbf{PG = PF - PI}$$

Donde:

**PG** = Peso ganado

**PF** = Peso final

**PI** = Peso inicial

#### **8.7.4.3. Conversión alimenticia promedio semanal**

La conversión alimenticia promedio semanal de las piscinas se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{FCA = AS / PN}$$

Donde:

**FCA** = Factor de conversión alimenticia

**AS** = Alimento suministrado

**PN** = Producción neta

### **8.7.5. Zoometría**

Se llevaron a cabo las mediciones zoométricas y para ello se utilizó una muestra de 10 camarones tomados al azar de los muestreos de población de cada piscina a partir de la tercera semana hasta la finalizar el ciclo de producción, realizando las siguientes mediciones:

#### **8.7.5.1. Longitud**

Esta variable se midió con ayuda de un micrómetro de vernier en las siguientes secciones del camarón: la primera desde la punta del rostrum hasta el final del cefalotórax, la segunda en el segundo segmento abdominal, la tercera en el tercer segmento abdominal, la cuarta a partir del cuarto hasta el final del sexto segmento abdominal y la quinta en el telson (Apéndice - figura 12A).

#### **8.7.5.2. Perímetro**

Las mediciones del perímetro se realizaron con ayuda de un micrómetro de vernier en las siguientes secciones: la primera en el cefalotórax, la segunda entre el tercer y cuarto segmento abdominal y la tercera en el sexto segmento abdominal (Apéndice - figura 13A).

#### **8.7.5.3. Diámetro**

Se midió con ayuda de un micrómetro vernier en las siguientes secciones: la primera en el cefalotórax, la segunda entre el primer y segundo segmento abdominal, la tercera medición se realizó entre el tercer y cuarto segmento abdominal y la cuarta medición se realizó entre el quinto y sexto segmento abdominal (Apéndice - figura 14A).

## **8.8. Tiempo óptimo de cosecha**

El tiempo óptimo de cosecha se determinó en base a dos criterios, en base a mayor peso final (g) y en base a mayor biomasa total (kg) en el menor tiempo de cultivo (días de cultivo).

## **8.9. Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de T-Student sobre las variables a evaluar ganancia de peso final y conversión alimenticia final; para las variables consumo total y biomasa final se procedió a realizar el análisis de varianza para la regresión, y en los resultados que se encontró diferencia significativa ( $Pr \leq 0.05$ ) se realizó una prueba de comparación de medias TUKEY, utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

Las variables zoométricas se interpretaron a través de un análisis univariado utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System); en el cual se determinaron las principales medidas de tendencia central (media aritmética) y medidas de dispersión (desviación estándar D.S. y coeficiente de variación C.V.)

## **8.10. Análisis financiero**

Para determinar financieramente los resultados de la presente investigación, se procedió inicialmente a realizar un análisis de presupuesto parcial, el cual es llamado así por considerar únicamente los costos variables sin incluir los costos fijos por permanecer constantes para todos los tratamientos. Con esta información se procedió a realizar un análisis de dominancia, relación insumo/producto y tasa de retorno marginal de retorno a capital (TRMC).

### **8.10.1. Presupuesto parcial**

Para determinar el presupuesto parcial, se determinaron los costos variables por cada tratamiento y los ingresos brutos producto de la venta de los camarones. Para determinar los indicadores financieros se procedió a restar de los beneficios brutos los costos variables de cada tratamiento (Apéndice - cuadro 3A).

### **8.10.2. Relación beneficio/costo**

Para el indicador beneficio/costo se dividieron los ingresos brutos con los costos variables de cada tratamiento respectivamente; utilizando el criterio “si no se tienen diferencias en los rendimientos alcanzados y es menor la relación insumo/producto, la utilización de los sistemas de producción es promisorio para reducir los costos en la producción de camarón (Apéndice - cuadro 3A)

### **8.10.3. Análisis de dominancia**

Una vez determinados los beneficios netos para cada tratamiento, se efectuó el análisis de dominancia, el cual consistió en clasificar los tratamientos, para luego ordenar de menor a mayor, utilizando como base los datos de costos y los respectivos beneficios netos con la finalidad de detectar los tratamientos que obtuvieron los ingresos netos más bajos y descartarlos ya que estos no hacen rentable la producción. (Apéndice - cuadro 4A).

### **8.10.4. Relación insumo/producto**

La relación insumo producto se determinó con la finalidad de establecer financieramente si producir un kilogramo de camarón resulta más económico con determinada línea en un determinado sistema de producción a partir de la relación del precio de los insumos con los precios de los productos obtenidos en los tratamientos y aplicando el criterio “entre más baja la relación insumo/producto, menor costo de producción (Apéndice - cuadro 5A).

### **8.10.5. Tasa de retorno marginal**

Posterior al análisis insumo/producto, se efectuó el análisis de tasa de retorno marginal, la cual es una relación entre el beneficio neto marginal y el costo variable marginal de los insumos utilizados en los tratamientos; este análisis permite determinar el ingreso marginal de retorno por cada quetzal adicional invertido en cada tratamiento, lo que en otras palabras permitió determinar la eficiencia financiera que representa el

utilizar las líneas de camarón en los sistemas extensivo e intensivo, de donde se esperan mejores resultados financieros (Apéndice - cuadro 5A).

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{TMR = (BN / CV) * 100}$$

Donde:

**TMR** = Tasa de retorno marginal

**BN** = Beneficios netos

**CV** = Costos variables

## IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 9.1. Calidad del agua

Los camarones son animales susceptibles a sufrir estrés ante condiciones de crecimiento adversas. En condiciones de estrés el consumo de alimento es bajo, el crecimiento es lento y la tendencia a enfermedades es mayor.

El control y la estabilidad de calidad del agua son de vital importancia para lograr una óptima producción de camarón en condiciones de cultivo; es decir que deben ser controlados ya que de no hacerlo tienen un efecto negativo en los aspectos productivos de los camarones.

Es por esta razón que en el presente estudio se realizaron mediciones de los parámetros físico-químicos del agua considerando el rango aceptable y óptimo como indicador del buen manejo de la calidad del agua.

#### 9.1.1. Parámetros físicos

**Cuadro 4.** Parámetros físicos de calidad del agua obtenidos en los seis tratamientos de camarón blanco.

Tratamientos	Parámetros		
	Temperatura (°C)	Transparencia (cm)	pH (1-14)
1 (ext. A)	28.0 - 32.0	35 - 85	7.4 - 7.5
2 (int. A)	25.3 - 35.6	25 - 50	7.7 - 7.8
3 (ext. B)	26.0 - 33.0	35 - 90	7.6 - 8.1
4 (int. B)	29.4 - 35.0	25 - 80	7.8 - 7.9
5 (ext. C)	28.0 - 33.0	30 - 85	7.3 - 7.8
6 (int. C)	24.3 - 34.7	25 - 80	7.8 - 7.9

Fuente: Elaboración propia 2014.

##### 9.1.1.1. Temperatura

El parámetro físico de mayor relevancia en los tratamientos fue la temperatura que se encontró fuera del rango permitido, fluctuando en el sistema extensivo una mínima de

26.0°C y una máxima de 33.0°C; y para el sistema intensivo una mínima de 24.3 °C y una máxima de 35.6 °C (Apéndice - figura 1A).

En la metodología del cultivo comercial del camarón en Ecuador se estableció que el rango aceptado de temperatura para el cultivo de camarón es de 24.0 °C - 33.0 °C (Marcillo 2010).

De la misma manera en estudio sobre los efectos del cambio climático en las especies acuícolas más importante de la región se estableció que el rango óptimo de temperatura para el cultivo de camarón es de 27.0 °C - 31.0 °C (OLDEPESCA 2009).

Esto demuestra que las fluctuaciones de temperatura registradas en los tratamientos tuvieron una variación significativa fuera del rango aceptado en las piscinas del sistema intensivo afectando la supervivencia y el crecimiento de los camarones, ya que por debajo de 24.0 °C el crecimiento es lento, y por arriba de 33.0 °C los camarones pierden peso por el alto metabolismo. La razón por lo que las piscinas del sistema intensivo manifestaron una mayor temperatura fue porque están revestidas de Geomembrana.

#### **9.1.1.2. Transparencia**

La transparencia del agua de los tratamientos se encontró en un rango de 25 cm - 90 cm de profundidad, es decir, con intervalos de demasiada turbidez y aguas demasiado claras. (Apéndice - figura 4A).

En el manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón se indica que una piscina se encuentra en buenas condiciones con una transparencia de 30 cm - 45 cm (Rojas *et al.* 2008).

Situación que no se presentó en todos los tratamientos debido a que las lecturas presentaron una variación de 5 cm al rango mínimo y 45 cm al rango máximo. Los problemas ocasionados fueron: bajas de oxígeno por las noches y antes de la salida del sol; así mismo la mortalidad por depredadores (garzas, patos, gaviotas, etc.) debido a que el agua se presentó demasiado clara principalmente en las piscinas del sistema intensivo.

### 9.1.1.3. pH

El pH de los tratamientos se presentó entre 7.3 - 8.1, encontrándose dentro del rango óptimo para el cultivo de camarón.

En la metodología del cultivo comercial de camarón en Ecuador se establece un rango óptimo de pH de 7.0 - 8.5 (Marcillo 2010).

Para mudar el camarón tiene que bajar el pH de su cuerpo y lograr disolver las sales pegadas en su caparazón; si el pH es menor al óptimo ocurre una muda excesiva, y si el pH es mayor al óptimo el camarón no puede mudar lo que ocasiona mortalidad.

### 9.1.2. Parámetros químicos

De la misma manera, se efectuó la medición de los parámetros químicos, que se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 5.** Parámetros químicos obtenidos por tratamiento de tres líneas de camarón blanco en los sistemas de producción extensivo e intensivo.

Parámetros	Tratamientos		
	1 (ext. A)	2 (int. A)	3 (ext. B)
Oxígeno (ppm)	1.0 - 9.8	1.4 - 16.5	2.0 - 8.2
Salinidad (ppt)	20.0 - 34.0	12.0 - 33.1	17.0 - 34.0
Amonio (mg/L)	0.23 - 0.38	0.34 - 0.35	0.42 - 0.64
Nitritos (mg/L)	0.19 - 0.20	0.25 - 0.28	0.25 - 0.27
Nitratos (mg/L)	2.3 - 2.3	1.3 - 5.5	1.6 - 7.8
Fosfatos (mg/L)	1.03 - 1.11	1.29 - 2.06	1.01 - 1.03
Silicatos (mg/L)	5.8 - 12.65	9.8 - 11.6	10.18 - 11.3
Hierro (mg/L)	0.25 - 0.48	0.25 - 0.37	0.25 - 0.62
	4 (int. B)	5 (ext. C)	6 (int. C)
Oxígeno (ppm)	1.7 - 13.6	1.9 - 8	1.9 - 11.3
Salinidad (ppt)	9.0 - 22.0	19 - 34.0	11.0 - 25
Amonio (mg/L)	0.26 - 0.40	0.13 - 0.34	0.27 - 0.30
Nitritos (mg/L)	0.14 - 0.39	0.26 - 0.34	0.18 - 0.25
Nitratos (mg/L)	1.2 - 4.3	1.1 - 5.4	1.3 - 5.8
Fosfatos (mg/L)	0.98 - 2.67	0.99 - 1.92	0.87 - 0.99
Silicatos (mg/L)	13.2 - 13.7	7.8 - 11.4	12.2 - 12.4
Hierro (mg/L)	0.25 - 1.0	0.25 - 0.42	0.25 - 0.53

Fuente: Elaboración propia 2014.

### 9.1.2.1. Oxígeno

La concentración de oxígeno en los tratamientos se mantuvo en un rango de 1.0 ppm - 16.5 ppm (Apéndice - figura 2A).

En el manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón se da a conocer que el rango óptimo de oxígeno disuelto para el crecimiento adecuado de los camarones es de 3.0 ppm - 15 ppm (Rojas *et al.* 2008).

En una concentración de oxígeno menor a 3 ppm el crecimiento es lento y si esta situación se prolonga por varias horas es mortal; y en una concentración de oxígeno mayor a 15 ppm generalmente no hay problema, sin embargo es dañina si las condiciones existen por toda la piscina, debido a que impide la adecuada movilización y alimentación de los camarones.

En el estudio se presentaron bajas de oxígeno principalmente por las noches, debido a la baja producción de algas productoras de oxígeno, esto se contrarrestó con la aireación suministrada por una o dos horas.

### 9.1.2.2. Salinidad

La salinidad de los tratamientos se encontró en niveles de 9.0 ppt - 34 ppt (Apéndice - figura 3A).

En el manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón se presenta que el rango óptimo de salinidad es de 15 ppt a 25 ppt (Rojas *et al.* 2008).

El término salinidad se refiere a la concentración de iones en el agua, que influye en el metabolismo de los camarones de manera que a una salinidad de 15 ppt disminuye la supervivencia y a una salinidad mayor al 25 ppt los camarones requieren un mayor gasto energético para mantener un metabolismo y equilibrio osmótico adecuado, lo que se traduce en un crecimiento lento.

La variación de la salinidad se debió a las lluvias que se presentaron y al poco suministro de agua de río debido al bajo caudal.

### 9.1.2.3. Nutrientes en el agua

La concentración de los nutrientes en el agua de los tratamientos se presentó de la siguiente manera: amonio 0.13 mg/L - 0.64 mg/L, nitritos 0.14 mg/L - 0.39 mg/L, nitratos 1.10 mg/L - 7.80 mg/L, fosfatos 0.87 mg/L - 2.67 mg/L, silicatos 5.80 mg/L - 13.70 mg/L y hierro 0.25 mg/L - 1.0 mg/L (Apéndice - figura 5A).

En la actualización de la Carta Nacional Acuícola se establecieron los rangos adecuados de nutrientes: amonio 0.01 mg/L - 0.10 mg/L, nitritos 0.01 mg/L - 0.10 mg/L, nitratos 0.01 mg/L - 0.10 mg/L, fosfatos 0.2 mg/L - 0.6 mg/L, silicatos 3.0 mg/L - 6.0 mg/L y hierro 0.01 mg/L - 0.05 mg/L (Mayorga 2012).

Los nutrientes del presente estudio presentaron un aumento constante en el transcurso del cultivo, con rangos mayores a los adecuados en los nutrientes nitrogenados (amonio y nitritos) que son tóxicos; y nitratos, fosfatos, silicatos y hierro que favorecen al crecimiento de las microalgas benéficas (diatomeas).

El aumento de los nutrientes en el agua está relacionado con el aumento de la temperatura y la salinidad, que en época seca se presentan con mayor intensidad que en época lluviosa, sin embargo también fue influenciada por la mala calidad de los fertilizantes químicos que se suministraron.

## 9.2. Dinámica de algas

Uno de los objetivos más importantes de manejar adecuadamente la calidad del agua, es mantener un moderado y estable número de fitoplancton, ya que es la fuente de alimento natural para los camarones.

Es por esta razón que es imprescindible realizar conteos directos de los géneros y abundancia para determinar si la comunidad fitoplanctónica deseable se encuentra presente.

En el cuadro 6, se muestran las microalgas identificadas en los tratamientos con rangos mínimo y máximo de cianofitas, clorofitas, diatomeas y dinoflagelados (Apéndice - figura 6A).

**Cuadro 6.** Microalgas identificadas en el análisis cualitativo y cuantitativo por tratamiento de tres líneas de camarón blanco en los sistemas de producción extensivo e intensivo.

Trat.	Microalgas			
	Cianofitas (cel/ml)	Clorofitas (cel/ml)	Diatomeas (cel/ml)	Dinoflagelados (cel/ml)
1(ext.A)	3,600 - 29,500	75,600 - 243,000	1,850 - 41,000	180 - 3,250
2(int.A)	31,200 - 35,600	244,000 - 265,700	12,300 - 31,500	1,200 - 4,500
3(ext.B)	28,950 - 38,650	216,000 - 286,400	10,340 - 292,050	1,250 - 1500
4(int.B)	29,600 - 38,400	210,000 - 234,000	15,600 - 30,750	1,300 - 4,200
5(ext.C)	30, 750 - 42,450	175,400 - 232,000	14,500 - 29,750	1,350 - 3,750
6(int.C)	28,950 - 46,600	198,400 - 242,000	18,400 - 31,250	1,800 - 3,150

Fuente: Elaboración propia 2014.

