

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIA AGRONOMICAS



Universidad de El Salvador

Hacia la libertad por la cultura

**PREVALENCIA DE GREGARINAS (protozoa) EN
CAMARON MARINO (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931)
EN CUATRO GRANJAS DE EL SALVADOR**

POR

MANUEL ALEJANDRO RODRIGUEZ DIAZ

MIGUEL ANGEL PEÑA MOLINA

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIA AGRONOMICAS



Universidad de El Salvador

Hacia la libertad por la cultura

**PREVALENCIA DE GREGARINAS (protozoa) EN
CAMARON MARINO (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931)
EN CUATRO GRANJAS DE EL SALVADOR**

POR

MANUEL ALEJANDRO RODRIGUEZ DIAZ

MIGUEL ANGEL PEÑA MOLINA

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIA AGRONOMICAS

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



Universidad de El Salvador

Hacia la libertad por la cultura

PREVALENCIA DE GREGARINAS (protozoa) EN CAMARON
MARINO (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) EN CUATRO
GRANJAS DE EL SALVADOR

POR

MANUEL ALEJANDRO RODRIGUEZ DIAZ

MIGUEL ANGEL PEÑA MOLINA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

ING. AGR. M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO:

ING AGR. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

ING. AGR. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS

DOCENTE DIRECTOR

ING. M.Sc. JUAN FRANCISCO ALVARADO PANAMEÑO

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ING. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

RESUMEN

El estudio se realizó en cuatro granjas camaroneras, tres ubicadas en la Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután y una en Zacatecoluca departamento de La Paz en los meses de junio a diciembre de 2014, con el fin de identificar la prevalencia de gregarinas en camarón blanco *Litopenaeus vannamei* Boone 1931 y los parámetros físico-químicos del agua de cultivo. Se estableció una muestra de 385 camarones y 11 estanques, el periodo de la investigación tuvo una duración de 6 meses, el cual consistió en muestreos de campo y análisis de laboratorio.

Las variables que se analizaron en el estudio fueron: prevalencia, carga parasitaria y grados de severidad. Se elaboró una tabla de datos de cada estanque y se registraron los parámetros de temperatura, pH, salinidad, turbidez y oxígeno disuelto, así como también la carga parasitaria individual que se obtuvo mediante análisis en fresco del intestino de los camarones. Mediante componentes principales se determinó la correlación existente de la carga parasitaria entre temperatura ($R^2= 0.89$, $p= 0.0414$), salinidad ($R^2= 0.97$, $p= 0.0047$) y turbidez ($R^2= 0.98$, $p=0.0045$) respectivamente, utilizando para ello el programa Infostat.

La prevalencia de gregarinas fue del 5% al 94%, con una carga parasitaria de 2 a 3000 gregarinas por camarón, el género reportado fue *Nematopsis*. Ya que se desconoce la patogenia de esta sobre el camarón, es importante realizar estudios que revelen los procesos a los cuales es sometido en la etapa de infección y las características físico-químicas del agua de cultivo que favorecen la reproducción parasitaria dentro de este.

Palabras clave: Gregarinas, *Nematopsis sp.*, Calidad del agua, *Litopenaeus vannamei*, camarón.

Key words: Gregarines, *Nematopsis sp.*, Water quality, *Litopenaeus vannamei*, shrimp.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

- **A DIOS**

Por darnos protección y sabiduría en permitirnos culminar nuestra meta.

- **A NUESTROS PADRES Y FAMILIA.**

Por su paciencia y cariño ante todo y su sacrificio para seguir adelante.

- **A NUESTRO ASESOR.**

Ing. Agro. Juan Francisco Alvarado Panameño, por permitirnos ser parte de su valioso tiempo y por compartir sus conocimientos.

- **A LOS ANALISTAS DEL DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA**

Ing. Juan Milton Flores Tensos y Lic. Norbis Salvador Solano Melara e Ing. Agro. Oscar Mauricio Carrillo Turcios Jefe del Departamento de Química Agrícola por su contribución durante el desarrollo de la investigación.

- **A LAS GRANJAS CAMARONERAS.**

Por su valioso apoyo y generosidad al permitirnos realizar esta investigación en las instalaciones.

- **A ISABEL CRISTINA MOLINA DE RODRIGUEZ (Q.D.D.G).**

Por haber contribuido de manera incondicional en apoyarnos en todo momento, por su amor y dedicación hacia nosotros como nos hizo llamar “sus hijos”.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

A Dios, ante todo por darme las fuerzas en todo momento y desde luego la sabiduría para culminar un logro más en mi vida como profesional.

A mis padres, Rosa Berta Díaz de Rodriguez y Manuel Anselmo Rodriguez Vides por su apoyo, sacrificio, amor y consejos.

A mis hermanas, Mónica Rodriguez y Gabriela Rodriguez por estar pendiente de mí.

A mi abuela, Berta Díaz de Colato (Q.D.D.G) quien siempre estuvo a mi lado dándome consejos y desde luego el haberme formado como persona y con quien me hubiese gustado compartí este logro de culminar mi carrera.

A mi Tía, María Teresa Molina (Tía Tere) por su apoyo incondicional en todo momento de mi carrera y desde luego el agradecerle por todo su cariño hacia mí y mi familia.

A mi familia, por estar pendiente y aconsejarme.

A mis amigos y colegas, Que siempre estuvieron pendientes de mí y me brindaron su apoyo, su amistad y desde luego la confianza en mí, infinitas gracias.

A Moisés Archila y Marlene de Archila, a quienes los estimo mucho por brindarme su confianza y desde luego por acobijarme todos estos años, se les quiere con respeto y admiración.

A mi compañero de tesis, a pesar de todos los momentos buenos y malos, le doy gracias por haberme permitido el llegar hasta este momento y haber formado parte del equipo.

A los que fueron parte de mi desarrollo profesional, Quienes tuvieron la confianza en brindarme la oportunidad de abrirme las puertas, en enseñarme y transmitirme sus conocimientos; Dr. Gustavo Antonio Figueroa López, Dr. Abel Ciudad Real y Dra. Marta Ciudad Real.

Manuel A. Rodríguez Díaz

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

A Dios:

En primer lugar, ya que me permitió lograr este triunfo y alcanzar esta etapa en mi vida, al mismo tiempo por haberme dado unos padres estupendos.

A mi tío Oscar (Q.D.D.G.):

Quien siempre apoyo y alentó a mi madre y mi padre a que me incentivara en superarme y por haberme apoyado aún en su ausencia.

A mi Madre Martha (Tita) y mi Padre Pedro (Tutui):

Quienes fueron un pilar fundamental para lograr culminar esta fase de mi vida y que sin el apoyo de ellos no hubiera llegado hasta aquí y por lo cual les estoy eternamente agradecido.

A mi hermana Wendy y mi hermano Efraín:

Por siempre ayudarme y alentarme a ser alguien de bien para la sociedad dándome siempre apoyo incondicional

Al Dr. Juan José Pinto Bran:

Quien fue mi primer Maestro en esta carrera y quien me dio siempre la ayuda necesaria para salir siempre adelante.

A Corina (Ña Cory), Manuel y Saúl:

Equipo de trabajo de la Veterinaria Gigante, los cuales fueron una segunda familia y me brindaron su amistad incondicional.

A todos mis amigos y compañeros:

Que formaron parte en algún momento de mi vida y que me ayudaron siempre dando palabras de aliento para seguir adelante.

A mi compañero de tesis:

Por llegar hasta el final y haber culminado esta etapa y alcanzar una meta más.

Gracias totales.

Miguel Ángel Peña Molina.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFIA.....	2
2.1. Camarón marino (<i>Litopenaeus vannamei</i> Boone, 1931).....	2
2.1.1. Generalidades del camarón marino.....	2
2.1.2. Clasificación.....	3
2.1.3. Ciclo de vida.....	3
2.2. Aspectos de la fisiología del camarón.....	3
2.2.1. Alimentación.....	3
2.2.2. Respiración.....	3
2.2.3. Inmunología del camarón.....	4
2.2.4. Hábitos alimenticios y requerimientos nutricionales.....	4
2.3. Requerimientos ambientales del camarón.....	5
2.3.1. Medio natural.....	5
2.3.2. Estanques de cultivo.....	5
2.4. Especies del camarón marino en el salvador.....	5
2.4.1. Reproducción del camarón.....	6
2.5. Producción de camarones en El salvador.....	6
2.6. Sistemas de cultivo de El Salvador.....	7
2.6.1. Extensivo.....	7
2.6.2. Semi-intensivo.....	7
2.6.3. Intensivo.....	7
2.7. Principales enfermedades de los camarones.....	7
2.8. Gregarinas.....	9
2.8.1. Taxonomía.....	9
2.8.2. Géneros de gregarinas más comunes en camarón marino.....	9
2.8.3. Ciclo de vida de gregarinas.....	10
2.8.4. Signos clínicos.....	11
2.8.5. Diagnóstico.....	11
2.8.6. Tratamiento y control.....	11
2.9. Buenas prácticas de manejo en granjas camaroneras.....	12
2.9.1. Preparación de estanques.....	12
2.9.2. Calidad del agua.....	12

2.9.3.	Recambio de agua en el cultivo del camarón.....	12
2.10.	Requerimientos en estanques.....	13
2.10.1.	Oxígeno disuelto.....	13
2.10.2.	pH.....	14
2.10.3.	Temperatura.....	14
2.10.4.	Salinidad.....	15
2.10.5.	Turbidez.....	16
3.	MATERIALES Y METODOS.....	17
3.1.	Descripción general del estudio.....	17
3.2.	Metodología de campo.....	18
3.2.1.	Numero de estanques muestreados.....	18
3.2.2.	Tamaño de la muestra de camarones marinos.....	18
3.2.3.	Captura de las muestras.....	19
3.3.	Metodología de laboratorio.....	19
3.3.1.	Recepción, preparación y almacenaje de las muestras.....	19
3.3.2.	Diagnóstico de gregarinas.....	19
3.3.3.	Parámetros epidemiológicos.....	20
3.4.	Metodología estadística.....	20
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
4.1.	Edad, peso y talla de los camarones.....	21
4.2.	Carga parasitaria y grado de severidad.....	22
4.3.	Variables físico-químicas.....	23
4.3.1.	Variables físico-químicas asociadas a los estanques.....	24
4.3.2.	Variables físico-químicas asociadas a los grados de severidad parasitaria.....	26
4.4.	Prevalencia de gregarinas.....	27
4.5.	Genero de gregarina reportada.....	28
5.	CONCLUSIONES.....	30
6.	RECOMENDACIONES.....	31
7.	BIBLIOGRAFIA.....	32
8.	ANEXOS.....	40

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Edad, peso y talla de camarones de cada estanque.	21
Cuadro 2. Calculo de la carga parasitaria promedio.	22
Cuadro 3. Clasificación de los camarones por grado de severidad determinado por la carga parasitaria individual.	23
Cuadro 4. Cálculo de prevalencia de gregarinas por estanque y por granja.	28
Cuadro A1. Concentración de Oxígeno disuelto y sus efectos.	40
Cuadro A2. Principio general del manejo: pH.....	40
Cuadro A3. Rangos aceptables de Salinidad.....	40
Cuadro A4. Mediciones y lectura del disco Secchi.	41
Cuadro A5. Principio general del manejo: turbidez.....	41
Cuadro A6. Descripción general de los tipos de sistemas de cultivo en El Salvador. 42	
Cuadro A7. Formato de análisis de reporte en campo y laboratorio.	43
Cuadro A8. Guía para dar un valor numérico cualitativo de grado de severidad de infección por gregarinas utilizando análisis en fresco (Propuesto por Lightner D. 1996).	44
Cuadro A9. Requerimientos nutricionales de camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	45
Cuadro A10. Valores promedio obtenidos y rangos de temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto y turbidez.....	46
Cuadro A11. Prevalencia de enfermedades de camarón cultivado en ocho regiones de latinoamérica. valor promedio, máximo (incluye región con el máximo registro y periodo de muestreo) y mínimo.	46
Cuadro A12. Tablas cruzadas generadas por Infostat, detallando el valor de R^2 y de p de casos individuales.	47
Cuadro A13. Tabla de datos original obtenida durante la fase de laboratorio.	48
Cuadro A14. Parámetros de muestreo y frecuencia de alimentación.	49
Cuadro A15. Parámetros de muestreo, hora y fecha.....	50
Cuadro A16. Parámetros de siembra por granja.	51
Cuadro A17. Datos de laboratorio mediante análisis en fresco.	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valores promedio, rangos máximos y mínimos de temperatura, pH, salinidad, turbidez y oxígeno disuelto.	24
Figura 2. Análisis de componentes principales de las variables en estudio y como categoría los estanques.	25
Figura 3. Análisis de componentes principales, evaluando la respuesta individual de cada organismo a las variables en estudio y como categoría los grados de severidad.....	26
Figura 4. Partes anatómicas de <i>Nematopsis sp.</i> A la derecha se observan sicigias de gregarinas.	29
Figura A1. Anatomía general externa del adulto <i>L. vannamei</i>	53
Figura A2. Anatomía general interna del adulto de <i>L. vannamei</i>	53
Figura A3. Ciclo de vida del camarón marino.	54
Figura A4. Volumen de producción camaronera El Salvador.	54
Figura A5. Ciclo de vida de gregarinas.	55
Figura A6. Preparación de estanques.	55
Figura A7. Efecto de la tasa de alimentación sobre la concentración de oxígeno disuelto al amanecer y sobre la visibilidad del disco secchi.....	56
Figura A8. El ciclo diario del pH.	56
Figura A9. Estratificación termal en un estanque relativamente profundo. Temperatura.	57
Figura A10. Ejemplo de curvas de crecimiento estimada y calculada (von Bertalanffy) en LT (mm) en camarón blanco cultivado a una salinidad de 2‰.	57
Figura A11. Granja camaronera “A”	58
Figura A12. Granja camaronera “B”	58
Figura A13. Granja camaronera “C”	59
Figura A14. Granja camaronera “D”	59
Figura A15. Equipo para medición de parámetros del agua. (pH, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto) y recipiente para muestra de agua.....	60
Figura A16. Báscula para pasar camarones.	60

Figura A17. Preparación de formalina al 5% como preservante	61
Figura A18. Viales y porta viales.	61
Figura A19. Microscopio compuesto, para observación de muestras.....	62
Figura A20. Resultado de Análisis de variables	63
Figura A21. Análisis de muestras en el Laboratorio de ELISA. Universidad de El Salvador.	64
Figura A22. Toma de muestra de agua previa a la captura de los camarones.	64
Figura A23. Equipo de Aireadores a gasolina para mantener altas densidades de siembra con aumento del oxígeno disuelto del agua presente en una de las granjas camaroneras.....	65
Figura A24. Estanque reservorio, entrada de agua y bomba de abastecimiento.	65
Figura A25. Bomba de abastecimiento para estanque reservorio.	66
Figura A26. Fin del ciclo de producción y comienzo del secado de los estanques..	66
Figura A27. Pie-rey para medir el tamaño de los camarones.	66
Figura A28. Corte longitudinal sobre el dorso del camarón.....	67
Figura A29. Extracción del intestino.	67
Figura A30. Montaje del intestino en un portaobjeto	68
Figura A31. “técnica squash”.	68
Figura A32. Edad, peso y talla de los camarones.....	69
Figura A33. Gregarina <i>Nematopsis</i> sp. en intestino medio de <i>P. vannamei</i>	69
Figura A34. Gregarina <i>Paraophioidina</i> sp. en intestino medio en postlarva de <i>P. vannamei</i>	70
Figura A35. Signo de coloración amarillenta del intestino	70
Figura A36. Báscula para pesar y hieleras para guardar las muestras.....	71
Figura A37. Montaje en fresco, Sicigias y gregarina (café oscuro).....	71
Figura A38. Corte longitudinal de intestino de camarón <i>P. vannamei</i> . Se observan especímenes de <i>Nematopsis</i> sp. en intestino medio (flecha). Foto captada con objetivo de 20 X. Sección de parafina de 4 µm. Tinción H & E. Fijador: Solución de Davidson.	72
Figura A39. Corte longitudinal de intestino de camarón <i>P. vannamei</i> . Se observan gametocistos de gregarinas (flecha). Foto captada con objetivo de 10 X. Sección de parafina de 4 µm. Tinción H & E. Fijador: Solución de Davidson.....	72