En el estudio, el fitoplancton y la productividad primaria en la acuicultura se estableció un rango mínimo y máximo de cianofitas 10,000 cel/ml - 40,000 cel/ml, clorofitas un mínimo de 50,000 cel/ml, diatomeas un mínimo de 20,000 cel/ml y dinoflagelados un máximo de 500 cel/ml (Ninoska 2012).

En los seis tratamientos se presentó una cantidad de diatomeas baja en relación al rango mínimo y una mayor cantidad de dinoflagelados en relación al rango adecuado. La presencia de diatomeas favorece a los camarones, ya que son altamente nutritivas y proporcionan resistencia al estrés, sin embargo en todos los tratamientos se presentaron valores bajos en relación al rango adecuado.

La mayor cantidad de cianofitas en los tratamientos 1, 5 y 6 contribuyó a un considerable decrecimiento de los camarones.

Las clorofitas se mantuvieron en el rango aceptable por lo que no tuvieron una intervención en el crecimiento del camarón.

Por su parte los dinoflagelados tuvieron una presencia mayor al rango adecuado por lo que ocasionaron malos olores y sabores indeseables.

### 9.3. Supervivencia

En los sistemas de cultivo de camarón se pueden presentar enfermedades de etiología infecciosa y/o no infecciosa. Debido a que los procesos en las piscinas son dinámicos y continuamente están cambiando, provocan modificaciones en la calidad del agua y consecuentemente afectan el bienestar y la salud del camarón.

Los tratamientos fueron afectados con la enfermedad conocida como Vibriosis ocasionando altas mortalidades a pesar de la medida de acción que consistió en tratar todas las piscinas con el antibiótico oxitetraciclina, que se administró a una dosis de 250 gramos de Oxitetraciclina con un litro de aceite de pescado por 45.5 kilogramos de balanceado durante nueve días; la aplicación se repitió dos veces hasta la cosecha de los camarones.

La Vibriosis es una enfermedad bacteriana muy problemática normalmente ocasionada por el estrés a causa de la alta variación en los parámetros físico-químicos y la dinámica de las algas que contribuyen a la rápida multiplicación de bacterias oportunistas que se hospedan en el sistema sanguíneo del camarón cuando el sistema inmunológico se encuentra suprimido. Cabe mencionar que dicha enfermedad se presentó además de Guatemala en los países de Centroamérica, México y en algunos países de Sudamérica (Acuamaya 2014).

En el siguiente cuadro se detalla las supervivencias obtenidas en las siembras directas, siembras por transferencia y en cosechas:

**Cuadro 7.** Supervivencias obtenidas en siembra directa, siembra por transferencia y cosechas por tratamiento de tres líneas de camarón blanco en los sistemas de producción extensivo e intensivo.

Supervivencia	Tratamientos					
	1 (ext. A)	2 (int. A)	3 (ext. B)	4 (int. B)	5 (ext. C)	6 (int. C)
S. directa (%)	98.33	100	100	100	99.17	100
S. transf. (%)	92.36	96.67	96.67	96.98	95.44	95.37
Cosecha (%)	13.98	33.61	23.39	44.14	17.14	33.46

Fuente: Elaboración propia 2014.

Los datos que se muestran en el cuadro 7, indican que se obtuvo una supervivencia promedio del 99% en siembra directa, 95% en siembra por transferencia y 27% en cosecha.

En el manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón se da a conocer que supervivencias igual o mayores al 85% en siembras directas se consideran aceptables (Rojas *et al.* 2008).

Por otra parte, en el estudio gestión de diversidad para la acuicultura, se detalla que el rango adecuado de supervivencia de camarones juveniles es de 70% - 80% (Vergara 2013).

De la misma manera en la memoria profesional, supervivencia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en una granja comercial se menciona que una supervivencia del 70% es óptima, pero que supervivencias mayores del 50% son aceptables en condiciones adversas (Solis 2008).

Así mismo en el estudio prevalencia de enfermedades de camarón blanco cultivado en ocho regiones de Latinoamérica se establece que a causa de la Vibriosis ocurren altas mortalidades, dejando al final de la producción supervivencias promedio del 30% (Morales *et al.* 2011).

Las supervivencias obtenidas en siembra directa y siembra por transferencia fueron óptimas, sin embargo las supervivencias en cosecha fueron afectadas significativamente por la enfermedad Vibriosis, sin embargo se obtuvieron mayores porcentajes de supervivencia en el sistema intensivo superando el 30% establecido en el estudio realizado por Morales Covarrubias.

Ante la adversidad de la enfermedad el tratamiento 3 (línea B en sistema extensivo) y tratamiento 4 (línea B en sistema intensivo) fueron los que se comportaron de la mejor manera con supervivencias del 23.39% y 44.14% respectivamente.

#### 9.4. Parámetros productivos

En finca Acuamaya se utilizan líneas de camarón con características mejoradas, especialmente en los parámetros productivos, con la finalidad de tener producciones mucho más rentables en los sistemas de cultivo que actualmente se aplican.

En este estudio se evaluaron los parámetros consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, biomasa y zometría para determinar el comportamiento productivo de tres líneas de camarón en los sistemas de cultivo extensivo e intensivo.

En el siguiente cuadro se presenta el efecto de los sistemas de producción en los parámetros productivos de las tres líneas genéticamente mejoradas de camarón blanco.

**Cuadro 8.** Parámetros productivos obtenidos por tratamiento de tres líneas de camarón blanco en los sistemas de producción extensivo e intensivo.

Tratamientos	Parámetros			
	Consumo de alimento (kg)	Ganancia de peso (g)	Conversión alimenticia	Biomasa (kg)
1 (ext. A)	6,488.64 d	12.01 c	2.40 c	2,698.18 d
2 (int. A)	8,063.64 c	11.24 bc	2.47 bc	3,266.82 c
3 (ext. B)	7,829.55 c	11.74 ab	2.55 ab	3,065.91 c
4 (int. B)	15,909.09 b	11.03 a	2.73 a	5,830.91 b
5 (ext. C)	7,147.73 dc	14.24 a	3.11 a	2,295.45 dc
6 (int. C)	21,147.73 a	12.73 d	2.67 d	7,929.55 a

Nota: letras diferentes entre columna denotan diferencia significativa  $P \leq 0.05$ .

Fuente: Elaboración propia 2014.

##### 9.4.1. Consumo de alimento

Al realizar el análisis de los resultados de consumo de alimento acumulado mediante el análisis de varianza para la regresión se encontraron diferencias significativas ( $Pr \leq 0.05$ ) en los tratamientos en los resultados finales con un coeficiente de variación del 4.86%.

Generalmente se obtuvo un menor consumo en las piscinas del sistema extensivo que en las piscinas del sistema intensivo, observándose significancia en el tratamiento 1

(línea A en sistema extensivo) y tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) con valores de 6,488.64 kg y 8,063.64 kg respectivamente (Apéndice, figura 7A).

Lo anterior indica que el sistema intensivo ejerce un efecto significativo en el consumo de alimento, estableciendo que a una mayor densidad de siembra un mayor consumo de alimento; así mismo se demuestra que la línea A tiene un menor consumo de alimento en ambos sistemas.

En el período anterior de producción se obtuvieron consumos de 6,986 kg y 16,802.67 kg con supervivencias del 80% y 65% en las mismas unidades experimentales y mismas densidades de siembra (Acuamaya 2013).

Los consumos de alimento obtenidos en este estudio son menores que los obtenidos en el año 2013, esto debido a las bajas supervivencias ocasionadas por la enfermedad Vibriosis.

#### **9.4.2. Talla**

Al analizar los datos de talla a través de una prueba de T-Student se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $Pr \leq 0.05$ ) en período de cultivo promedio de 87 días.

Se observó una mejor talla en las piscinas del sistema extensivo que en las piscinas del sistema intensivo; sin embargo significativamente el tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo) y el tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) presentaron los mayores pesos con valores de 14.24 g/camarón y 12.73 g/camarón, respectivamente (Apéndice, figura 8A).

Lo anterior demuestra que el sistema extensivo ejerce un efecto significativo en la talla, estableciendo que a una menor densidad de siembra una mayor talla; así mismo se concluye que la línea C tiene una mejor talla en ambos sistemas.

En la evaluación técnica, económica y financiera de la implementación de aireación mecánica en el cultivo de camarón blanco, indica que en sistemas extensivos a una densidad de siembra de 36 camarones/m<sup>2</sup>, se obtiene un peso promedio de 11.8 g/camarón y una ganancia de peso promedio por día de 1.16 g/camarón en un período de 105 días de cultivo (Ponce 2008).

De la misma manera, en el período anterior de producción en el sistema intensivo de finca Acuamaya, se obtuvo un peso promedio de 11.43 g/camarón e incrementos promedios por semana de por día de 0.41 g/camarón en un periodo promedio de 88 días (Acuamaya 2013).

En comparación con los resultados obtenidos en este estudio se alcanza un mayor peso y un mayor incremento por semana en menos días de cultivo en el sistema extensivo que los obtenidos en la evaluación técnica de Ponce.

Así mismo se demuestra que los resultados obtenidos en este estudio en el sistema intensivo son mejores que los resultados de Acuamaya en 2013, ya que se alcanza un mayor peso y un incremento por semana mayor en menos días de cultivo.

#### **9.4.3. Conversión alimenticia**

En los resultados de conversión alimenticia analizados a través de una prueba T-Student, se encontraron diferencias significativas en los tratamientos ( $Pr \leq 0.05$ ) a consecuencia de los sistemas de producción que reducen el consumo de alimento.

Se determinó que las conversiones alimenticias más bajas se obtienen en las piscinas del sistema intensivo; sin embargo significativamente el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) y el tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) presentaron las conversiones alimenticias más bajas con valores de 2.40 y 2.47 respectivamente (Apéndice, figura 11A).

Lo anterior demuestra que el sistema intensivo ejerce un efecto significativo en la conversión alimenticia; así mismo se concluye que la línea A tiene una mejor conversión alimenticia en ambos sistemas.

En la evaluación técnica, económica y financiera de la implementación de aireación mecánica en el cultivo de camarón blanco, se indica que a una densidad de 36 camarones/m<sup>2</sup> en un período de 105 días de cultivo se obtuvo una conversión alimenticia de 1.50 (Ponce 2008).

Por otra parte, en el período de producción 2013 en finca Acuamaya, se obtuvo para el sistema intensivo una conversión alimenticia promedio de 2.27 (Acuamaya 2013)

En comparación con los datos obtenidos en este estudio, la conversión alimenticia en los sistemas extensivo e intensivo son más altos que los datos obtenidos en otras investigaciones. Es importante mencionar que la enfermedad Vibriosis ejerció un efecto negativo en el presente estudio, y es por esta razón que las conversiones alimenticias presentadas son altas.

#### **9.4.4. Biomasa**

Al analizar los datos de biomasa de los tratamientos a través de un análisis de varianza para la regresión, se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $Pr \leq 0.05$ ) afectando el factor de conversión alimenticia.

Generalmente se obtuvo una mayor biomasa en las piscinas del sistema intensivo que en las piscinas del sistema extensivo, observándose significancia en el tratamiento 3 (línea B en sistema extensivo) y tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) con valores de 3,065.91 kg y 7,929.55 kg respectivamente (Apéndice, figura 10A).

Lo anterior indica que el sistema intensivo ejerce un efecto significativo en la producción de biomasa, estableciendo que a una mayor densidad de siembra una mayor

cantidad de biomasa; así mismo se demuestra que la mayor producción de biomasa en el sistema extensivo la obtuvo la línea B y en el sistema intensivo la obtuvo la línea C.

En la evaluación técnica, económica y financiera de la implementación de aireación mecánica en el cultivo de camarón blanco, se obtuvo una biomasa de 4,135 kg en producciones del sistema extensivo a una densidad de 36 camarones/m<sup>2</sup> (Ponce 2008)

De igual manera, en finca Acuamaya en el año 2013 se obtuvo en el sistema intensivo una biomasa de 11,976 kg con supervivencia del 65% en las mismas unidades experimentales y mismas densidades de siembra (Acuamaya 2013).

Todo lo anterior indica que los rendimientos en condiciones normales tanto para el sistema extensivo como para el sistema intensivo son mucho más altos que los rendimientos que resultan después de la afección de enfermedades como lo es la Vibriosis, situación que se presentó en este estudio.

### **9.5. Variables zoométricas**

La zoometría es un elemento de trabajo importante a la hora de definir una población, así como marcar tendencias productivas o deficiencias zootécnicas. En el caso particular del camarón, el crecimiento se observa como un proceso discontinuo que ocurre por saltos, debido a que el exoesqueleto o caparazón rígido que lo recubre no permite que el aumento en largo o peso se manifieste en forma continua.

Las variables zoométricas longitud, perímetro y diámetro de los tratamientos, se evaluaron en el muestreo de población doce a excepción del tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) en el cual se evaluaron en el muestreo de población trece, debido a que este tratamiento se tardó una semana más en alcanzar el peso comercial (11 g); las variables fueron sometidas a un análisis univariado con la finalidad de obtener la media, desviación estándar y el coeficiente de variación. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 9:** Resultado de las mediciones de las variables zoométricas por tratamiento de tres líneas de camarón blanco en los sistemas de producción extensivo e intensivo.

Variables		Tratamientos								
		1 (ext. A)			2 (int. A)			3 (ext. B)		
		X	DS	CV	X	DS	CV	X	DS	CV
Long. (cm)	R-C	4.44	0.45	10.09	4.61	0.36	7.77	4.68	0.46	9.88
	2° Seg.	0.89	0.15	17.02	0.87	0.13	14.40	0.87	0.15	17.06
	3° Seg.	1.08	0.20	18.72	1.06	0.13	12.72	1.10	0.15	13.95
	4-6° Seg.	2.95	0.40	13.65	3.10	0.16	10.25	3.14	0.42	13.32
	Telson	1.36	0.16	11.61	1.44	0.16	10.96	1.43	0.19	12.92
Perím. (cm)	Cef.	4.56	0.57	12.58	4.73	0.50	10.53	4.86	0.63	12.93
	Abdom.	3.63	0.59	16.20	3.81	0.39	10.23	3.88	0.59	15.11
	6° Seg.	2.74	0.49	17.91	2.93	0.32	11.04	3.01	0.42	13.96
Diám. (cm)	Cef.	1.45	0.18	12.58	1.51	0.16	10.58	1.55	0.20	12.97
	1-2° Seg.	1.08	0.20	18.38	1.14	0.14	12.10	1.22	0.18	14.94
	3-4° Seg.	1.16	0.19	16.16	1.22	0.13	10.38	1.23	0.19	15.02
	5-6° Seg.	0.87	0.16	17.98	0.93	0.10	11.07	0.96	0.13	14.05
Variables		4 (int. B)			5 (ext. C)			6 (int. C)		
		X	DS	CV	X	DS	CV	X	DS	CV
Long. (cm)	R-C	4.81	0.54	11.14	4.83	0.53	11.01	4.75	0.46	9.69
	2° Seg.	1.02	0.15	14.30	1.03	0.15	14.37	0.95	0.11	11.31
	3° Seg.	1.21	0.18	14.68	1.21	0.18	14.52	1.18	0.20	17.00
	4-6° Seg.	3.33	0.54	16.18	3.33	0.54	16.13	3.23	0.43	13.36
	Telson	1.47	0.23	15.61	1.48	0.24	15.97	1.47	0.19	12.78
Perím. (cm)	Cef.	5.11	0.67	13.12	5.13	0.67	13.03	4.86	0.47	9.61
	Abdom.	4.16	0.71	17.15	4.28	0.62	14.58	4.07	0.58	14.16
	6° Seg.	3.24	0.54	16.65	3.25	0.54	16.58	2.72	0.97	35.71
Diám. (cm)	Cef.	1.63	0.21	13.07	1.63	0.21	12.98	1.55	0.15	9.60
	1-2° Seg.	1.25	0.19	14.97	1.26	0.19	14.92	1.25	0.19	15.24
	3-4° Seg.	1.33	0.23	17.16	1.36	0.20	14.51	1.30	0.18	14.03
	5-6° Seg.	1.03	0.17	16.65	1.04	0.17	16.51	0.87	0.31	35.71

Fuente: Elaboración propia 2014.