Figura A40. Intestino medio de <i>Litopenaeus vannamei</i> con hiperplasia, formación vellosidades-como pliegues y trofozoitos solitarios de <i>Nematopsis</i> sp. adheridos a las células del epitelio a través del protomerito (flecha).	73
Figura A41. Crecimiento del camarón en talla y peso.....	73
Figura A42. <i>Nematopsis</i> sp. con su extremo posterior bifurcado A: corresponde a la reportada en este estudio, con pérdida de la porción anterior. B: presentada por Morales y Cuellar (2008).....	74
Figura A43. Copépodo crustáceo en muestra de heces de camarón marino <i>Litopenaeus vannamei</i>	74
Figura A44. Conformación por varias células de <i>Nematopsis</i> sp. A: gregarina reportada por Morales V. Cuellar (2008). B: reportada en este estudio por Peña y Rodríguez (2015) sin tinción con objetivo 10X.	75
Figura A45. Partes anatómicas de gregarina <i>Nematopsis</i> sp.....	75
Figura A46. Gametocistos de gregarina <i>Nematopsis</i> sp.....	75
Anexo 1. Principales parásitos de camarones.....	76
Anexo 2. Características de los géneros más comunes de gregarina en camarón marino.....	76
Anexo 3. Construcción y medio ambiente.	77
Anexo 4. Hoja recolección de datos complementaria a la ficha clínica.	79

1. INTRODUCCION.

En los últimos años el rubro de la camaronicultura ha ido aumentando con los avances tecnológicos en el manejo, alimentación y desarrollo larvario. No sólo se ha logrado un avance en la parte de la crianza en estanques y salud en las fases larvarias, sino también en el control de las principales enfermedades, mas no se ha logrado controlar las enfermedades que provienen del medio acuático natural (esteros) (Díaz y Montes 2012).

La camaronicultura tiene sus inicios en la década del 60 incrementándose rápidamente en la del 70, surgiendo como una de las fuentes de mayores ingresos de divisas por sus elevadas producciones. En la actualidad y según estudios de la FAO, aún existen 18 países de América Latina que se dedican a la actividad específicamente con especies del género *Penaeus* (también llamado *Litopenaeus*). Para la década del '90, la reducción en el número de fincas de cultivo, se debió a enfermedades que se reportaron desde la aparición del Síndrome de Taura en los años 93-94 y el Síndrome de la Mancha blanca en los años 98-99, afectando grandemente las producciones y dando como resultado el cierre de muchas empresas, pérdidas de empleos y por ende de ingresos. (Morales y Cuellar 2008).

Debido a que existen antecedentes que indican que, el movimiento de organismos vivos refrigerados y congelados ha propiciado la introducción y propagación de patógenos exóticos en diversos lugares y que también el deterioro ambiental de los ecosistemas acuáticos costeros favorece el desarrollo de patógenos, conviene investigar cuales enfermedades se encuentran presentes en sistemas y camarones de cultivo de cada zona de interés que pudieran tener repercusión a mayor escala. (Morales *et al.* 2011). El género *Nematopsis sp.*, por ejemplo, es considerado como potencialmente patógeno para los camarones Peneidos en condiciones de cultivo (Daqui 1999).

Por lo expuesto y conociendo la frecuencia del padecimiento de enfermedades tanto virales, bacterianas y parasitarias que afectan la producción del camarón marino y que generan pérdidas económicas, en esta investigación se dio a conocer la prevalencia de las gregarinas en cuatro granjas de El Salvador, con el fin de determinar que género afecta el cultivo del camarón y la relación con los parámetros físico-químicos del agua.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFIA.

2.1. Camarón marino (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931).

2.1.1. Generalidades del camarón marino.

El cultivo de crustáceos, principalmente de camarones (camaronicultura), sobresale en este contexto como una importante alternativa para la producción rápida y en gran escala de alimento para consumo humano, contribuyendo además con la protección de las poblaciones naturales de una excesiva extracción. Actualmente, cerca del 30% de los camarones consumidos en el mundo son provenientes del cultivo y las especies marinas más cultivadas son los peneidos: *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931 (40,66%), *Penaeus monodon* (37,41%) y *Fenneropenaeus chinensis* (10,97%) (FAO, citado por Morales y Cuellar 2008).

El camarón marino es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora, México hasta Tumbes en Perú, en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20°C durante todo el año. Los machos maduran a partir de los 20g y las hembras a partir de los 28g en una edad de entre seis y siete meses (FAO 2013).

El cuerpo es cilíndrico y ligeramente aplanado lateralmente, posee una división entre cabeza y cola. La cabeza posee patas ambulatorias tiene un apéndice en forma de espina o cuerno (róstelo) que tiene función defensiva, mientras que la cola posee patas natatorias. Su coloración varía un poco de acuerdo a la coloración del medio y de la alimentación proporcionada, pero sus tonalidades usuales son al principio ligeramente transparentes y cuando el animal es adulto ligeramente color crema (Calderón 2011). (Figura A1).

Posee un rostro moderadamente largo, con siete a diez dientes dorsales y dos a cuatro dientes ventrales. Coloración verdosa pálida, translúcida; por transparencia destaca una mancha naranja en el caparazón, correspondiente a la zona gástrica. Hasta 23 centímetros de longitud (ICTIO.TERM 2010). (Figura A2).

2.1.2. Clasificación.

PHYLUM, Arthropoda; **CLASE**, Crustácea; **SUB CLASE**, Malacostraca; **SERIES**, Eumalacostraca; **SUPER ORDEN**, Eucarida; **ORDEN**, Decápoda; **SUB ORDEN**, Dendobranchiata; **INFRA ORDEN**, Penaeidea; **SUPER FAMILIA**, Penaeoidea; **FAMILIA**, Penaeidae; **GENERO**, *Penaeus*; **ESPECIES**, *vannamei* (Morales, citado por Montano y Gómez 2003).

2.1.3. Ciclo de vida.

La hembra libera los huevos directamente al agua; las larvas experimentan una metamorfosis correspondiente a la primera etapa de un complejo ciclo biológico cuya realización requiere de aguas tanto marinas como salobres. Las especies desovan frente a las costas, a profundidades que varían aproximadamente de 10 a 80 metros. Los huevos eclosionan al término de algunas horas, liberando pequeñas larvas, los nauplios, que representan el primero de los 11 estadios larvales: cinco estadios de nauplio, tres de zoea y tres de mysis.

Las larvas planctónicas son transportadas por las corrientes hacia la costa adonde llegan en un estadio de postlarva; esto ocurre aproximadamente tres semanas después del desove, cuando estos han alcanzado tallas entre seis y 14 milímetros de longitud y presentan un aspecto de camarón (Hendrickx, citado por Díaz y Montes 2012). (Figura A3).

2.2. Aspectos de la fisiología del camarón.

2.2.1. Alimentación.

Para el desarrollo óptimo de los camarones, se requiere de compuestos químicos vitales obtenidos del alimento, el cual se transforma una parte en energía y otra parte para la formación de biomasa. El proceso de alimentación implica las siguientes funciones: percepción, captura, ingestión y asimilación (Puente 2009). El metabolismo en los organismos es más activo durante las primeras etapas del desarrollo, cuando el crecimiento es más rápido y decrece exponencialmente a medida que el animal alcanza tallas mayores y se acerca a la madurez (Rosas, *et al.*; Shiau, citado por Puente 2009).

2.2.2. Respiración.

El oxígeno es el último receptor final de electrones en la secuencia de reacciones de oxidación mediante las cuales se libera la energía química en el metabolismo celular y,

por lo tanto, a través de éste se puede calcular la cantidad de energía utilizada para satisfacer las demandas fisiológicas del individuo. El consumo de oxígeno es mayor en organismos pequeños y para organismos más activos (Puente 2009).

2.2.3. Inmunología del camarón.

La primera línea de defensa de estos animales es proporcionada por la presencia de un caparazón externo rígido o exoesqueleto, que funciona como una barrera físico-química protectora. Además de ello, todo el tracto digestivo de estos animales, que es la principal vía de entrada de los microorganismos, también está revestido por una capa quitinosa y aún ofrece un ambiente ácido y lleno de enzimas, capaz de inactivar y digerir la mayoría de los microorganismos que no son parte de su micro biota natural. (Díaz y Montes 2012).