### 9.5.1. Longitud

Al analizar los datos a través de estadístico univariado se estableció que para la variable longitud el valor más alto lo obtuvo el tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo) con un promedio de 11.88 cm, y el menor valor lo obtuvo el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) con 10.72 cm.

### 9.5.2. Perímetro

Analizando los datos de la variable perímetro a través de un estadístico univariado se estableció que el valor más alto lo obtuvo el tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo) con un promedio de 12.66 cm, y el menor valor lo obtuvo el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) con 10.93 cm.

### 9.5.3. Diámetro

Efectuando un análisis univariado para la variable diámetro se determinó que el valor más alto lo obtuvo el tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo) con 5.29 cm y el de menor valor fue para el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) con 4.56 cm.

El análisis zoométrico constituye una técnica para describir la expresión fenotípica de los caracteres que a su vez está en función tanto de las características del ambiente como también en la información contenida en sus genes.

Según los datos presentados anteriormente, se demuestra que el tratamiento que mejor manifestó las variables longitud, perímetro y diámetro fue el tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo), ya que obtuvo los valores promedios más altos; resultados que evidencian la mayor ganancia de peso de este tratamiento que fue de 14.24 g/camarón.

El tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo) adquiere un mejor valor comercial debido a la mayor ganancia de peso, por lo que con este tratamiento se obtienen segmentos abdominales más grandes en un menor período de cultivo.

## 9.6. Tiempo óptimo de cosecha

### 9.6.1. Criterio en peso

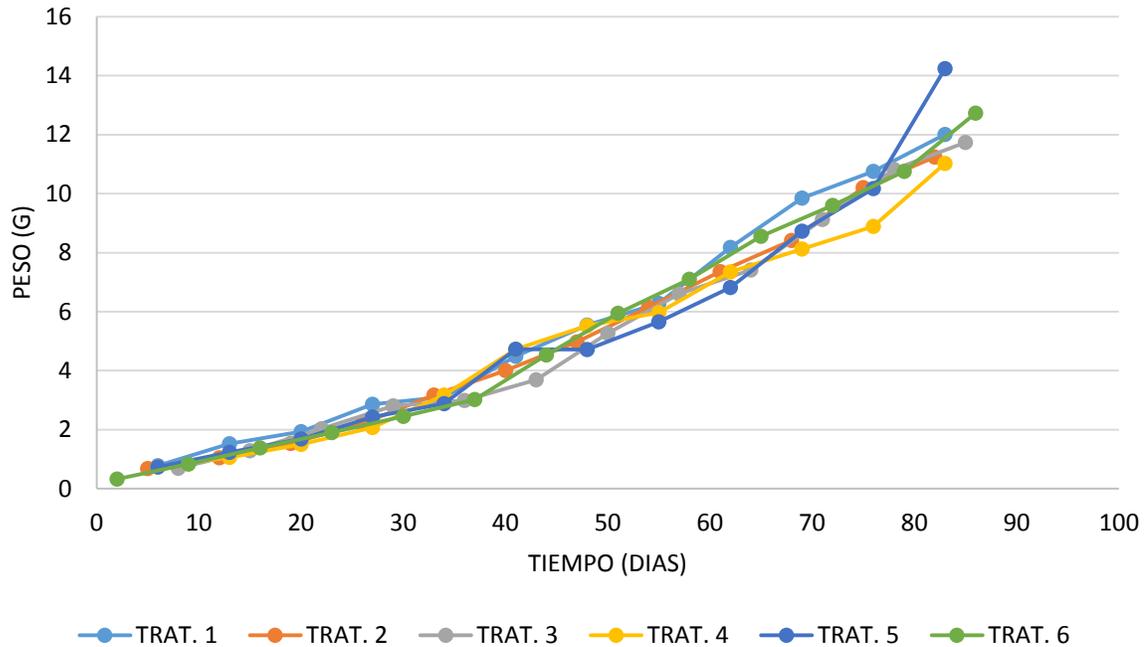


Figura 5. Criterio de peso en gramos y días de cultivo de los seis tratamientos para la estimación del tiempo óptimo de cosecha.

En base al criterio peso en la figura 5, se muestra que en los tratamientos del sistema extensivo se obtienen mejores pesos que en los tratamientos del sistema intensivo en un promedio de 84 días de cultivo en ambos sistemas.

Considerando al tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo) el mejor por alcanzar un peso promedio de 14.24 g en 83 días de cultivo; a pesar que el tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) alcanzó un peso de 12.73 g no se considera el mejor en este sistema, debido a que fue en 86 días de cultivo, es por esta razón que se considera mejor al tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) por alcanzar un peso de 11.24 g en 82 días de cultivo.

### 9.6.2. Criterio en biomasa

En las figuras 6 se presenta la biomasa total y los días de cultivo de las tres líneas de camarón en los sistemas de producción extensivo e intensivo para la determinación del tiempo óptimo de cosecha en base al criterio de biomasa.

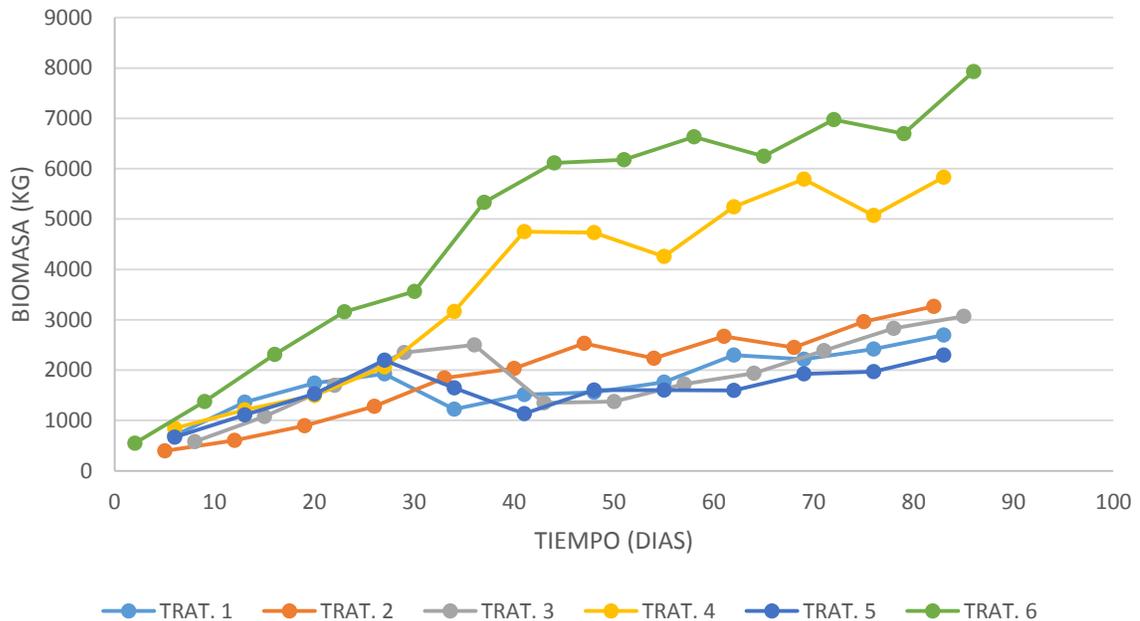


Figura 6. Criterio de biomasa total y días de cultivo de los seis tratamientos para la estimación del tiempo óptimo de cosecha.

En base al criterio biomasa en la figura 6, se muestra que en los tratamientos del sistema intensivo se obtienen mejores rendimientos en biomasa que en los tratamientos del sistema extensivo en un promedio de 84 días de cultivo en ambos sistemas.

Considerando al tratamiento 3 (línea B en sistema extensivo) en el sistema extensivo el mejor por tener una biomasa de 3,065.91 kg en 85 días de cultivo; en el sistema intensivo la mayor biomasa la obtuvo el tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) con 7,929.55 kg en 86 días de cultivo. Obviamente que la decisión de elegir una línea genética y un sistema de producción (si es mejor o no) dependerá del objetivo que se fije como prioritario al inicio del cultivo (mayor talla o mejor rendimiento).

## 9.7. Análisis financiero

### 9.7.1. Presupuesto parcial

**Cuadro 10.** Presupuesto parcial de los tratamientos en el que se incluyen los indicadores financieros costos beneficio bruto, beneficio neto y relación b/c.

Variables	Tratamientos		
	1 (ext. A)	2 (int. A)	3 (ext. B)
Beneficios			
Kg de camarón	2,698.18	3,266.82	3,065.91
Precio (Q/kg)	36.30	36.30	36.30
Beneficio bruto (Q)	97,943.93	118,585.57	111,292.53
Costos variables			
Larva de camarón			
Cantidad (millones)	1,122,045	725,752	1,043,499
Precio (Q/millones)	27,444	27,444	27,444
Total	30,793.40	19,917.54	28,637.79
Consumo de alimento			
Cantidad (kg)	6,488.64	8,063.64	7,829.55
Precio (Q./kg)	4.95	4.95	4.95
Total (Q)	32,118.77	39,915.02	38,756.27
Total de costos			
Variables (Q)	62,912.17	59,832.56	67,394.06
Beneficio neto	35,031.76	58,753.01	43,898.47
Relación beneficio/costo	1.56	1.98	1.65
	4 (int. B)	5 (ext. C)	6 (int. C)
Beneficios			
Kg de camarón	5,830.91	2,295.45	7,929.55
Precio (Q/kg)	36.30	36.30	36.30
Beneficio bruto (Q)	211,662.03	106,193.84	287,842.67
Costos variables			
Larva de camarón			
Cantidad (millones)	1,424,647	1,127,401	2,073,900
Precio (Q/millones)	27,444	27,444	27,444
Total	39,098.01	30,890.79	56,916.11
Consumo de alimento			
Cantidad (kg)	15,909.09	7,147.73	21,147.73
Precio (Q/kg)	4.95	4.95	4.95
Total (Q)	78,750.00	35,381.26	104,681.26
Total de costos			
Variables (Q)	117,848.01	66,272.05	161,597.37
Beneficio neto	93,814.02	39,921.79	126,245.30
Relación beneficio/costo	1.80	1.60	1.78

Fuente: Elaboración propia 2014.

Los Costos de los sistemas de producción sobre las líneas de camarón incidieron en los costos variables por cada tratamiento y los ingresos producto de la venta. El rubro de los costos de producción de cada tratamiento lo constituyen en esta investigación los costos variables, dado que los tratamientos lo conforman la cantidad de larva utilizada y el total de balanceado suministrado.

Como se puede apreciar en el cuadro 10, el costo más elevado en la producción de camarón lo tiene el tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) con Q. 161,597.37 y el costo más bajo lo tiene el tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) con Q.59,832.56.

Al evaluar los resultados se observó que el tratamiento que presenta el valor más alto de ingreso bruto fue el tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) con Q.287,842. Y el menor ingreso bruto se registró en el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) con Q. 97,943.93.

En cuanto a los indicadores financieros el tratamiento que obtuvo el mayor valor en beneficio neto y relación beneficio costo fue el tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) reportando valores de Q. 126,245.30 de beneficio neto y 1.78 de relación beneficio/costo y obteniendo los menores valores el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) con Q.35,031.76 de beneficio neto y 1.56 de relación beneficio/costo.

Los resultados demuestran que en el sistema extensivo los valores favorecen al tratamiento 3 (línea B en sistema extensivo) y en el sistema intensivo al tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) teniendo mayor recuperación en la inversión.

### **9.7.2. Relación beneficio/costo**

Es importante mencionar que la relación beneficio/costo para los tratamientos a pesar de la baja supervivencia son aceptables, siendo la más alta la del tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) con 1.98, este valor indica que el beneficio o ganancia por quetzal invertido fue de Q0.98.

### 9.7.3. Análisis de dominancia

En base a la información anterior se realizó el análisis de dominancia, el cual es fundamental para calcular la tasa de retorno marginal (TRM).

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de dominancia, en donde se evidencia que el tratamiento dominador es el tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) con beneficio neto de Q.126,245.30.

**Cuadro 11.** Análisis de dominancia para los seis tratamientos de camarón.

Tratamientos	Costos que Varían	Beneficios netos (Q)	Dominancia
2 (int. A)	59,832.56	58,753.01	
1 (ext. A)	62,912.17	35,031.76	D
5 (ext. C)	66,272.05	39,921.79	D
3 (ext. B)	67,394.06	43,989.47	D
4 (int. B)	117,848.01	93,814.02	
6 (int. C)	161,597.37	126,245.30	

Fuente: Elaboración propia 2014.

En el cuadro 12, se observa el análisis de dominancia realizado para los tratamientos en donde los tratamientos 1 (línea A en sistema extensivo), 3 (línea B en sistema extensivo) y 5 (línea C en sistema extensivo) fueron dominados por el resto de los tratamientos, ya que presentaron beneficios netos bajos, es decir que el valor del aumento no es suficiente para compensar el incremento de costos.

### 9.7.4. Relación insumo/producto

Para determinar financieramente si el kilogramo de camarón resulta más económico producirlo con determinada línea genética y sistema de producción se procedió a realizar una relación de insumo/producto en los tratamientos.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos en la relación insumo/producto de los seis tratamientos.

**Cuadro 12.** Relación insumo/producto de los seis tratamientos de camarón.

Tratamientos	Insumos (Q)	Producto (kg)	Insumo/producto (Q/kg)	Precio venta (Q/kg)	RIP <sup>a</sup> (Q/kg)	TRM (%)
2 (int. A)	59,832.56	3,266.82	18.32	36.30	17.98	98
4 (int. B)	117,848.01	5,830.00	20.21	36.30	16.09	80
6 (int. C)	161,597.37	7,929.55	20.38	36.30	15.92	78
3 (ext. B)	67,394.06	3,065.91	21.98	36.30	14.32	65
5 (ext. C)	66,272.05	2,295.45	28.87	36.30	7.43	60
1 (ext. A)	62,912.17	2,698.28	23.32	36.30	12.98	55

Fuente: Elaboración propia 2014.

En el cuadro 13 se observa que en el análisis estadístico, el sistema de producción intensivo influyó sobre los rendimientos productivos del camarón y de esta manera financieramente se deduce que es mucho más económico el kilogramo de camarón producido en el sistema intensivo; es decir que la relación insumo/producto es menor en las producciones a mayores densidades como lo es en el tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) ya que se obtiene un precio de producción por kilogramo de camarón de Q.18.32 a diferencia del tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo) en donde el precio de producción por kilogramo de camarón es de Q.28.87.

#### 9.7.5. Tasa de retorno marginal

El análisis marginal que se muestra en el cuadro 9, indican que la mejor tasa de retorno marginal se obtiene con el tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) con 98%, lo que indica que por un Q.1.00 que se invierte, el mismo se recupera y se obtiene un beneficio adicional de Q.0.98. Por otra parte la tasa más baja de retorno marginal se obtiene con el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) con 55%, es decir que por un Q.1.00 invertido, este se recupera y se obtiene Q.0.55 adicional.

## X. CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones del presente estudio los parámetros físico-químicos tuvieron un efecto negativo en todos los tratamientos, debido a las variaciones bruscas principalmente de la temperatura, oxígeno y salinidad, y concentraciones altas de sustancias químicas amonio, nitritos, nitratos, fosfatos, silicatos y hierro; afectando principalmente la supervivencia y los parámetros productivos.
- Debido a las variaciones de los parámetros físico-químicos no se presentaron cantidades de microalgas adecuadas, siendo bajas las microalgas benéficas como las diatomeas y altas las microalgas dañinas como las cianofitas y dinoflagelados, que en combinación con los parámetros físico-químicos establecieron un medio de estrés para los camarones, lo que contribuyó al desarrollo de la enfermedad conocida como Vibriosis.
- La enfermedad Vibriosis que afectó principalmente a los camarones de mayor tamaño, ocasionó altas mortalidades en los seis tratamientos, obteniendo al final de la producción una supervivencia promedio del 27%, afectando los parámetros productivos principalmente el consumo de alimento y biomasa final.
- Estadísticamente el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) y el tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) fueron los que tuvieron un menor consumo para el sistema extensivo e intensivo respectivamente, evidenciando que la línea de camarón A consume una menor cantidad de alimento.
- El tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo) y el tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) obtuvieron una mejor ganancia de peso en los sistemas extensivo e intensivo respectivamente, evidenciando que la línea de camarón C tiene una mayor ganancia de peso.

- Las conversiones alimenticias más bajas las obtuvieron el tratamiento 1 (línea A en sistema extensivo) y el tratamiento 2 (línea A en sistema intensivo) en los sistemas extensivo e intensivo respectivamente, concluyendo que la línea de camarón A tiene una mejor conversión alimenticia.
- La producción de biomasa fue afectada considerablemente por la enfermedad Vibriosis, sin embargo la mayor producción la obtuvo el tratamiento 3 (línea B en sistema extensivo) y el tratamiento 6 (línea C en sistema intensivo) para los sistemas extensivo e intensivo respectivamente, evidenciando que la línea de camarón B tiene una mayor producción de biomasa en el sistema extensivo y la línea de camarón C tiene una mayor producción de biomasa en el sistema intensivo.
- A través de las mediciones se evidenció la alta variabilidad de tallas en los camarones, de la misma manera se observó una relación directa entre el peso y las variables zoométricas, evidenciándose en el tratamiento 5 (línea C en sistema extensivo).
- El tiempo óptimo de cosecha mediante el criterio de peso promedio y días de cultivo, se determinó que los pesos mayores se obtuvieron en los tratamientos del sistema extensivo, así mismo mediante el criterio de biomasa y días de cultivo, se estableció que los mejores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos del sistema intensivo en un período promedio de 84 días de cultivo para ambos sistemas.
- Estadísticamente y financieramente los sistemas de producción influyen en el comportamiento productivo de tres líneas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) de manera que el sistema extensivo el consumo de alimento es menor y se posee una mejor ganancia de peso; sin embargo en el sistema intensivo se posee una mejor conversión alimenticia y una producción mayor de biomasa.

## XI. RECOMENDACIONES

- Diseñar estrategias de bioseguridad preventivas que reduzcan el impacto de las enfermedades que afectan a los camarones en la región.
- Realizar análisis de agua para la identificación de bacterias que conlleven al desarrollo de enfermedades.
- Replicar el presente estudio en época de lluvia para obtener datos comparativos en los parámetros físico-químicos, dinámica de algas, supervivencia, parámetros productivos, zoometría, tiempo óptimo de cosecha y variables financieras.
- Debido a la afección de la enfermedad Vibriosis resulta muy difícil dar a conocer el potencial genético de las líneas de camarón, sin embargo con los datos obtenidos en la investigación, desde el punto de vista de conversión alimenticia se puede recomendar a los camaricultores que prefieren camarón de talla grande la línea A, debido a que presenta un mejor aprovechamiento del alimento; y desde el punto de vista ganancia de peso se recomienda la línea C, ya que esta línea presenta los pesos más altos. A los camaricultores que desean obtener un mayor ingreso neto se recomienda utilizar la línea B y C a una densidad de 125 camarones/m<sup>2</sup>, en donde se obtienen mayores rendimientos por ciclo.

## XII. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Acuamaya, S.A. GT. 2013. Evolución del cultivo de camarón y su vivencia con enfermedades. Antigua Guatemala, GT. 65 diapositivas.
- 2) Álvarez, M. 2010. Programa de mejoramiento genético del grupo Deli de Honduras (en línea). Honduras, Editorial Sea Joy. Consultado 4 mar. 2014. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qgMUeNvK0toJ:seajoyhn.com/getfile.php%3Fid%3D71+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=gt>
- 3) Bautista, JC; Frías Espiricueta, MG. 2013. La vestimenta del camarón (en línea). Ciencia y Desarrollo, enero-febrero-2013. México. Consultado: 24 sep. 2014. Disponible en: <http://www.cyd.conacyt.gob.mx/263/articulos/vestmentacamaron.html>
- 4) Castro, A. 2009. Cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vanammei*, finca Acuamaya S.A., aldea El Salitrillo, municipio de Pasaco, departamento de Jutiapa (en línea). Informe técnico acuicultura. Guatemala, USAC. 34 p. Consultado: 10 oct. 2014. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24\\_0089.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24_0089.pdf)
- 5) Castro, F; Ceballos, J. 2011. Estrategias para optimizar el manejo del alimento en el engorde de camarón blanco del caribe *Litopenaeus schmitti* (en línea). AquaTIC no 35: 2021. Consultado 2 oct. 2014. Disponible en: <http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/4381/1/Manejo%20alimento%20camar%C3%B3n%20Fraga%20y%20JaimeOceandocs.PDF>
- 6) Cazali, P. 2006. Informe final de práctica profesional supervisada laboratorio de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* finca El Rincón del grupo Aqua, en el departamento de Santa Rosa (en línea). Informe técnico acuicultura. Guatemala, USAC. 56 pag. Consultado: 1 oct. 2014. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24\\_0052.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24_0052.pdf)

- 7) Ceballos, B. 2011. Camarón blanco del Pacífico: técnicas de engorde (en línea). Cuba, EcuRed. Consultado: 8 oct. 2014. Disponible en: [http://www.ecured.cu/index.php/Camar%C3%B3n\\_blanco\\_del\\_Pac%C3%ADfico](http://www.ecured.cu/index.php/Camar%C3%B3n_blanco_del_Pac%C3%ADfico)
- 8) Cenired (Centro de Investigación y Desarrollo del Sector Agropecuario, CO). 2013. Mejoramiento genético de *Litopenaeus vannamei* (en línea). Colombia. Consultado 7 feb. 2014. Disponible en: <http://www.cenired.org.co/?q=investigacion/ceniagua>
- 9) Cometa digital, MX. 2014. Morfología de los crustáceos. México. Consultado: 2 sep. 2014. Disponible en: [http://www.cometadigital.com/educativos/crustaceos/versión\\_html/paneles/camaron/panel\\_cam\\_morfologia.html#inicio](http://www.cometadigital.com/educativos/crustaceos/versión_html/paneles/camaron/panel_cam_morfologia.html#inicio)
- 10) Cortés, J. 2009. Frecuencia y distribución alimenticia en el cultivo intensivo de juveniles del camarón blanco *Penaeus vannamei* (en línea). Bolivia, CICIMAR. 34 p. Consultado: 8 oct. 2014. Disponible en: <http://tesis.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/2863/1/15.pdf>
- 11) E&N (Estrategias y Negocios, HN). 2013. Galardón como mejor exportador del sector agrícola y pesca: Acumaya, S.A (en línea). Honduras, AGEXPORT. Consultado 20 sep. 2014. Disponible en: <http://www.estrategiaynegocios.net/empresasymanagement/empresas/460236-330/guatemalaentreganpremioexportador-del-ano-2012>
- 12) FCV-UNNE (Facultad de Ciencias Veterinarias-Universidad Nacional del Noroeste). 2014. Clasificación de Barón (en línea). Argentina. 13 p. Consultado: 9 oct. 2014. Disponible en: <http://ipafcv.files.wordpress.com/2014/04/4-baron-y-zoometria1.pdf>
- 13) Flores, J. 2014. Mejoramiento genético del camarón (en línea). La Jornada en la Ciencia. Consultado 10 feb. 2014. Disponible en: <http://ciencias.jornada.com.mx/noticias/mejoramiento-genetico-del-camaron>

- 14) Fox, J. 2014. Nutrición y manejo del alimento (en línea). Texas, US. CESASIN. 56 p. Consultado: 2 oct. 2014. Disponible en: <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/4%20Nutrici%C3%B3n.pdf>
- 15) Fundamentos técnicos, GT. 2014. Identificación de razas en ganadería (en línea). Guatemala. 29 diapositivas. Consultado: 9 oct. 2014. Disponible en: <http://box.jisko.net/d/8d0d0fc1>
- 16) Gómez, G. 2011. Cultivo intensivo (en línea). México, CIB. Consultado: 9 oct. 2014. Disponible en: <http://www.cibnor.mx/es/investigacion/gruposdeinvestigacion/grupo-de-bioinformatica/investigaciones/genoma-camaron/g-grupos-de-trabajo/g-cultivo-intensivo>
- 17) Google maps. 2014. Ubicación en satélite de finca Acuamaya (en línea). Consultado 17 mar. 2014. Disponible en: [https://www.google.com.gt/maps/@14.7324973,\\_90.4494095,79306m/data=!3m1!1e3?hl=es-419](https://www.google.com.gt/maps/@14.7324973,_90.4494095,79306m/data=!3m1!1e3?hl=es-419)
- 18) Guerra, M; Alba Valdivia, L; Pérez Jar, L; Mejias, J; Jiménez Cabrera, R. 2010. Desempeño reproductivo de dos líneas de reproductores de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* introducidos en Cuba (en línea). Revista Electrónica de Veterinaria 11(7): 111. Consultado: 7 oct. 2010. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070710/071008.pdf>
- 19) ISDE pesca y acuicultura, GT. 2011. Productos y mercados (en línea). Guatemala. 26 p. Consultado 20 sep. 2014 Disponible en: [http://mejoremosguate.org/cms/content/files/diagnosticos/economicos/17.ISDE\\_Pesca\\_y\\_Acuicultura.pdf](http://mejoremosguate.org/cms/content/files/diagnosticos/economicos/17.ISDE_Pesca_y_Acuicultura.pdf)
- 20) Jimenez, R; Guerra, M. 2011. Optimización del procedimiento del cálculo del alimento en estanques de engorde para la eficiencia del cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en Cuba (en línea). Revista Electrónica de Veterinaria 12(4): 11. Consultado: 2 oct. 2014. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617179003>

- 21) Leyva, G; Zaéns, L; Guevara, S. 2010. Protocolo de prevención y contingencias para el cultivo de camarón en Baja California (en línea). México, SAGARPA. 23 p. Consultado: 06 oct. 2014. Disponible en: [http://www.cesaibc.org/sitio/archivos/Protocolodecontingenciacamaron\\_200313153207.pdf](http://www.cesaibc.org/sitio/archivos/Protocolodecontingenciacamaron_200313153207.pdf)
- 22) Lightner, D; Pantoja, C. 2012. Manual para el diagnóstico de enfermedades del camarón (en línea). Estados Unidos de América, USDA. 87 p. Consultado: 06 oct. 2014. Disponible en: <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/DIAGNOSTICOENFCAMARONUSDA.pdf>
- 23) Marcillo Morla, F. 2010. Metodología del cultivo comercial de camarón en Ecuador, especies: *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*, *P. stylirostris* (en línea). Guayaquil, EC, ESPOL. 29 diapositivas. Consultado: 17 oct. 2014. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8888/1/Clase02.pdf>
- 24) Mayorga Castañeda, FJ. 2012. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Acuícola (en línea). Diario Oficial, jun. 6:33 -112. México. Consultado: 17 oct. 2014. Disponible en: <http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/2011/06062012%20SAGARPA.pdf>
- 25) Morales Covarrubias, MS; Ruiz-Luna, A; Pereira Moura-Lemus, A; Solis-Montiel, VT; Conroy, G. 2011. Prevalencia de enfermedades de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* cultivado en ocho regiones de Latinoamérica (en línea). Revista Científica FCV-LUZ 31(5): 434-446. Consultado: 06 oct. 2014. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/33801/1/articulo9.pdf>
- 26) Municipalidad de Pasaco, Jutiapa, GT. 2008. Datos climatológicos y zonas de vida de Pasaco, Jutiapa, GT.
- 27) Ninoska, C. 2012. El fitoplancton y la productividad primaria en la acuicultura (en línea). Nicaragua, CIEMA. 14 p. Consultado: 18 oct. 2014. Disponible en: <http://www.ciema.uni.edu.ni/archivos/articulos/ncw.pdf>

- 28) Oddone, N; Stella, C. 2013. Diagnóstico de la cadena de camarón de cultivo en El Salvador (en línea). México, CEPAL. 45 p. Consultado: 8 oct. 2014. Disponible en: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/52059/Diagnosticodelacadena.pdf>
- 29) OLDEPESCA (Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero, MX). 2009. Estudio sobre los efectos del cambio climático en las especies acuícolas más importantes de la región (en línea). México. 74 p. Consultado: 17 oct. 2014. Disponible en: [http://www.oldepesca.com/userfiles/DI\\_21\\_EFECTOS\\_CLIMATICO\\_S\\_ACUICULTURA.pdf](http://www.oldepesca.com/userfiles/DI_21_EFECTOS_CLIMATICO_S_ACUICULTURA.pdf)
- 30) Parrales, D, Pillasagua, C. 2010. Efecto de las condiciones medio ambientales, en el transporte y aclimatación de postlarvas de camarón *Penaeus vannamei* (Pérez – Farfante y Kensley - 1997) en la zona de Punta Blanca, Manta - Manabí - Ecuador, durante el período 2009 (en línea). Tesis Lic. Biólogo Pesquero. Ecuador, ULEAM. 53 p. Consultado 24 sep. 2014. Disponible en: <http://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/26000/1022/1/T-ULEAM-06-0019.pdf>
- 31) Petriella, A; Boschi, E. 2005. Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en argentina (en línea). Investigaciones Marinas 25:135-157. Consultado: 9 oct. 2014. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-71781997002500010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-71781997002500010&script=sci_arttext)
- 32) Ponce, D. 2008. Evaluación técnica, económica y financiera de la implementación de aireación mecánica en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (en línea). Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 29 p. Consultado: 22 oct. 2014. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/107/1/T2647.pdf>
- 33) Prato, F. 2009. Ciclos lunares (en línea). Revista Flyfishing & Tying Journal, spring. Consultado 24 sep. 2014. Disponible en: <http://www.federicoprato.com.ar/notas/cicloslunares/cicloslunares.htm>

- 34) Rojas, A; Boyd, C; Chang, KL; Pantoja, C; Brock, J; Johnson, K; Treece, G. 2008. 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 camarinocultura (en línea). Estados Unidos, USAID. 51 p. Consultado: 17 oct. 2014. Disponible en: <http://www.crc.uri.edu//PKDgoodmgfieldmanual.pdf>
- 35) Rubio, M; Silveria, R. 2012. Enfermedades infecciosas en camarones *Penaeus* y langosta *Panulirus*. Situación actual (en línea). Cuba. Revista Electrónica de Veterinaria, 13 (7): 17. Consultada 07 oct. 2014. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070712/071203.pdf>
- 36) SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, MX). 2014. Morfología externa del camarón blanco (en línea). México. Consultado: 2 oct. 2014. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5336631&fecha=12/03/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5336631&fecha=12/03/2014)
- 37) Simmons, C. 2000. Descripciones de los suelos que aparecen en la carta agrológica de reconocimiento de la república. Guatemala, Servicio Cooperativo Internacional de Agricultura. 150 p.
- 38) Solis Guzmán, V. 2008. Memoria de experiencia profesional. Supervivencia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en una granja comercial (en línea). México, UMICH. Consultado: 22 oct. 2014. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/4748/1/SUPERVIVENCIADELAMARONBLANCOLITOPENAEUSVANNAMEIBOONE1931ENUNAGRANJACOMERCIAL.pdf>
- 39) Torres Acuña, I. 2008. Biogenética de larvas zoea de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* alimentadas con diferentes raciones de la microalga *Phaeodactylum tricornutum* (en línea). México, UMICH 34 p. Consultado 1 oct. 2014. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/4609/1/BIOENERGETICADELARVASZOEAEDECAMARONBLANCOLITOPENAEUSVANNAMEIALIMENTADASCONDIFERENTESRACIONESDELAMICROALGAPHAEOACTYLUMTRICORNUTUM.pdf>

- 40) Rosa-Velez, J De La. 2013. La camarinocultura: panorámica del desarrollo de una industria millonaria en México y en el mundo (en línea). Divulgare (julio-septiembre). 6 p. Consultado: 7 oct. 2014. Disponible en: <http://132.248.129.5/cursosOJS/index.php/uabc/article/viewFile/870/873>
- 41) Vergara, C. 2013. Gestión de la diversidad genética para la acuicultura (en línea). Panamá, Sociedad de Biología Panameña. Consultado: 7 oct. 2014. Disponible en: <http://biologiapanama.org/2013/09/24/carlos-vergara-chen-gestion-de-diversidad-genetica-para-la-acuicultura/>



## XIII. APÉNDICE

**Cuadro 1A.** Formato general de registros productivos del sistema extensivo.

Boleta general de registros productivos del sistema de producción extensivo									
Lunes _____ de _____ del _____									
Piscina No. _____					Densidad: _____				
Cantidad sembrada: _____					Fecha de siembra: _____				
Supervivencia: _____									
Parámetros hidrobiológicos (06:00 a 18:00 h.)									
									Promedio
	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00		
Temperatura									
Oxígeno									
Salinidad									
Parámetros hidrobiológicos (20:00 a 04:00 h.)									
									Promedio
	20:00	22:00	24:00	02:00	04:00				
Temperatura									
Oxígeno									
Salinidad									
Muestras de población									
No.	Peso (g)	Long.	Perím.	Diám.	Color	D	M	PM	Calidad
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Prom.									
Consumo de alimento									
Tabla	Dictado	40%	60%				Kg/ha		FC

Fuente: Elaboración propia 2014.