El sistema inmune innato de los crustáceos filogenéticamente más antiguo, es encontrado en todos los organismos multicelulares, incluyendo invertebrados y plantas, mientras que el sistema inmune adaptativo sólo se encuentra en los vertebrados. Este último se caracteriza por la presencia de una infinidad de receptores y anticuerpos altamente específicos y por la inducción de células de memoria, que garantizan una respuesta de defensa altamente eficiente y específica para los más diversos patógenos. De esta forma, su ausencia en los invertebrados inviabiliza cualquier tentativa de desarrollo de vacunas, disminuyendo así de manera sustancial, la posibilidad de la prevención y control de infecciones en los crustáceos (Morales y Cuellar 2008).

2.2.4. Hábitos alimenticios y requerimientos nutricionales.

El camarón presenta diferentes hábitos alimenticios durante su ciclo de vida, luego de la metamorfosis a postlarva/ juvenil se vuelven carroñeros bentónicos, nutriéndose de una variedad de alimentos, y siendo omnívoros el resto del ciclo. Los hábitos de alimentación pueden ser nocturnos y la sensibilidad a la luz determina el ascenso y la actividad alimenticia, por lo cual dicha sensibilidad debe considerarse para la elección de los regímenes de alimentación. Hasta donde se conoce, los peneidos se describen como “omnívoros oportunistas” y experimentalmente se ha observado, que estos organismos muestran preferencias cuando tienen la oportunidad de escoger el alimento. (Rodríguez, *et al.*, citado por Fuentes y Guillen 2014).

Dentro de los alimentos balanceados, la larva de *Penaeus vannamei* necesita ciertos requerimientos nutricionales como Proteínas, Aminoácidos, Carbohidratos, Lípidos, Energía, Vitaminas, Minerales, Aditivos y Carotenoides (Cuadro A9) (García, citado por Montano y Gómez 2003).

Es importante recordar que los estanques de cultivo de camarón son cuerpos de agua muy dinámicos en los cuales interactúan íntimamente factores físico-químicos como pH, salinidad, temperatura y OD. De igual manera participan nutrientes orgánicos e inorgánicos afectando a las poblaciones microbianas propias del estanque. (Cuellar *et al.* 2010).

2.3. Requerimientos ambientales del camarón.

2.3.1. Medio natural.

En las áreas de distribución en aguas abiertas las especies de cultivo y otras asociadas a ellas requieren salinidad de 15 a 25 ppm cuando las fases larvarias y juveniles están dentro de los estuarios y de 25 a 34 ppm cuando son adultos dentro de las zonas costeras del mar abierto. La temperatura en los ambientes anteriores es aceptable una tolerancia de 28°C a 34°C y niveles de oxígeno de 5 a 7 mg/l. (MAG, citado por Montano y Gómez 2003).

2.3.2. Estanques de cultivo.

En las áreas de distribución en aguas para cultivo requieren salinidades de 15 a 25 ppm durante el ciclo de engorde, la temperatura en los estanques es aceptable una tolerancia de 28°C a 34°C y niveles de oxígeno de 5 a 7 mg/l. Por otro lado, el grado de acidez adecuado es de 7.5 a 8.5. (MAG, citado por Montano y Gómez 2003).

2.4. Especies del camarón marino en el salvador.

Existe diversidad de géneros y especies de camarones con valor comercial, en aguas costeras salvadoreñas corresponden a la siguiente clasificación: en primer lugar, el Camarón blanco, compuesto por las especies *Penaeus occidentalis*, *Penaeus stylirostris*, *Penaeus vannamei*, en segundo lugar, se encuentra el camarón café que está constituido por *Penaeus californiensis*. La principal característica de esta especie, es que posee franjas rojizas en la parte dorsal de la cola y por último el camarón rojo en este grupo se encuentra el *Penaeus brevirostris*. (Benítez *et al.* 2005).

2.4.1. Reproducción del camarón.

Dentro de la reproducción natural, hay evidencias de que las hembras desovan más de una vez, comprendido en los meses de abril hasta agosto, pueden poner de 300,000 a 1,000,000 huevos en una sola eclosión. Existe una gran mortalidad natural y por la pesca que ocurre en este lapso de tiempo, sin embargo, la naturaleza los ha dotado de un gran potencial reproductivo, el cual asegura la permanencia de la especie. Respectivamente en la reproducción de larva en laboratorio, cuando las hembras ovulan, se les insemina artificialmente y puede poner de 100,000 a 300,000 huevos para ser inseminados cada vez. El índice de supervivencia de huevos en estado silvestre es de 0.01%, en estanque puede alcanzar el 80 - 90%. Por lo tanto, la producción artificial de crías aumenta el índice de supervivencia y reduce el número de crías que se capturan en el mar. (Benítez *et al* 2005).

2.5. Producción de camarones en el salvador.

En El Salvador hay debilidades institucionales para la toma de información estadística, las cifras oficiales reportadas por CENDEPESCA indican que el cultivo del camarón subió el 101% al pasar de 196 a 394 toneladas métricas entre el periodo comprendido del 2000 al 2010 (Beltrán 2012).

El cultivo del camarón marino (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) se concentra principalmente en la zona del margen oriental del bajo Lempa y de la Bahía de Jiquilisco, estimándose en 1995 que entre 580 y 780 hectáreas se dedicaban permanente o temporalmente al cultivo. La mayoría de esa extensión (97%) corresponde a salineras reconvertidas al cultivo del camarón, éstas fueron incluidas en el programa (CEE-GOES ALA 92/18) dirigido a la reintegración de ex-combatientes de la guerra civil (Hernández *et al.* 2005).

La distribución espacial de las hectáreas de camarón actualmente en producción es la siguiente: Bahía de Jiquilisco, 84,9% del total del país (720 Ha), específicamente el bajo Lempa 80,9 % del total; La Paz 9,0% del total del país; La Unión 1,0% y Sonsonate 5,0% (Orellana 2012).

2.6. Sistemas de cultivo de El Salvador.

2.6.1. Extensivo.

Se caracteriza por las bajas densidades de siembra y un limitado manejo de la calidad del agua. Para el camarón marino hay dos modalidades, la primera que consiste en un entrampe de post-larvas (pl.) en un estanque cuya preparación básica es la compuerta de entrada de agua y las bordas. El recambio de agua es por el nivel de las mareas y se usa fertilizante para mejorar la alimentación natural. La densidad de siembra no es predeterminada; aunque Orellana (2012), menciona que la densidad de siembra es cercana a 5 pl. por metro cuadrado; el rendimiento es de 430 kg/ha. La segunda modalidad consiste en entrapar el camarón acarreado por la marea y mantenerlo en condiciones mínimas de recambio de agua para la cosecha. (CENDEPESCA, citado por FAO 2013).

2.6.2. Semi-intensivo.

El camarón marino, la densidad de siembra es de 10-18pl. por metro cuadrado, se usa post-larvas producida en laboratorios y se ponen en práctica las medidas de prevención de enfermedades. El ciclo es de tres a cuatro meses para obtener rendimientos del orden de 3000-4000 kg/ha (FAO 2013).

2.6.3. Intensivo.

Esta modalidad se utiliza aireadores para sostener altos niveles de biomasa con densidades de siembra de 100pl. por metro cuadrado para obtener rendimientos de 6.4 toneladas/ha. (Orellana 2012), (Cuadro A6).

2.7. Principales enfermedades de los camarones.

Según Morales (2007), las principales enfermedades en camarones de cultivo en el continente americano son causadas por virus, bacterias y parásitos. Entre las virales tenemos, el Virus de las manchas blancas (WSSV), presenta una prevalencia del 30 al 80% y mortalidades del 20 al 70%, principalmente en juveniles tempranos, donde se observan los cuerpos de inclusión en la mayoría de los órganos y tejidos. También existe el Virus del Síndrome de Taura (TSV), que se encuentra presente en los sistemas de cultivo de América latina, con una prevalencia del 15 al 70% y mortalidades del 10 al 60%, principalmente en camarones de 4 a 7 gramos, presentando flacidez de la cutícula en fase aguda y necrosis multifocal en fase crónica. Así mismo el virus de la Mionecrosis (INMV)

presenta una prevalencia del 25 al 60%, con mortalidades del 10 al 50% principalmente en Brasil. Se caracteriza por presentar opacidad muscular en su fase inicial, necrosis y putrefacción del músculo en su fase crónica.

Entre las enfermedades de origen bacteriano que se encuentran en la camaronicultura de las Américas son: la enfermedad de la Astilla negra, enfermedad del camarón manchado, vibriosis sistémica, síndrome de la gaviota, vibriosis luminiscente y camarones rojos, causadas principalmente por los géneros *Parahaemolyticus*, *Alginolyticus* y *Harvegi*, con porcentajes de prevalencia que van del 10 al 60% (Morales 2007).

Las enfermedades parasitarias con mayor relevancia son las causadas por protozoarios, organismos unicelulares, los más pequeños del reino animal. En el camarón, estos están presentes en los apéndices locomotores, branquias, hepatopáncreas e intestinos, de allí la importancia de su estudio individual (Bortolini, citado por Daqui *et al.* 1998).

Existen tres clases de protozoarios de acuerdo a la relación que guardan con su hospedador, los ecto y endocomensales que no producen reacciones de patogenicidad, un grupo intermedio que considera protozoarios que pueden inducir enfermedad en un momento dado sin ser estrictamente parásitos y por último los parásitos verdaderos que viven a expensas del hospedador (Armijos y López, citado por Daqui *et al.* 1998).

Se encuentran también los epicomensales que son organismos cosmopolitas que se encuentran naturalmente en los estanques de cultivo, siendo los más comunes los géneros *Zoothamnium* sp., *Epistylis* sp., *Acineta* sp. y *Ascophrys* sp. (Gilbert y Schröder, Cuéllar, Morales-Covarrubias, citado por Cabrera y Rubio 2012). La microsporidiosis es una enfermedad parasitaria producida en camarones peneidos por protozoarios intracelulares miotrópicos del phylum protista Microspora (Orden Microsporidia) (Morales y Cuéllar 2008). Los Haplosporidios son parásitos obligados o hiperparásitos de una amplia variedad de hospederos invertebrados, se caracterizan por presentar dos estadios dentro de los hospedadores (Abollo y Villalba 2011).

Y por último se pueden encontrar los metazoarios, los camarones peneidos son hospederos intermediarios de varias larvas de metazoarios como: nematodos, cestodos, trematodos y por tanto las etapas larvales pueden encontrarse en los tejidos de los camarones. (Lightner 1992). (Anexo 1.)

Las epizootias debidas a protozoarios se presentan principalmente como consecuencia de una sobrepoblación en los sitios de fijación, y bajo estas condiciones, se pueden producir altas mortalidades (Daqui *et al.* 1998). Uno de los protozoarios que se considera altamente patógenos para los camarones son las gregarinas. Si bien no hay datos concretos de las manifestaciones clínicas que pudieran presentar los camarones infectados, hay fuertes sospechas de que algunos de estos parásitos están asociados con estados de debilidad, disminución de alimentación, pobre crecimiento y mortalidad (Daqui *et al.* 1998).

2.8. Gregarinas.

Las gregarinas (Protozoa, Apicomplexa), son parásitos protozoarios de diversos tipos, ampliamente distribuidos en la naturaleza y comunes en muchos grupos de invertebrados, especialmente artrópodos, anélidos y moluscos. En éstos, las gregarinas pueden aparecer ínter o intracelularmente, y aunque las células hospedero individuales son destruidas por el estadio intracelular, muchas especies no son consideradas como de alta patogenicidad. Sin embargo, cada especie de gregarina suele ser específica de una especie de hospedero en particular (Morales y Cuellar 2008).

2.8.1. Taxonomía.

REINO, Protista; **PHYLUM**, Protozoa; **CLASE**, Esporozoa; **ORDEN**, Gregarinida, Coccidia, Hemospiridia, Haplosporidia; **SUB ORDEN**, Eugregarinina; **SUPERFAMILIA**, Acephalinoidea, Cephalinoidea; **GÉNERO**, *Nematopsis*, *Cephalolobus*, *Paraophioidina* (Calderón 2009).

2.8.2. Géneros de gregarinas más comunes en camarón marino.

Las gregarinas pueden ser encontradas tanto en camarones silvestres, como en sistemas de cultivo. Todos los camarones peneidos son hospederos conocidos o potenciales de las gregarinas. Por lo menos dos géneros, *Nematopsis* y *Cephalolobus* (Figura A33), cada uno con diversas especies, aparecen de manera frecuente en los camarones peneidos con una distribución geográfica mundial. Un tercer género llamado *Paraophioidina* (Figura A34), se ha observado esporádicamente en postlarvas de *P. vannamei* bajo condiciones de cultivo. Debido a que se considera que existen múltiples especies de gregarinas con distribución geográfica aún sin definir en todo el mundo, es recomendable realizar monitoreo sanitarios cuando van a ser movilizados camarones procedentes de regiones

aisladas, ya que éstas pueden poseer poblaciones nativas de estos parásitos (Morales y Cuellar 2008). (Anexo 2)

Las gregarinas pueden transmitirse al camarón marino mediante la ingestión de poliquetos como la *Polydora cyrrhosa* o a través de la ingestión de materia fecal de éste segundo hospedero del protozoario. Otros hospederos son algunos moluscos bivalvos, que al igual que los poliquetos, ingieren las zigosporas que son las formas infectantes del protozoario (Morales y Cuellar 2008).

2.8.3. Ciclo de vida de gregarinas.

En los camarones, la ingestión de un hospedero intermediario que contenga esporas de gregarina, trae como consecuencia la infestación. Las esporas ingeridas germinan para llegar a ser esporozoitos, los cuales se adhieren a la capa de quitina de las paredes y a los pliegues terminales del tubo gástrico; también pueden invadir o unirse al intestino medio o a las células epiteliales del ciego anterior. Una vez adheridos, se desarrollan a trofozoitos que se caracterizan por su epimerito especializado y consisten en la forma inicial del protomerito, con un núcleo diferenciado y localizado centralmente. De cada uno pueden generarse al menos tres trofontes (Figura A5) (Morales y Cuellar 2008).

Los trofontes se separan de su unión al estómago o intestino medio, para convertirse en esporadio y pasar al intestino posterior, alojándose en sus pliegues. De cada célula individual de esporadio, se desarrolla un gametocisto. Algunas de estas células darán paso a la fase sexual de la reproducción del parásito, formando microgametos (gametos masculinos) y macrogametos (gametos femeninos). Cuando hay ruptura de los gametocistos, los gametos se entrecruzan y fusionan para formar cigotos, los cuales son liberados al medio externo (Morales y Cuellar 2008).

Las zigosporas son consumidas por bivalvos y poliquetos, y en el interior de estos segundos hospederos, ocurre la esporogonia en las células del epitelio intestinal. Posteriormente, el camarón ingiere los poliquetos o sus heces y se infesta. Dentro del tracto gastrointestinal del camarón, se liberan los esporozoitos, ocupando el estómago posterior o el intestino medio, adhiriéndose a la cutícula o penetrando las membranas de las células del hospedero. Los esporozoitos son desarrollados a trofozoitos en el intestino medio, posterior o en el propio estómago (Morales y Cuellar 2008).

2.8.4. Signos clínicos.

Los camarones con infestaciones muy altas (más de 100 trofozoitos por centímetros de intestino medio) (Cuadro A8), pueden mostrar una coloración amarillenta del intestino (Figura A35). En los casos en los que la infestación es severa e involucra a una gran parte de la población de cultivo, se puede presentar bajo crecimiento de los camarones y aumento en el factor de conversión alimenticia. Los camarones con niveles bajos o moderados de infestación por gregarinas, pueden no presentar signos clínicos y tener una apariencia de camarones sanos (Morales y Cuellar 2008; Gómez 2003).

2.8.5. Diagnóstico.

Según Morales y Cuellar (2008), el método de elección para diagnóstico de gregarinas es el montaje en fresco utilizando objetivos 10x y 20x, no se requieren tinciones para la diferenciación del parásito. Su apariencia será pálida cuando esté inmaduro y tiende a color marrón oscuro entre más cercano esté de ser adulto. Las manifestaciones en condiciones naturales en camarones enfermos se pueden observar, nado errático, letargia, debilidad, pérdida del reflejo de huida, nado superficial, susceptibilidad a la hipoxia, disminución en la alimentación que genera vulnerabilidad a predadores. Esta enfermedad en camarones marinos, se reporta con una prevalencia del 10 al 90%. (Morales 2007).