**2A. Formato general de registros productivos del sistema intensivo.**

Boleta general de registros productivos del sistema de producción intensivo									
Lunes _____ de _____ del _____									
Piscina No. _____					Densidad: _____				
Cantidad sembrada: _____					Fecha de siembra: _____				
Supervivencia: _____									
Parámetros hidrobiológicos (06:00 a 18:00 h.)									
									Promedio
	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00		
Temperatura									
Oxígeno									
Salinidad									
Parámetros hidrobiológicos (20:00 a 04:00 h.)									
									Promedio
	20:00	22:00	24:00	02:00	04:00				
Temperatura									
Oxígeno									
Salinidad									
Muestras de población									
No.	Peso (g)	Long.	Perím.	Diám.	Color	D	M	PM	Calidad
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Prom.									
Consumo de alimento									
Tabla	Dictado	20%	20%	60%	Kg/ha				FC

Fuente: Elaboración propia 2014.

**Cuadro 3A.** Formato de los presupuestos parciales de los seis tratamientos.

Presupuestos	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Beneficios						
Kg de camarón						
Precio (Q/kg)						
Beneficio bruto (Q)						
Costos variables						
Larva de camarón						
Cantidad (millones)						
Precio (Q/millón)						
Total (Q)						
Consumo alimento						
Cantidad (kg)						
Precio (Q/kg)						
Total (Q)						
Total de costos						
Variables (Q)						
Beneficio Neto (Q)						
Relación beneficio/costo						

Fuente: Elaboración propia 2014.

**Cuadro 4A.** Formato del análisis de dominancia de los seis tratamientos.

Tratamientos	Costos que varían	Beneficios netos	Dominancia
T <sub>1</sub>			
T <sub>2</sub>			
T <sub>3</sub>			
T <sub>4</sub>			
T <sub>5</sub>			
T <sub>6</sub>			

Fuente: Elaboración propia 2014.

**Cuadro 5A.** Formato de la relación insumo/producto y tasa de retorno marginal de los seis tratamientos.

Tratamientos	Consumo (Q)	Producto (Q)	Insumo/Producto (Q/kg)*	Insumo/Producto (Q/kg)**	RIP <sup>a</sup> (Q/kg)	TRM (%)
T <sub>1</sub>						
T <sub>2</sub>						
T <sub>3</sub>						
T <sub>4</sub>						
T <sub>5</sub>						
T <sub>6</sub>						

\*Relación insumo producto en finca

\*\*Relación insumo producto en mercado

Fuente: Elaboración propia 2014.

**Cuadro 6A.** Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 1.

Fuente	GL	SC	CM	F calculada	Pr $\geq$ F
Modelo	1	2485116	2485116	24.63	0.0006
Error	10	1009005	100900		
Total	11	3494120			

c.v. = 17.79

$y = 931.27 + 0.23 (x)$

**Cuadro 7A.** Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 2.

Fuente	GL	SC	CM	F calculada	Pr $\geq$ F
Modelo	1	8766612	8766612	88.17	<.0001
Error	10	994276	99428		
Total	11	9760889			

c.v. = 16.33

$y = 734.29 + 0.33 (x)$

**Cuadro 8A.** Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 3.

Fuente	GL	SC	CM	F calculada	Pr $\geq$ F
Modelo	1	3417507	3417507	12.79	0.0050
Error	10	2671355	267135		
Total	11	6088862			

c.v. = 27.13

$y = 1066.65 + 0.22 (x)$

**Cuadro 9A.** Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 4.

Fuente	GL	SC	CM	F calculada	Pr $\geq$ F
Modelo	1	31607334	31607334	50.90	<.0001
Error	10	6209390	620939		
Total	11	37816723			

c.v. = 21.27

$y = 1479.33 + 0.32 (x)$

**Cuadro 10A.** Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 5.

Fuente	GL	SC	CM	F calculada	Pr $\geq$ F
Modelo	1	1165606	1165606	9.38	0.0120
Error	10	1242226	124223		
Total	11	2407832			

c.v. = 21.94

$y = 1046.75 + 0.14 (x)$

**Cuadro 11A.** Análisis de varianza para las variables consumo de alimento acumulado y biomasa total en el tratamiento 6.

Fuente	GL	SC	CM	F calculada	Pr $\geq$ F
Modelo	1	56775445	56775445	57.21	<.0001
Error	11	10916783	992435		
Total	12	67692228			

c.v. = 20.54

$y = 2077.20 + 0.30 (x)$

**Cuadro 12A.** Análisis de T-Student para la variable peso promedio de los tratamientos evaluados.

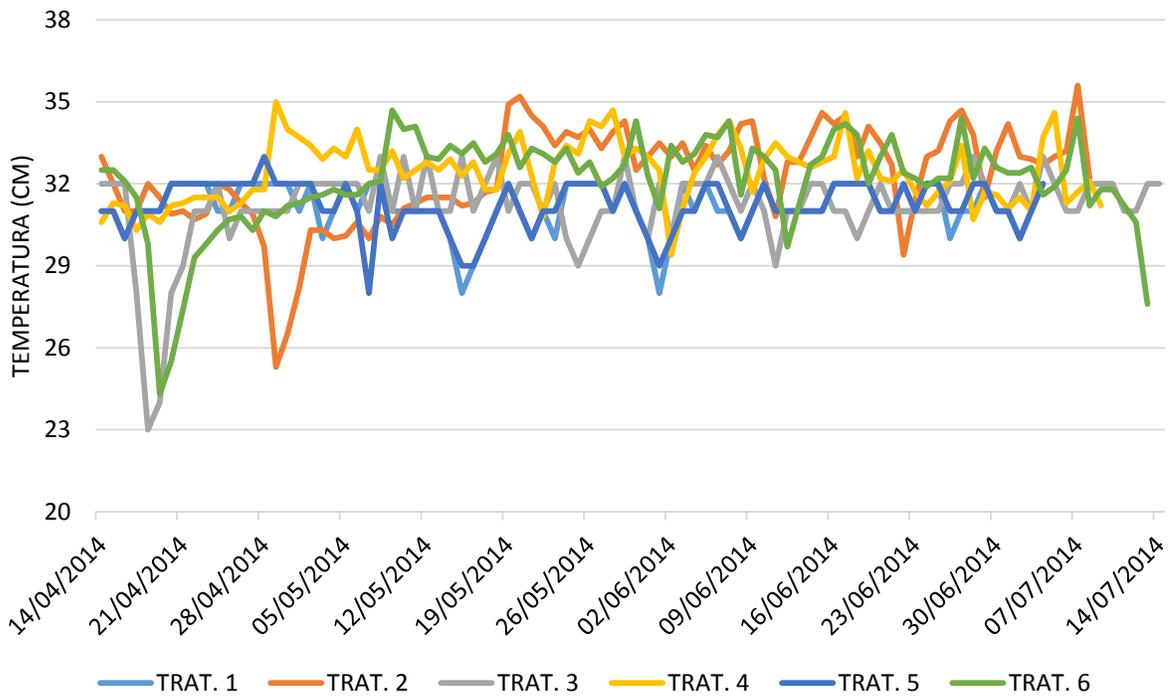
Comparación	T-Student			GL
	Calculada	Tabular	Pr $\leq$ 0.05	
Trat. 1 vs Trat. 3	- 2.30	2.07	*	22
Trat. 1 vs Trat. 5	- 1.05	2.07	NS	22
Trat. 3 vs Trat. 5	- 0.13	2.07	NS	22
Trat. 2 vs Trat. 4	- 0.49	2.07	NS	22
Trat. 2 vs Trat. 6	- 4.51	2.07	*	23
Trat. 4 vs Trat. 6	- 1.72	2.07	NS	23
Trat. 1 vs Trat. 2	- 4.67	2.07	*	22
Trat. 1 vs Trat. 4	- 3.06	2.07	*	22
Trat. 1 vs Trat. 6	- 8.61	2.07	*	23
Trat. 3 vs Trat. 2	- 3.02	2.07	*	22
Trat. 3 vs Trat. 4	- 1.66	2.07	NS	22
Trat. 3 vs Trat. 6	- 8.62	2.07	*	23
Trat. 5 vs Trat. 2	- 0.94	2.07	NS	22
Trat. 5 vs Trat. 4	- 1.06	2.07	NS	22
Trat. 5 vs Trat. 6	- 2.14	2.07	*	23

Trat. = Tratamiento.

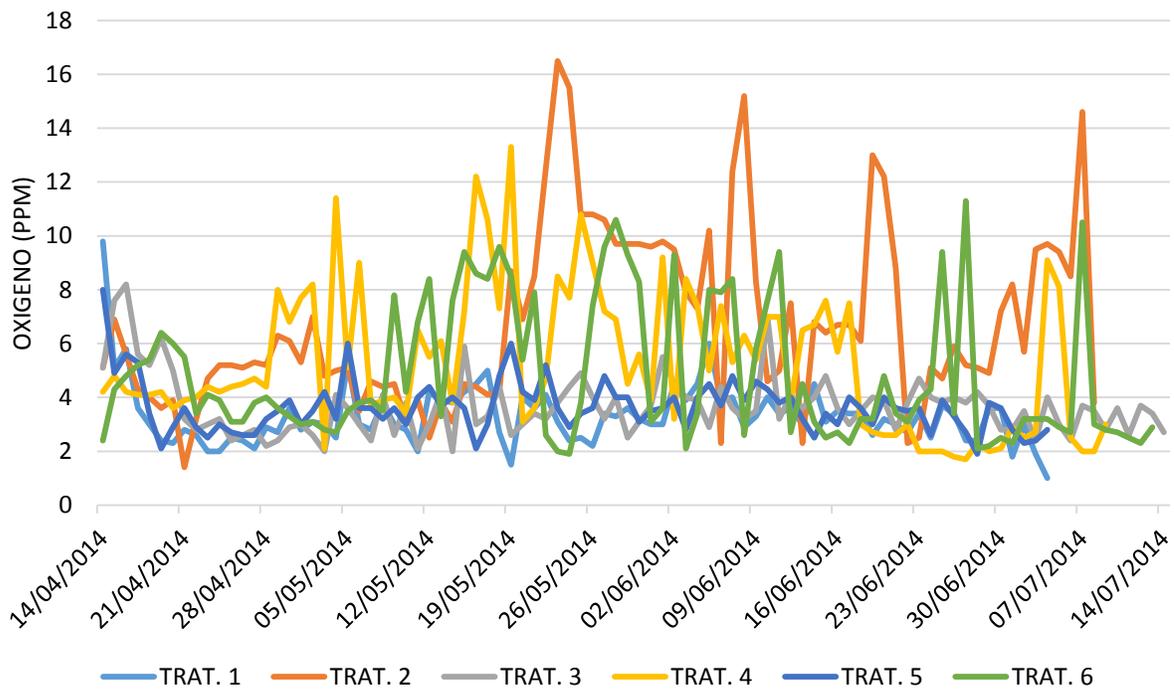
**Cuadro 13A.** Análisis de T-Student para la variable factor de conversión alimenticia promedio de los tratamientos evaluados.

Comparación	T-Student			GL
	Calculada	Tabular	Pr $\leq$ 0.05	
Trat. 1 vs Trat. 3	- 0.45	2.07	NS	22
Trat. 1 vs Trat. 5	2.65	2.07	*	22
Trat. 3 vs Trat. 5	4.46	2.07	*	22
Trat. 2 vs Trat. 4	0.14	2.07	NS	22
Trat. 2 vs Trat. 6	- 1.86	2.07	NS	23
Trat. 4 vs Trat. 6	- 2.08	2.07	*	23
Trat. 1 vs Trat. 2	- 2.39	2.07	*	22
Trat. 1 vs Trat. 4	- 1.99	2.07	NS	22
Trat. 1 vs Trat. 6	- 3.05	2.07	*	23
Trat. 3 vs Trat. 2	- 1.77	2.07	NS	22
Trat. 3 vs Trat. 4	- 1.42	2.07	NS	22
Trat. 3 vs Trat. 6	- 2.20	2.07	*	23
Trat. 5 vs Trat. 2	- 4.28	2.07	*	22
Trat. 5 vs Trat. 4	- 3.46	2.07	*	22
Trat. 5 vs Trat. 6	- 4.61	2.07	*	23

Trat. = Tratamiento.



**Figura 1A.** Temperatura registrada en las piscinas de los seis tratamientos.



**Figura 2A.** Niveles de oxígeno registrados en las piscinas de los seis tratamientos.

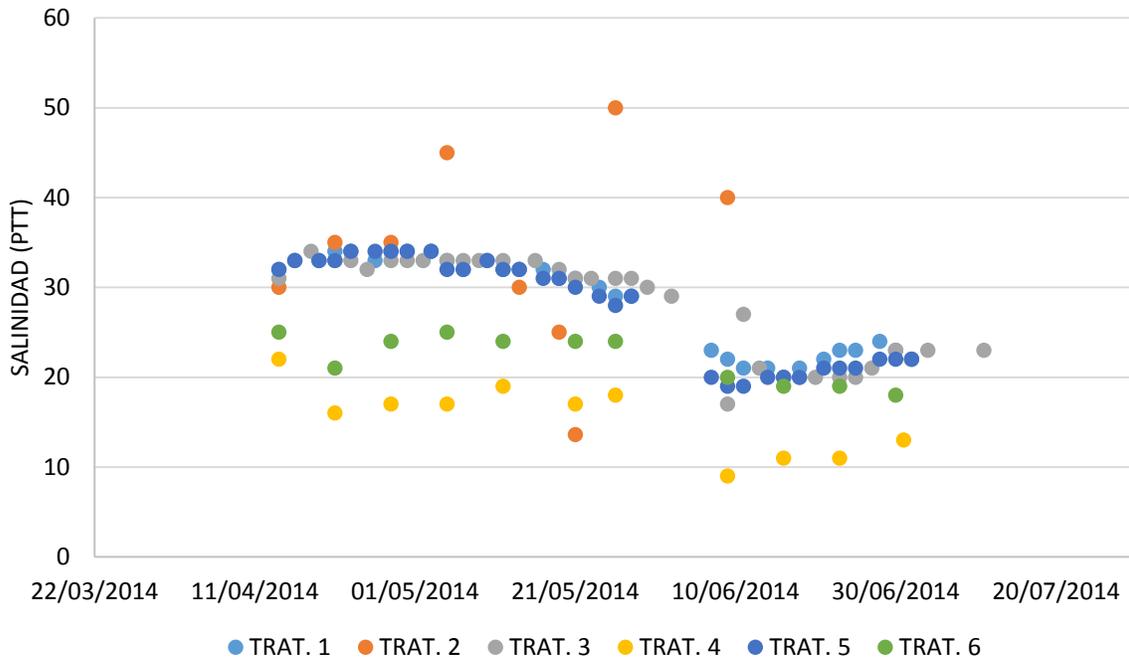


Figura 3A. Niveles de salinidad registrados en las piscinas de los seis tratamientos.