2.8.6. Tratamiento y control.

Con el fin de mantener los niveles de gregarinas por debajo de los grados considerados como de riesgo para el crecimiento y eventualmente supervivencia, muchos productores realizan monitoreo periódicos para gregarinas y han comenzado a incorporar anticoccidiales veterinarios en los alimentos balanceados, con las dosis recomendadas para avicultura y ganadería bovina, teniendo buenos resultados determinables en los muestreos de rutina. Otras técnicas de control incluyen la eliminación del organismo hospedero (*Polydora sp.* y moluscos bivalvos), mediante la adición de cal en niveles adecuados al fondo del estanque luego de la cosecha, para destruir estos vectores potenciales del protozoario. Recientemente se han lanzado productos al mercado con base en compuestos naturales (no químicos) dirigidos específicamente contra gregarinas y cuya efectividad aún se está evaluando en sistemas comerciales de producción de camarón (Morales y Cuellar 2008).

2.9. Buenas prácticas de manejo en granjas camaroneras.

Las Buenas Prácticas de manejo en granjas camaroneras deben estar dirigidas a producir un producto inocuo, a aplicar medidas de bioseguridad durante todo el período de cultivo y a garantizar un buen manejo acuícola y responsable con el ambiente. Las decisiones que afectan al ambiente y a la productividad, son tomadas día a día por individuos con un rango amplio de capacidades técnicas. Por lo que los productores juegan un papel importante en la formulación e implementación de las mejores prácticas de manejo del cultivo (Morales y Cuellar 2008).

2.9.1. Preparación de estanques.

Los estanques deben ser secados completamente, aplicándoles cal y expuestos a la radiación solar (Figura A6), cuando menos después de tres o cuatro ciclos de producción y con más frecuencia si es necesario para eliminar agentes patógenos del fondo (Morales y Cuellar 2008).

2.9.2. Calidad del agua.

Se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales. Los productos residuales de las actividades humanas, aguas residuales, escorrentías, emisiones industriales, urbanas y contaminación atmosférica, afectan la calidad del agua (CEC, citado por Chávez y Orantes 2010).

La calidad del agua del estanque, es un punto crítico en el proceso de producción y debe ser controlada en los parámetros físicos, químicos y biológicos. Éstos deben ser adecuados y mantenidos dentro de rangos aceptables para el buen desarrollo del camarón. En caso contrario, la población de cultivo podría pasar a tener bajo crecimiento, proliferación de patógenos con brotes de enfermedad, eventuales mortalidades y baja calidad del producto final (Cuellar *et al.* 2010; Rojas *et al.* 2005).

2.9.3. Recambio de agua en el cultivo del camarón.

Con el recambio de agua se persigue bajar la concentración de los compuestos tóxicos, así mismo diluir las floraciones de plancton y evitar el incremento de la salinidad por efecto de la evaporación. También, es un método efectivo para incrementar rápidamente los niveles de oxígeno en los estanques. El efecto de la carencia de recambio de agua puede traer como consecuencia crecimiento lento e inhibición del proceso de muda del camarón, observando especímenes con exoesqueleto grueso, rugoso y opaco o que

presenta pigmentación acentuada y/o presencia alta de camarones enanos. Por otro lado, cuando no existe mucho recambio de agua se incrementa la salinidad por evaporación. (Talavera 1998).

2.10. Requerimientos en estanques.

2.10.1. Oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto en el agua influye en el cultivo de camarón marino, afectando el crecimiento de estos, y la eficiencia de la conversión alimenticia (Ver figura A7). Se ha demostrado que la abundancia de fitoplancton depende de la cantidad de nutrientes y que, a su vez, la concentración de oxígeno disuelto está regulada por la abundancia de del primero (Boyd 2004).

Para los camarones en cultivo, la concentración óptima de oxígeno disuelto en el agua debe ser superior a 5 ppm. En concentraciones menores a 2 partes por millón (ppm), los camarones en cultivo empiezan a boquear (ahogarse) y por consiguiente a morir. Para incrementar esta concentración, es necesario realizar recambios de agua. (Su y Aguilón, 2008; Haws, citado por Fuentes y Guillen 2014).

El oxígeno disuelto (OD) es un factor ambiental regulador del metabolismo de los camarones, mediante la participación directa en la obtención de energía a partir de la respiración y la fosforilación oxidativa. Una reducción relativamente pequeña de OD de 5 a 4 mg/l provoca una reducción de hasta un 25% en la energía canalizada hacia la producción de biomasa. (Alpuche *et al.* 2005).

Una de las causas de baja disponibilidad de oxígeno en el agua podría ser por la actividad del camarón, que normalmente se vuelve más activo durante la noche cuando la temperatura es más aceptable, o por el consumo del mismo por las algas durante la noche. La lluvia y los vientos pueden ayudar a incrementar la cantidad de oxígeno ya que agita la superficie del agua (INCOPECA 2008). Salvato *et al.*, citado por Quiñonez *et al.* (2011), ha demostrado que el consumo de oxígeno es una respuesta fisiológica que puede correlacionarse con las variaciones de los factores ambientales, debido a que la tasa respiratoria está relacionada con el trabajo metabólico y el flujo de energía que los organismos canalizan hacia los mecanismos del control homeostático.

2.10.2. pH.

El pH Indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica (Cuadro A2). Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 o 9. La fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas (Figura A8) (Boyd 2004).

Cuando el pH del agua es muy bajo durante la noche, se puede aplicar cal en el estanque para mejorarlo, especialmente en la primera hora del día. Usualmente las bajas en el crecimiento o sobrevivencia, que resultan de un pH bajo, provienen de los efectos de la baja alcalinidad y del exceso de algas, porque al no haber luz solar la producción de CO₂ se incrementa por la noche, porque la fotosíntesis es limitada. En caso de pH alto en el agua durante el día, la aplicación de melaza o carbohidratos de alta digestibilidad, para promover el crecimiento rápido de bacterias heterótrofas, que actúan sobre el pH por la producción de CO₂, es lo adecuado para bajarlo (Balnova 2015).

2.10.3. Temperatura.

Los procesos biológicos de crecimiento y respiración del camarón marino, se duplican por cada 10°C que aumenta la temperatura del agua, haciendo más crítico el consumo de oxígeno en temperaturas cálidas. El calor penetra por la superficie del agua y calienta la capa superficial más rápido que la del fondo generando una separación, denominada estratificación termal la cual tiene una variación diaria (Figura A9) donde el agua del fondo no se mezcla con la superficial; durante la noche ambas capas alcanzan la misma temperatura (Boyd 2004).

La tolerancia a la temperatura, los rangos óptimos y la causa de cómo afecta el crecimiento, depende de las especies, la edad y factores como la salinidad y la concentración del oxígeno disuelto, entre otros (Puente 2009). La temperatura es el factor ambiental más importante en la vida de cualquier organismo, los ajustes bioquímicos o fisiológicos que ocurran en cualquier adaptación, dependerán de reacciones metabólicas que involucren enzimas dependientes totalmente de este factor para su desarrollo (Alpuche *et al.* 2005).

Jiménez *et al*, citado por Valdés (2010). Sugieren que la temperatura y la salinidad son los factores más importantes y detonantes en la aparición de enfermedades. Determinaron que bajas temperaturas aunadas a cambios bruscos de salinidad aumentan la susceptibilidad en camarones de contraer infecciones e incluso favorecen la presencia de mortandades en la población. Las condiciones de temperatura (C°) para especies acuáticas preferidas para el cultivo del camarón blanco debe ser > 20°C, mientras que las temperaturas letales bajas son de 14°C y las altas de 40°C. (International Aqua Feed, citado por Fuentes y Guillen 2014).

2.10.4. Salinidad.

La salinidad como factor que influencia el proceso de crecimiento podría actuar principalmente a través del gasto de energía para la osmorregulación, consecuentemente, la temperatura, el fotoperiodo, pH y la turbidez, pueden actuar para modificar la salinidad óptima de osmorregulación (Valdés 2010).

La salinidad es la variable de mayor influencia en las variaciones del crecimiento de los camarones cultivados en la época seca, y que es la más apropiada para explicar el incremento de peso durante este periodo (Guerrero *et al.* 1999). El rango de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplio y pueden sobrevivir de 0 ppm hasta 50 ppm, sin embargo, el rango de crecimiento óptimo es de un promedio de 15 a 25 ppm. Un aumento en la salinidad disminuye la tasa de consumo de oxígeno y aumenta la tasa metabólica (Dalla y Smith, citado por Valdés 2010).