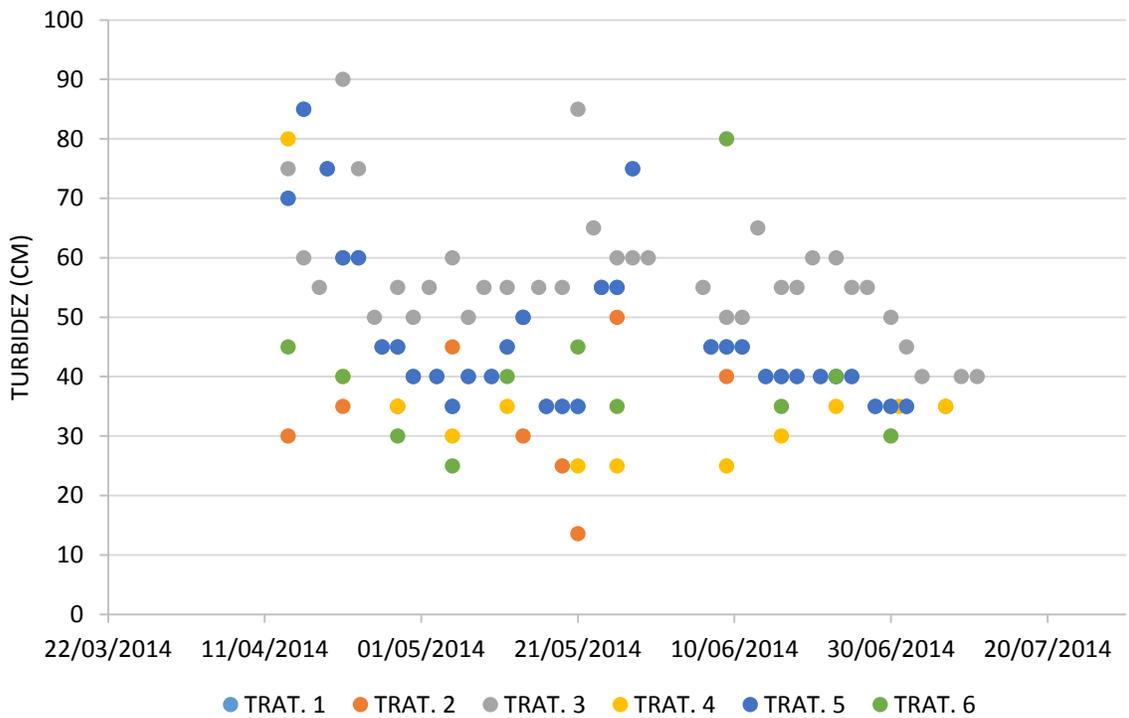


Figura 4A. Niveles de transparencia registrados en las piscinas de los seis tratamientos

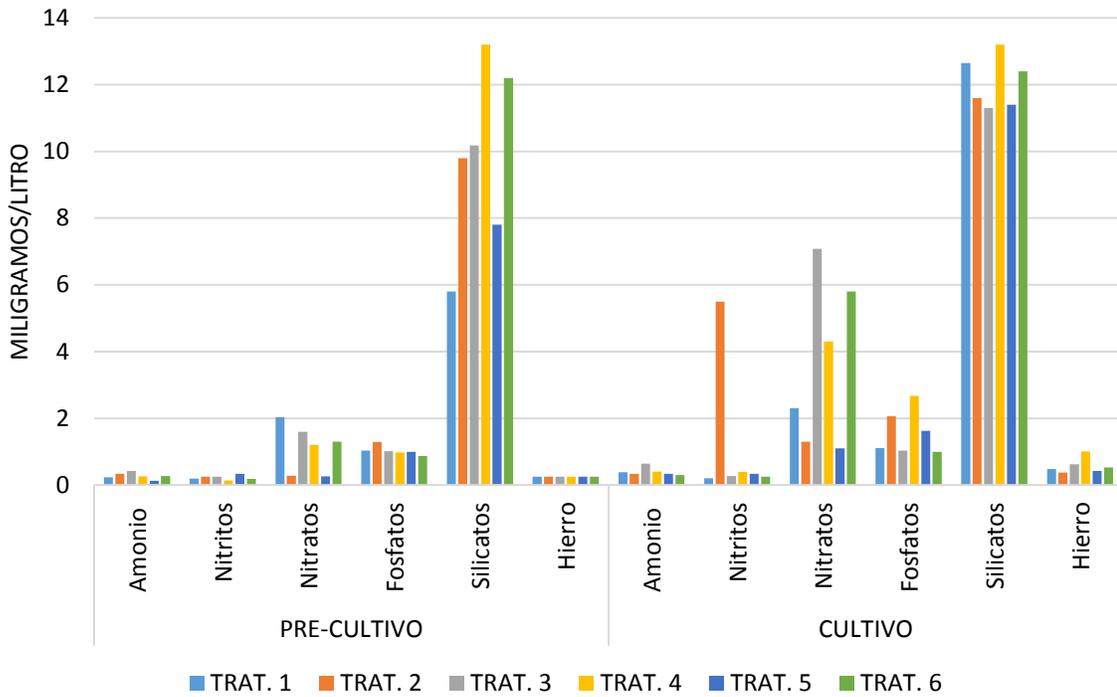


Figura 5A. Nutrientes registrados en las piscinas de los seis tratamientos.

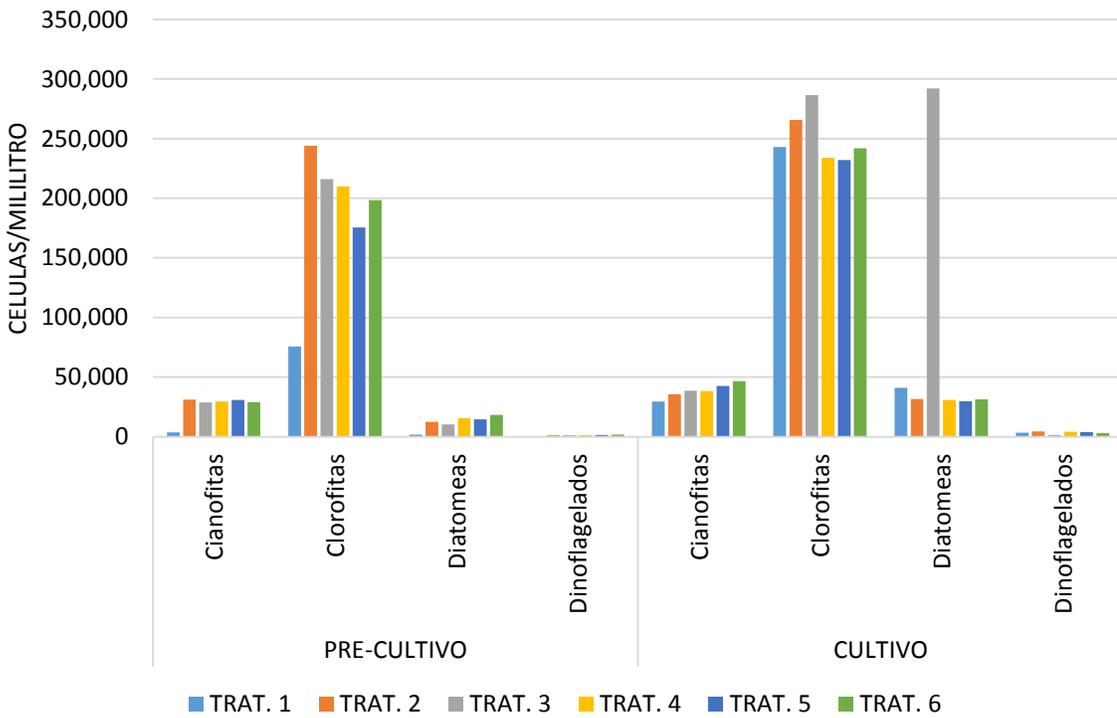
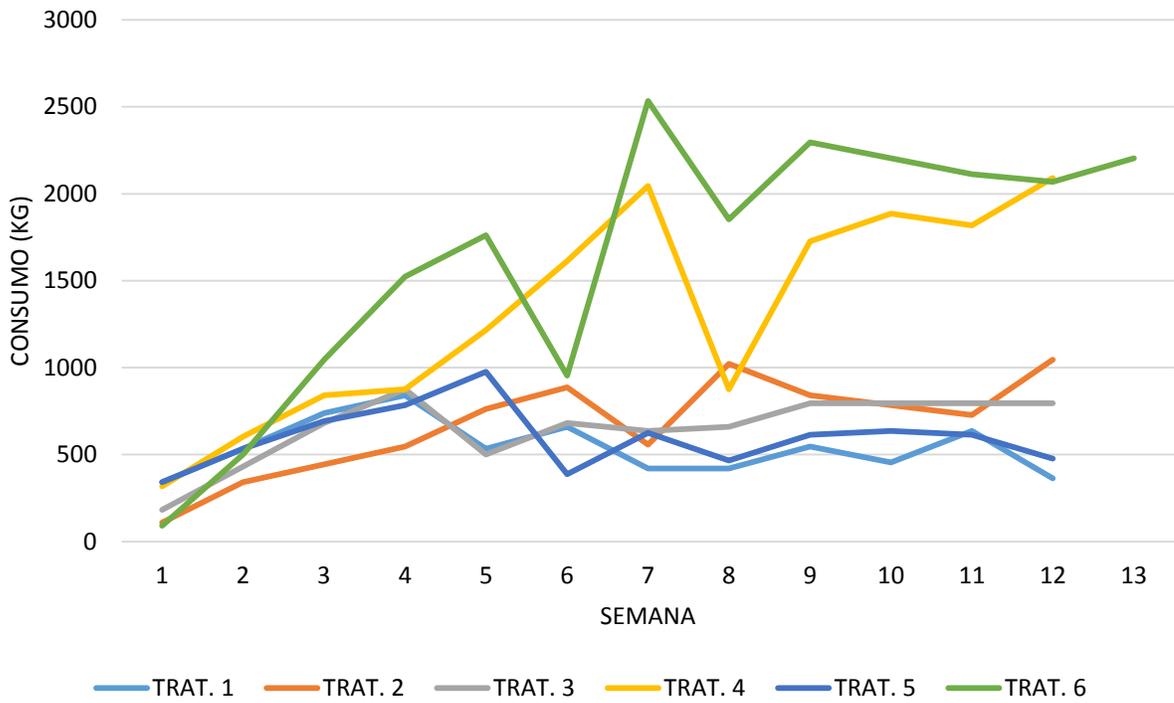
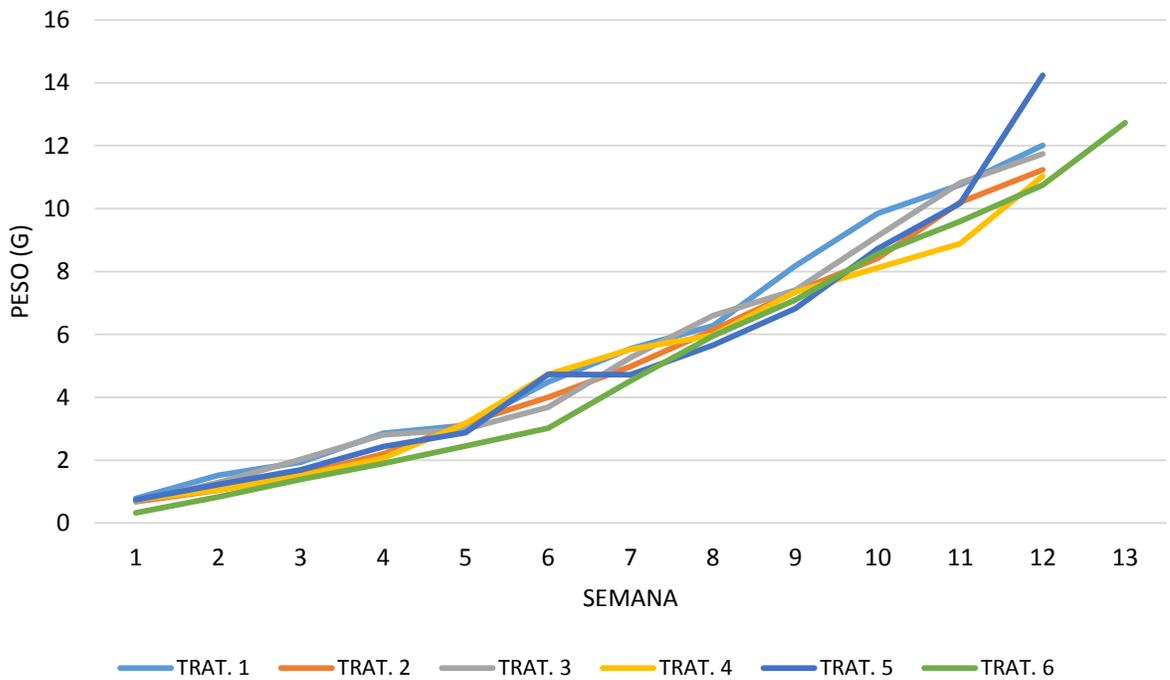


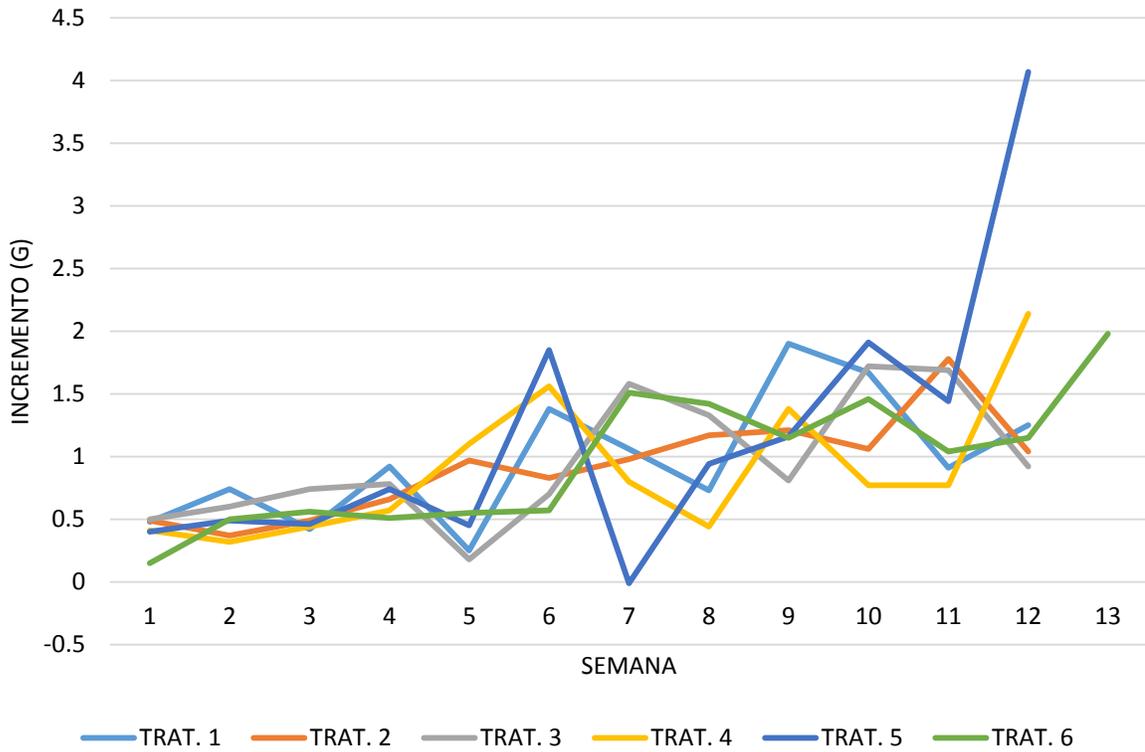
Figura 6A. Dinámica de algas obtenida en las piscinas de los seis tratamientos.



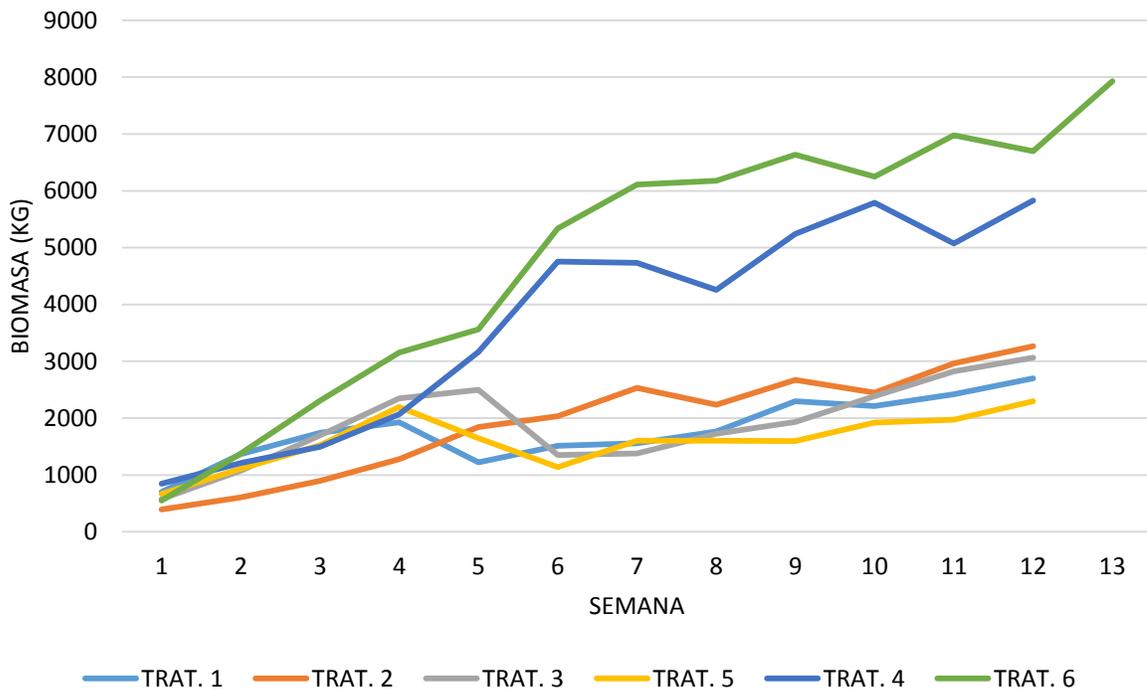
**Figura 7A.** Consumo de alimento semanal de los camarones de los seis tratamientos.



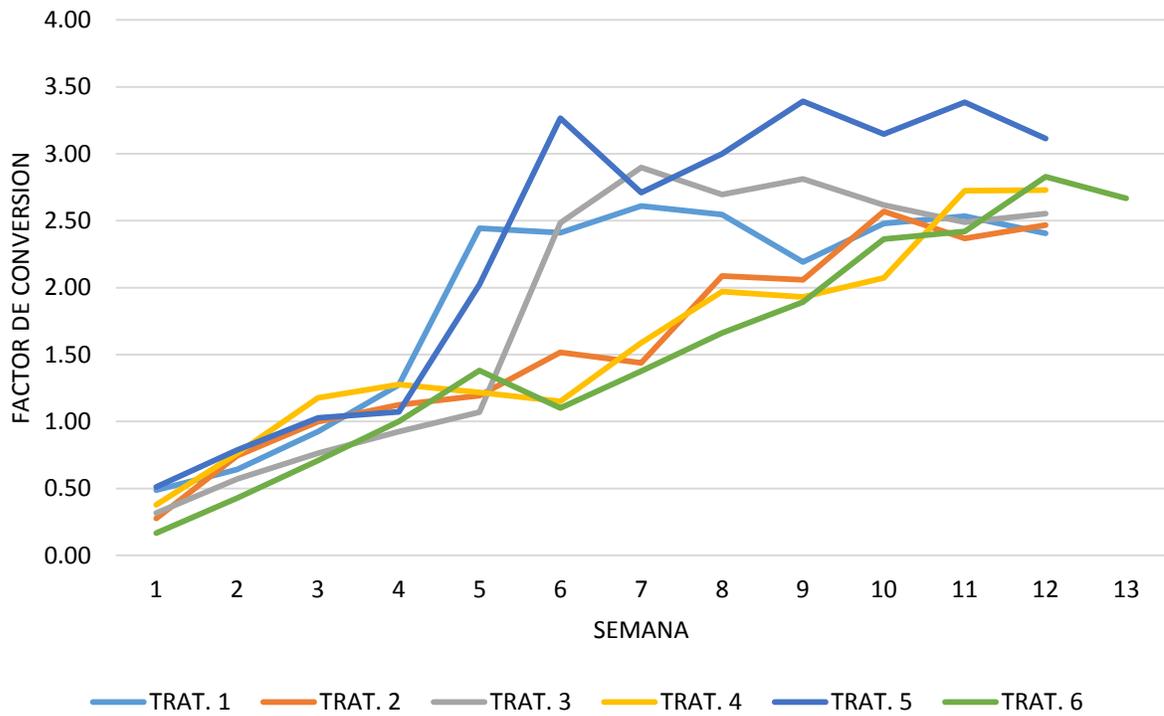
**Figura 8A.** Talla semanal de los camarones de los seis tratamientos.



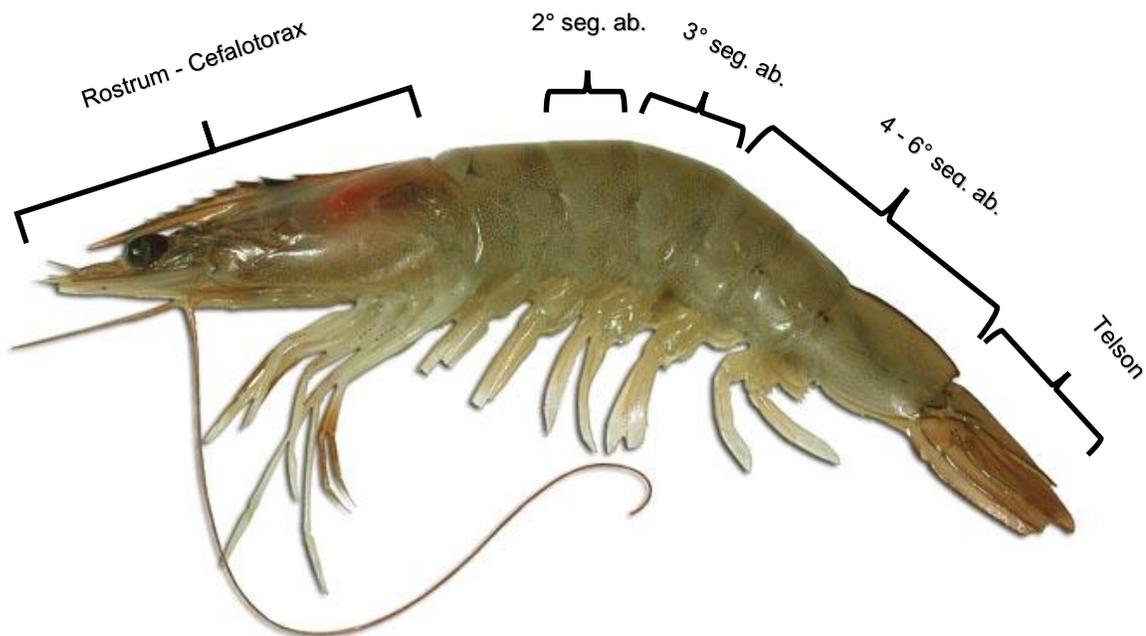
**Figura 9A.** Incremento en peso semanal de los camarones de los seis tratamientos.



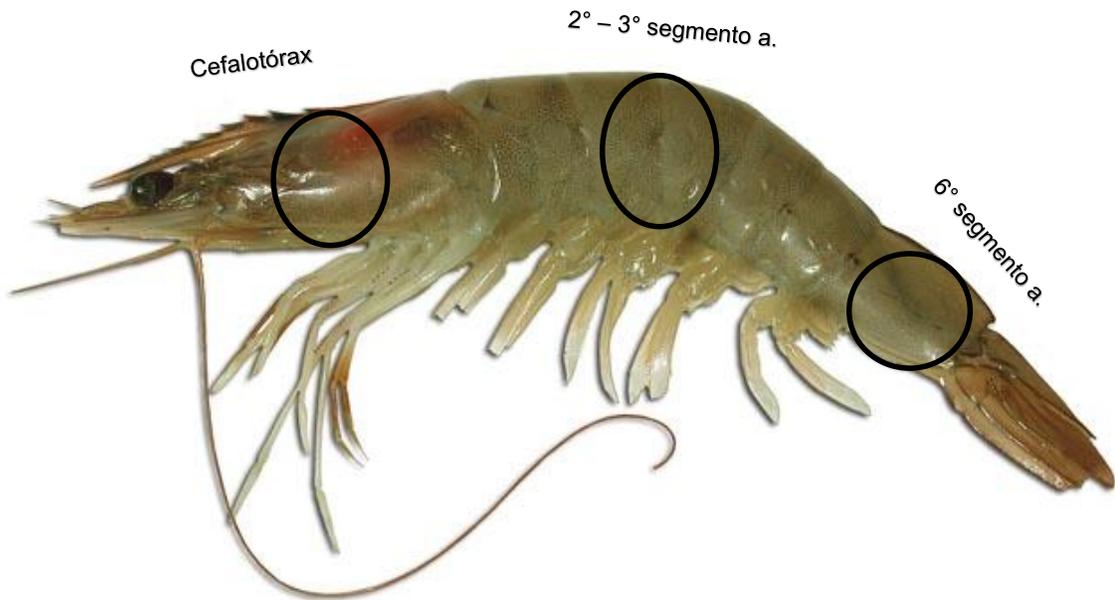
**Figura 10A.** Biomasa semanal de los camarones de los seis tratamientos.



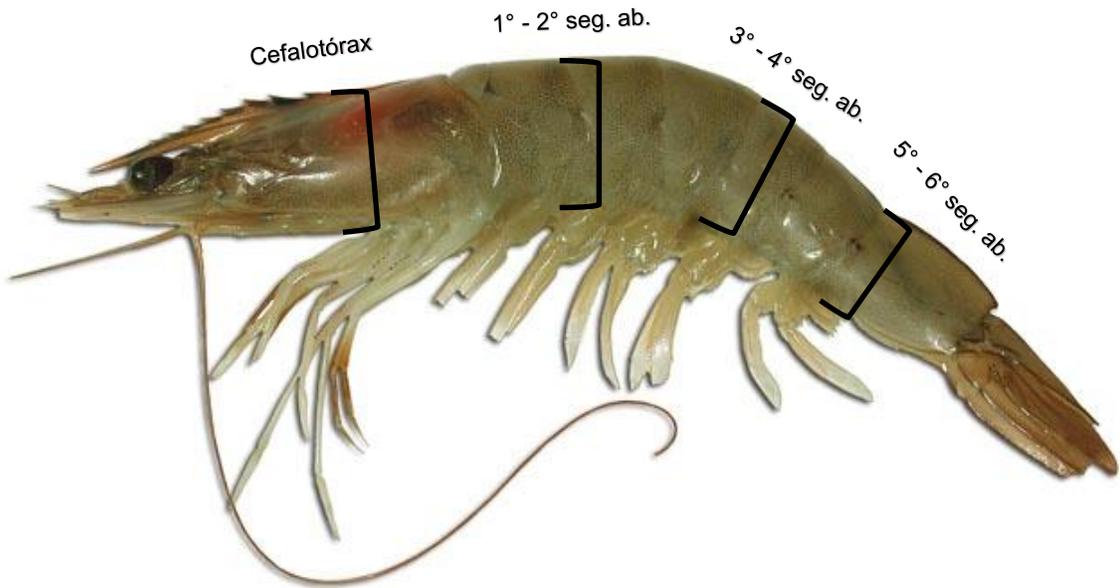
**Figura 11A.** Factor de conversión alimenticia semanal de los camarones de los seis tratamientos.



**Figura 12A.** Medición de la variable longitud.



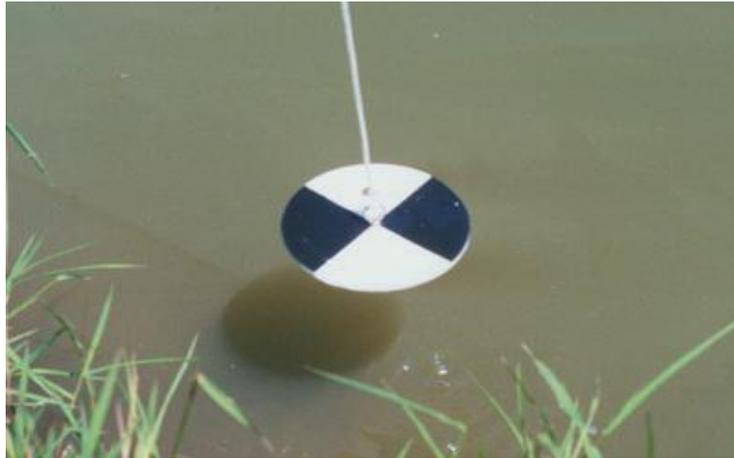
**Figura 13A.** Medición de la variable perímetro.



**Figura 14A.** Medición de la variable diámetro.



**Fotografía 1A.** Oxímetro multifuncional YSI 55.



**Fotografía 2A.** Disco de Sechi 30-300 cc.



**Fotografía 3A.** Espectrofotómetro Merck Nova 60.



**Fotografía 4A.** Prueba de estrés de post-larvas.



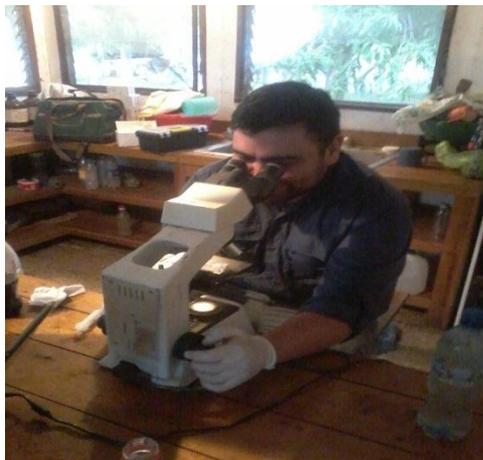
**Fotografía 5A.** Prueba de supervivencia de post-larvas.



**Fotografía 6A.** Bandejas de alimentación (Azafatas).



**Fotografía 7A.** Alineación de camarón.



**Fotografía 8A.** Conteo de algas de pre-criaderos y piscinas.



**Fotografía 9A.** Mortalidad de los camarones a causa de la enfermedad Vibriosis.



**Fotografía 10A.** Evaluación del hepatopáncreas de los camarones a través del microscópico.



**Fotografía 11A.** Hepatopáncreas de un camarón sano.



**Fotografía 12A.** Hepatopáncreas de un camarón enfermo.

## XIV. ANEXOS

**Cuadro 1A.** Piscinas del sistema extensivo de producción.

Piscina No.	Densidad (Ha.)	Piscina No.	Densidad (Ha.)
1	2.50	2	2.50
36	7.88	37	7.45
4	8.90	5	9.20
6	8.90	7	6.50
8	17.31	9	3.32
10	16.22	11	8.74
12	16.40	13	14.50
14	14.50	15	3.20
16	9.25	17	11.50
18	11.96	19	12.48
20	6.90	21	7.90
22	8.60	23	4.90
24	10.72	25	5.78
26	2.44		

Fuente: Acuamaya 2013.

**Cuadro 2A.** Piscinas del sistema intensivo de producción.

Piscina No.	Densidad (Ha.)	Piscina No.	Densidad (Ha.)
31	0.56	32	1.57
33	0.77	34	1.50
35	2.10		

Fuente: Acuamaya 2013.