Una salinidad fuera del rango óptimo puede generar estrés al camarón y facilitar la posibilidad de enfermarse ya que éste es muy sensible a los cambios drásticos, razón por la cual es importante monitorear este parámetro durante la aclimatación de las PL (Bryand *et al.* 2008).

En un ambiente diluido, los organismos deben resolver dos problemas, la entrada de agua al cuerpo y la pérdida de sales corporales, para contrarrestar estos efectos, los organismos son capaces de cambiar la permeabilidad de las branquias, además, generar abundante orina diluida a fin de conservar sales útiles y regular la presión osmótica interna. Cuando existe un cambio brusco de salinidad, el organismo tiene que ajustar la osmolaridad, modificando la concentración iónica interna. Estos procesos de

trasnominación pueden conducir a la formación de nuevos aminoácidos o a la síntesis de productos como la glutamina o la glucosamina, esta última utilizada para la síntesis de quitina del caparazón de los organismos (Figura A10) (Alpuche, 2005). Se ha determinado que el camarón *L. vannamei* puede tolerar un amplio intervalo de esta, pasando desde condiciones de agua dulce (0.5–2.0 g/L) hasta hipersalinas (60 g/L) (Stern *et al.* y Saoud *et al.* Citado por Quiñonez *et al.* 2010).

2.10.5. Turbidez.

Es el grado de opacidad producido en el agua por las partículas en suspensión. Estas están relacionadas con los organismos planctónicos; las partículas minerales son generalmente negativas para la cría. La turbidez se mide con el disco secchi y la forma de interpretar se observa en el Cuadro A5.

La visibilidad de disco secchi (Cuadro A4), es la profundidad en centímetros a la cual el disco deja de ser visible cuando este es sumergido en el agua del estanque. Usualmente existe una relación inversa entre la visibilidad del disco y la abundancia de fitoplancton. Usualmente la hora más adecuada para realizar esta medición es entre las 9 y las 11 de la mañana (Cuellar *et al.*, citado por Fuentes Guillen 2014).

La turbidez en estanques de cultivo de camarón resulta a partir del florecimiento algal y de las partículas de suelo o materia orgánica en suspensión. Ambos tipos de turbidez restringen la penetración de la luz en el agua del estanque y la disminución de esta sobre el fondo del estanque no permite el crecimiento de algas filamentosas y plantas acuáticas macrofitas, indeseables sobre el fondo (Boyd y Tucker, citado por NICOVITA 1998).

La turbidez se refiere a lo clara o turbia que pueda estar el agua. El agua clara tiene un nivel de turbidez bajo y el agua turbia o lodosa tiene un nivel alto de turbidez. Los niveles altos de turbidez pueden ser causados por partículas suspendidas en el agua tales como tierra, sedimentos, aguas residuales y plancton. Si la turbidez del agua es alta, habrá muchas partículas suspendidas en ella, estas bloquearán la luz solar y evitarán la fotosíntesis de plantas acuáticas generadoras de oxígeno disuelto. Esto generará que las plantas mueran y se descompongan reduciendo los niveles de oxígeno disuelto (REITEC, citado por Chávez y Orantes 2010).

Los colores que puede presentar el agua son: Verde pálido indica adecuada concentración de algas; Gris denota pocas algas en el estanque, se recomienda mayor

fertilización, complementada con recambio de agua; Verde musgo algas que comienzan a morir, se requiere un urgente recambio de agua; Verde brillante indica grandes concentraciones de algas, debe efectuarse recambio de agua para disminuir el riesgo que baje la concentración del oxígeno disuelto durante la noche y Marrón indica gran cantidad de algas muertas, se debe efectuar recambio de agua y fertilización, probablemente haya una falta de nutrientes y exceso de metabolitos. (FAO, s.f.).

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Descripción general del estudio.

La investigación se realizó en cuatro granjas camaroneras, las cuales fueron codificadas de la siguiente manera; granja “A” ubicada en el cantón las Animas Abajo, municipio de Zacatecoluca, departamento de La Paz, y las otras tres como “B, C y D”, ubicadas en la Bahía de Jiquilisco, Cantón Sisiguayo, Municipio de Jiquilisco Departamento de Usulután.

El departamento de La Paz, se ubica geográficamente entre los 13° 28.4' Latitud Norte y 89° 01.3' Longitud Oeste con una elevación de 26 msnm. El clima se clasifica como bosque húmedo subtropical con biotemperatura menor de 24° C, pero con temperatura del aire, medio anuales mayor de 24°C. Los rumbos de los vientos son predominantes del norte, durante la estación seca y del este/sureste en la estación lluviosa. La brisa marina ocurre después del mediodía, siendo reemplazada después de la puesta del sol por una circulación tierra-mar (rumbo norte/noroeste), la velocidad promedio anual es de 8 km/h. (MARN 2014).

El Cantón las Animas Abajo, se ubica en el Municipio de Zacatecoluca, departamento de La Paz, entre los 13° 21'46.1” Latitud Norte y 088° 51' 28.0” longitud Oeste, con una altura de 11 msnm.; utilizando GPS, Datum de Mapa WGS 84, hddd° 2mm'ss.s”. La granja “A”, se ubicada en una zona de bosque salado o manglar, entre los 13° 21'46.1” Latitud Norte y 088° 51' 28.0” longitud Oeste, con una altura de 11 msnm.

La Bahía de Jiquilisco, se encuentra en la parte sur del departamento de Usulután, entre los 13° 15' y 13° 18' Latitud Norte y 88° 48' y 88° 15' Longitud Oeste, representa el ecosistema marino costero más importante de El Salvador, contenida en la Zona de Vida Bosque Húmedo Subtropical (caliente) (Holdridge 1975, citado por Hernández, *et al.*, 2005). Comprende 55 kilómetros de costa a costa desde la desembocadura del río Lempa

hasta la bocana La Chepona en Jucuarán; tiene 27 islas e islotes y es el área con mayor extensión de bosque salado del país, totalizando 18,298.46 ha (Hernández *et al.*, 2005).

La granja "B", entre los 13°17'26.18" Latitud Norte y 88°40'35.65" Longitud Oeste; granja "C", ubicada entre los 13°16'37.26" Latitud Norte y 13°16'37.26" Longitud Oeste y la granja "D", entre los 13°17'5.29" Latitud Norte y 88°39'37.18 Longitud Oeste, ubicadas en la zona de mayor productividad del camarón marino, siendo principalmente cooperativas o asociaciones de ex –combatientes y ex –militares del conflicto armado.

Basado en la densidad de siembra (pl. /m²), las granjas B, C y D, corresponden a la modalidad semi-intensivo, y la granja A que corresponde a la modalidad intensivo.

La investigación se realizó durante el periodo comprendido entre junio 2014 a diciembre 2015 que comprendió desde la fase de campo, fase de laboratorio, identificación de las gregarinas, análisis epidemiológico y análisis estadístico.

3.2. Metodología de campo.

3.2.1. Numero de estanques muestreados.

Para la realización de los muestreos, de cada granja se tomaron los estanques que estaban en producción. De las granjas A, B, C y D, se muestrearon, 3, 4, 2, 2 estanques, respectivamente, totalizando 11 en la investigación. Los cuales se realizaron en cuatro muestreos diferentes. Por cada estanque muestreado se realizaron análisis de pH, salinidad, turbidez, oxígeno disuelto y temperatura durante la captura; todos estos análisis fueron realizados mediante el uso de sonda multi-paramétrica (Figura A15).

3.2.2. Tamaño de la muestra de camarones marinos.

La muestra global fue de 385 camarones, la cual se calculó mediante fórmula para poblaciones infinitas, estableciendo una sub muestra de 35 camarones por estanque. Para las granjas A, B, C y D, se obtuvieron 105, 140, 70 y 70 camarones respectivamente.

3.2.3. Captura de las muestras.

Se trabajó con camarones juveniles o adultos con edades de uno a tres meses. Para la captura se utilizó una atarraya de 3 metros de diámetro con malla de 22, en cinco sitios equidistantes para obtener una muestra homogénea, y por cada sitio se tomaron siete camarones al azar hasta totalizar 35 camarones por estanque.