**Cuadro 3A.** Formato de recepción de larva.

Recepción de larva						
Fecha: _____		No. Envío: _____				
Hora de llegada: _____						
Origen: _____						
Línea: _____						
Ciclo: _____						
Cantidad enviada: _____						
Destino: _____						
Parámetros de larva						
Cisterna	Salinidad	Temperatura	Oxígeno	Muestra fondo	Muestra cubeta	Hora siembra
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Parámetros en piscinas o en pre-criaderos						
Salinidad	Temperatura			Oxígeno		
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Supervivencia a 24 horas						
C-01	O1	_____	O2	_____	O3	_____ %
C-02	O1	_____	O2	_____	O3	_____ %
C-03	O1	_____	O2	_____	O3	_____ %
Supervivencia a 96 horas						
C-01	O1	_____	O2	_____	O3	_____ %
C-02	O1	_____	O2	_____	O3	_____ %
C-03	O1	_____	O2	_____	O3	_____ %
Supervivencia a 15 días						
C-01	O1	_____	O2	_____	O3	_____ %
C-02	O1	_____	O2	_____	O3	_____ %
C-03	O1	_____	O2	_____	O3	_____ %
Camarón vivo 24 horas: _____					Observaciones	
Camarón vivo 96 horas: _____						
Camarón vivo 15 días: _____						
Entregó: _____				Recibió: _____		

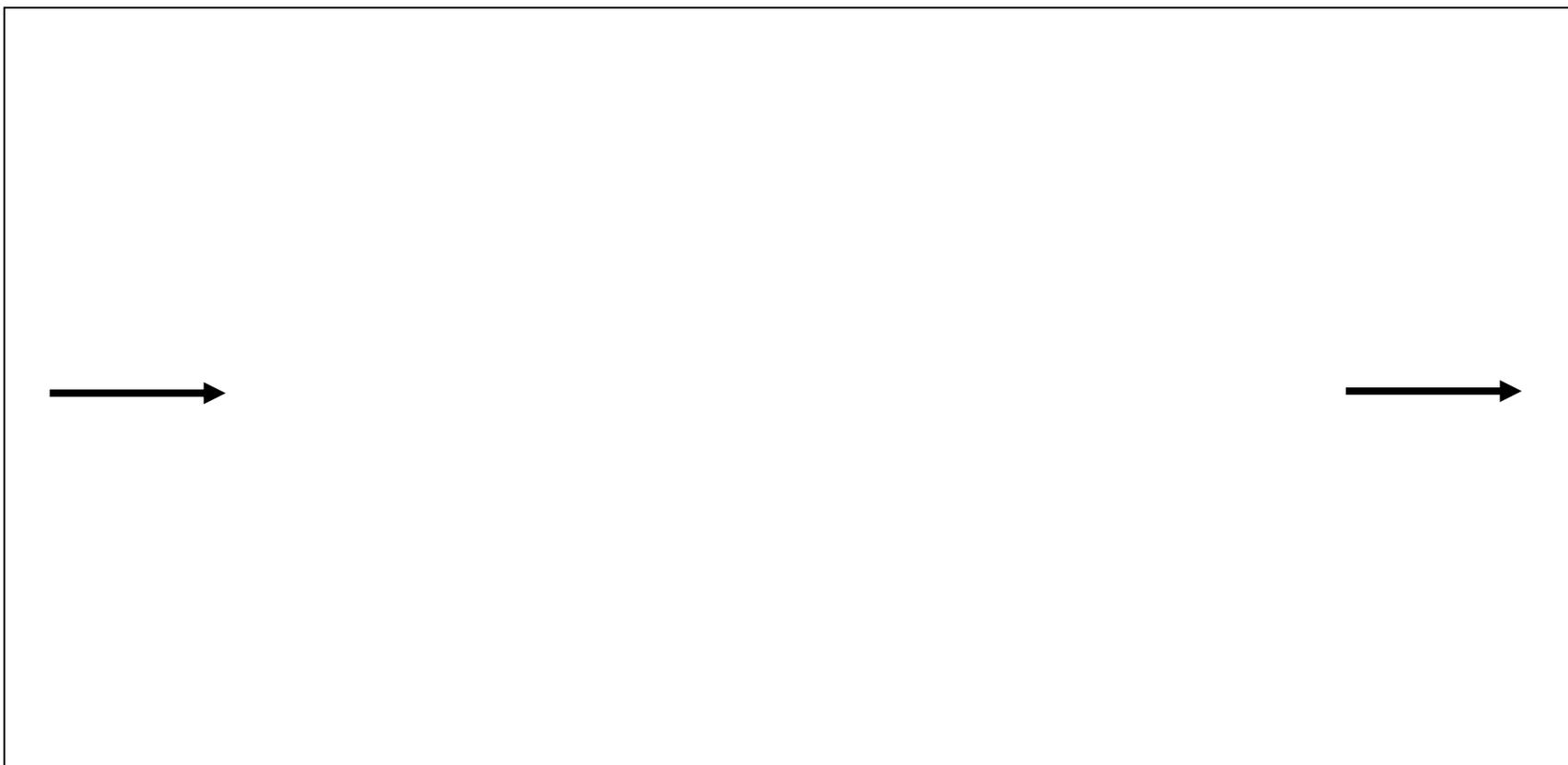
Fuente: Acuamaya 2013.



**Cuadro 6A.** Formato de muestreos de población semanal.

Muestreos de población

Piscina No.: \_\_\_\_\_ Hora inicio: \_\_\_\_\_ Muestreado: \_\_\_\_\_ Enfermos: \_\_\_\_\_  
Área: \_\_\_\_\_ Hora final: \_\_\_\_\_ Área atarraya: \_\_\_\_\_ Muertos: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_



Fuente: Acumaya 2013.



**Cuadro 8A.** Calendario para muestreo de población.

Día	Fase	Piscinas
Lunes	1	31 – 35, 26
Martes	2	1 – 7, 36 y 37
Miércoles	3	8 – 13
Jueves	4	14 – 19
Viernes	5	20 – 25

Fuente: Acuamaya 2013.

**Cuadro 9A.** Formato para el dictado de alimento en pre-criaderos y piscinas del sistema extensivo.

Alimento dictado							
Pc/Ps No.	Ha	Alimento tabla	Alimento dictado	Mañana 40%	Tarde 60%	kg/Ha.	FC

Fuente: Acuamaya 2013.

**Cuadro 10A.** Formato para el dictado de alimento en piscinas del sistema intensivo.

Alimento dictado								
Ps No.	Ha	Alimento tabla	Alimento dictado	Mañana 20%	Mañana 20%	Tarde 60%	kg/ha	FC

Fuente: Acuamaya 2013.

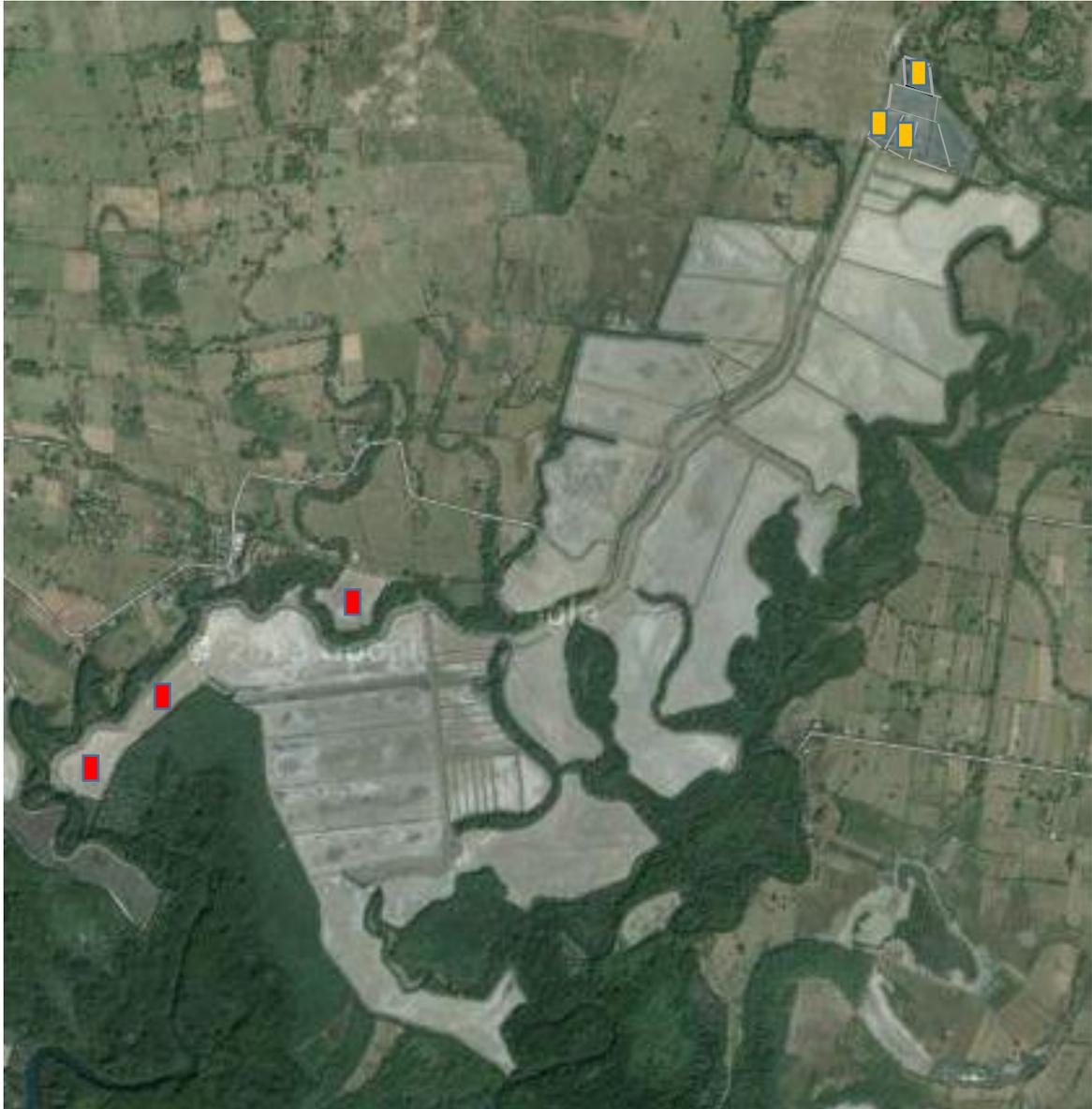
**Cuadro 11A.** Guía de alimentación de camarones.

Tabla de alimentación													
G	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
0.0	19.70	3.7	8.90	8.2	4.52	12.7	3.29	17.2	2.74	21.7	2.50	26.2	2.50
0.0	19.70	3.8	8.70	8.3	4.48	12.8	3.28	17.3	2.73	21.8	2.50	26.3	2.50
0.0	19.70	3.9	8.55	8.4	4.44	12.9	3.26	17.4	2.72	21.9	2.50	26.4	2.50
0.0	19.70	4.0	8.35	8.5	4.38	13.0	3.25	17.5	2.71	22.0	2.50	26.5	2.50
0.1	19.70	4.1	8.15	8.6	4.35	13.1	3.23	17.6	2.70	22.1	2.50	26.6	2.50
0.1	19.70	4.2	7.97	8.7	4.31	13.2	3.22	17.7	2.69	22.2	2.50	26.7	2.50
0.1	19.70	4.3	7.80	8.8	4.27	13.3	3.20	17.8	2.68	22.3	2.50	26.8	2.50

0.1	19.70	4.4	7.65	8.9	4.23	13.4	3.19	17.9	2.67	22.4	2.50	26.9	2.50
0.1	19.70	4.5	7.50	9.0	4.19	13.5	3.17	18.0	2.67	22.5	2.50	27.0	2.50
0.1	19.70	4.6	7.35	9.1	4.15	13.6	3.16	18.1	2.66	22.6	2.50	27.1	2.50
0.2	19.70	4.7	7.20	9.2	4.11	13.7	3.15	18.2	2.65	22.7	2.50	27.2	2.50
0.3	19.70	4.8	7.08	9.3	4.08	13.8	3.14	18.3	2.64	22.8	2.50	27.3	2.50
0.4	19.70	4.9	6.95	9.4	4.05	13.9	3.13	18.4	2.64	22.9	2.50	27.4	2.50
0.5	19.70	5.0	6.85	9.5	4.01	14.0	3.11	18.5	2.63	23.0	2.50	27.5	2.50
0.6	19.70	5.1	6.75	9.6	3.98	14.1	3.10	18.6	2.62	23.1	2.50	27.6	2.50
0.7	19.70	5.2	6.63	9.7	3.95	14.2	3.08	18.7	2.61	23.2	2.50	27.7	2.50
0.8	19.70	5.3	6.52	9.8	3.92	14.3	3.07	18.8	2.60	23.3	2.50	27.8	2.50
0.9	19.70	5.4	6.44	9.9	3.89	14.4	3.05	18.9	2.59	23.4	2.50	27.9	2.50
1.0	19.70	5.5	6.38	10.0	3.86	14.5	3.04	19.0	2.58	23.5	2.50	28.0	2.50
1.1	19.70	5.6	6.23	10.1	3.83	14.6	3.03	19.1	2.58	23.6	2.50	28.1	2.50
1.2	19.70	5.7	6.15	10.2	3.80	14.7	3.01	19.2	2.57	23.7	2.50	28.2	2.50
1.3	19.70	5.8	6.06	10.3	3.77	14.8	3.00	19.3	2.56	23.8	2.50	28.3	2.50
1.4	19.70	5.9	5.98	10.4	3.75	14.9	3.00	19.4	2.56	23.9	2.50	28.4	2.50
1.5	19.70	6.0	5.90	10.5	3.73	15.0	2.99	19.5	2.55	24.0	2.50	28.5	2.50
1.6	18.90	6.1	5.82	10.6	3.70	15.1	2.98	19.6	2.54	24.1	2.50	28.6	2.50
1.7	18.20	6.2	5.75	10.7	3.67	15.2	2.96	19.7	2.53	24.2	2.50	28.7	2.50
1.8	17.50	6.3	5.67	10.8	3.65	15.3	2.95	19.8	2.52	24.3	2.50	28.8	2.50
1.9	16.70	6.4	5.60	10.9	3.63	15.4	2.94	19.9	2.52	24.4	2.50	28.9	2.50
2.0	15.90	6.5	5.03	11.0	3.60	15.5	2.93	20.0	2.52	24.5	2.50	29.0	2.50
2.1	15.90	6.6	5.46	11.1	3.58	15.6	2.92	20.1	2.50	24.6	2.50	29.1	2.50
2.2	15.20	6.7	5.39	11.2	3.56	15.7	2.88	20.2	2.50	24.7	2.50	29.2	2.50
2.3	14.50	6.8	5.33	11.3	3.54	15.8	2.87	20.3	2.50	24.8	2.50	29.3	2.50
2.4	13.80	6.9	5.26	11.4	3.52	15.9	2.86	20.4	2.50	24.9	2.50	29.4	2.50
2.5	13.10	7.0	5.20	11.5	3.50	16.0	2.85	20.5	2.50	25.0	2.50	29.5	2.50
2.6	12.40	7.1	5.13	11.6	3.48	16.1	2.84	20.6	2.50	25.1	2.50	29.6	2.50
2.7	12.00	7.2	5.06	11.7	3.46	16.2	2.83	20.7	2.50	25.2	2.50	29.7	2.50
2.8	11.60	7.3	5.00	11.8	3.44	16.3	2.82	20.8	2.50	25.3	2.50	29.8	2.50
2.9	11.35	7.4	4.94	11.9	3.42	16.4	2.81	20.9	2.50	25.4	2.50	29.9	2.50
3.0	11.10	7.5	4.88	12.0	3.40	16.5	2.80	21.0	2.50	25.5	2.50	30.0	2.50
3.1	10.75	7.6	4.83	12.1	3.38	16.6	2.79	21.1	2.50	25.6	2.50	30.1	2.50
3.2	10.40	7.7	4.77	12.2	3.36	16.7	2.78	21.2	2.50	25.7	2.50	30.2	2.50
3.3	10.15	7.8	4.72	12.3	3.34	16.8	2.77	21.3	2.50	25.8	2.50	30.3	2.50
3.4	9.85	7.9	4.66	12.4	3.33	16.9	2.76	21.4	2.50	25.9	2.50	30.4	2.50
3.5	9.60	8.0	4.61	12.5	3.31	17.0	2.76	21.5	2.50	26.0	2.50	30.5	2.50
3.6	9.30	8.1	4.56	12.6	3.30	17.1	2.75	21.6	2.50	26.1	2.50	30.6	2.50

Fuente: Acumaya 2013.

- Unidad experimental del sistema extensivo
- Unidad experimental del sistema intensivo



Fuente: Google maps 2014.

**Figura 1A.** Croquis de piscinas de finca Acuamaya.