Una vez se colectaron los camarones estos se pesaron en gramos (g) (Figura A16), se midieron en centímetros (cm) (Figura A27) y se obtuvo la edad en días de acuerdo a la fecha de siembra. Se depositaron en bolsas plásticas transparentes con capacidad de 1.81 kg, y se identificaron con fecha, número de estanque (correlativo de la granja) y edad en días, posterior a eso se colocaron en una hielera a 4°C (Figura A36); las muestras se llevaron al laboratorio de ELISA (Enzyme Linked Inmunosorbent Assay) de la Facultad de Ciencias Agronómicas, UES, para continuar la fase de laboratorio.

3.3. Metodología de laboratorio.

3.3.1. Recepción, preparación y almacenaje de las muestras.

A las muestras (camarones) procedentes de las granjas, se procedió a realizar la disección para la extracción del órgano de estudio; se usó una pinza, mediante la cual se inclinaba el cefalotórax, luego con una tijera punta fina de disección se hizo un corte longitudinal por el dorso del primero al último segmento y con una pinza hemostática se extrajo el intestino (Figura 29, 30 y 31), el cual se depositó en viales plásticos (Figura A18) de 1.5 mililitros conteniendo 0.5 ml de solución de formol al 5% (Figura A17) como preservante. Posteriormente fueron depositados en bolsas plásticas con capacidad de 1.81 kg, previamente identificadas con nombre de la granja y número de estanque; luego fueron refrigeradas a 4°C para mantener la integridad del parásito y evitar la descomposición de las muestras.

3.3.2. Diagnóstico de gregarinas.

Los intestinos fueron extraídos del vial mediante el uso de una pinza hemostática, y luego se prepararon montajes en láminas porta objetos (Figura A30) para extraer el contenido fecal, sujetando un extremo del mismo con una pinza y con el borde externo de la tijera se realizó la extracción mediante barrido a lo largo del órgano. Al contenido se le adicionó dos a tres gotas de solución de formol al 5% comprimiendo dicho contenido entre dos láminas porta objetos (técnica squash, Morales y Cuellar 2008) (Figura A31); luego se observaron al microscopio usando el objetivo 10X (Figura A19) y sin uso de métodos de

tinción, contabilizando el número de parásitos (trofozoito maduro) encontrados por muestra (contenido fecal intestinal), registrando los datos en la ficha clínica (Cuadro A7).

3.3.3. Parámetros epidemiológicos.

Si bien hay que tener claro la epidemiología estudia los factores de riesgos relacionados con los procesos patológicos considerando el estado de salud y de la enfermedad así como de determinar el papel de los factores asociados a la misma, la relación existente entre la presentación de un proceso patológico y la exposición a varios factores asociados se determina mediante la aplicación de pruebas estadísticas que indicaran si realmente hay asociaciones entre los factores y procesos patológicos. Para la investigación la información obtenida al final será:

Grado de severidad: herramienta que sirvió para identificar los posibles problemas generados internamente en el camarón, que sirve para clasificar individualmente los grados que presentan los camarones de acuerdo a la carga parasitaria.

Prevalencia (%): es el resultado de dividir el número de camarones parasitados por gregarinas entre el total de camarones examinados multiplicado por 100.

3.4. Metodología estadística.

Los datos recolectados en las fichas clínicas por granja correspondiente a la edad, peso, talla, pH, salinidad, turbidez, oxígeno disuelto y temperatura se registraron en una base de datos en Excel, posteriormente analizados bajo el programa estadístico INFOSTAT, realizando análisis de componentes principales y tablas cruzadas donde se obtuvo datos de correlación (R^2) y de probabilidad (p).

La carga parasitaria por individuo se estableció mediante la observación y conteo de trofozoitos de gregarinas durante el examen microscópico y mediante el uso de guía propuesto por Lightner (1996) citado por Morales y Cuéllar (2008), la cual define un valor numérico cualitativo del grado de severidad de infestación por gregarinas (Cuadro A8), el cual consiste en diferenciar la carga parasitaria individual y los signos clínicos. La prevalencia de gregarinas se determinó por granja y por estanque, para conocer el grado de infestación de estas mediante el uso de fórmula propuesta por Margolis *et al.* 1982 citado por Morales y Cuéllar (2008).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Se analizaron un total de 385 camarones, muchos de estos presentaron tamaños y pesos variados en concordancia con la edad cronológica. Dentro de las características físicas del camarón se constató una coloración normal y sin deformidades, en cuanto al material fecal predominó una coloración normal (Figura A30) y en algunos casos coloración amarillenta (Figura A35), lo cual podría deberse a infestaciones altas de gregarinas (más de 100 trofozoitos por cm de intestino medio) según Morales y Cuellar (2008).

También se observó fragilidad del intestino, fenómeno que, según Gómez (2003), esto se debe a infestaciones severas que pueden causar una reducción del grosor de la mucosa intestinal, hiperplasia y en ocasiones se pueden apreciar perforaciones. El 49% de las muestras presentó desde 1 hasta más de 100 gregarinas maduras, aunque en algunas muestras, se observaron sicigias (Figura A37) en conjunto con trofozoitos maduros, estas son etapas juveniles de las gregarinas, las que no se pueden contabilizar porque se agrupan en innumerables cantidades y presentan una coloración semitransparente, y a medida alcanzan la madurez van adquiriendo una coloración marrón característica del trofozoito maduro, por lo tanto solo se reportó la presencia de estas en el estudio.

4.1. Edad, peso y talla de los camarones.

Para el periodo del estudio, la edad osciló entre los 30 a los 86 días, así mismo el peso de 2.28 a 11.42g, y las tallas 7 a 11.95cm (Cuadro 1), ya que no fueron determinados previamente en la investigación, siguiendo la planificación de producción de cada granja. Según CENDEPESCA (2008). Los pesos y tallas pueden variar durante el periodo del cultivo, de 1 a 25g y 4 a 14cm respectivamente; mientras que la FAO (s.f.) menciona que puede llegar alcanzar a los 7 meses de edad pesos de 30 y 40g. En algunas ocasiones se puede observar que el crecimiento de los camarones

Cuadro 1. Edad, peso y talla de camarones de cada estanque.

Estanques	Edad de muestras (días)	Peso promedio (g)	Talla promedio (cm)
10 B	30	2.28	7
2 A	37	3.43	8
3 B	40	11	10.5
2 D	46	9	9.9
4 D	48	8	10
6 A	55	9	10.3
5 B	60	6.6	9.8
5 C	65	10	11.1
3 C	69	8.42	11
9 A	77	11.42	11.95
8 B	86	8.57	10.9

*El numero equivale al estanque muestreado y la letra corresponde a la granja

no es el que se espera dentro de la granja, pero según Marroquín *et al.* (2012) y Grupo Angelicas División Acuicultura (2009), los pesos promedio pueden rondar desde 0.3 a

más de 11g, dependiendo de las condiciones de manejo dentro de los estanques y la salud de estos. El ciclo de vida de un camarón de cultivo se limita en estos tiempos a un ciclo productivo corto en un sistema cerrado, de manera que alcancen pesos aptos para la comercialización en el mercado global. Estos son cultivados con agua procedente del exterior que brinda las condiciones adecuadas, aunque existe la posibilidad de que contengan agentes etiológicos que afecten el cultivo.

4.2. Carga parasitaria y grado de severidad.

Se entiende que un organismo de menor edad tiene más posibilidades de adquirir una enfermedad que otro de mayor edad, todo esto debido a que, el sistema inmunológico no posee la capacidad de respuesta que un organismo adulto.

La capacidad de respuesta del camarón es diferente a los vertebrados, estos poseen un sistema inmune innato, que evolucionó para contrarrestar de forma más específica las enfermedades (Morales y Cuellar 2008). Pero una respuesta inmunológica adecuada está ligada a un buen estado de salud, a la exposición baja o alta de un agente etiológico y a las condiciones que presente el medio de desarrollo.

Dentro de la investigación, la carga parasitaria que presentaron los

Cuadro 2. Calculo de la carga parasitaria promedio.

Granja	Estanque	Carga parasitaria promedio por estanque (Greg/indv)	Carga parasitaria promedio por granja (Greg/indv)
A	2 A	35.87	29.23
	6 A	1.33	
	9 A	4.80	
C	3 C	21.44	11.47
	5 C	2.61	
B	10 B	22.72	15.38
	5 B	14.57	
	3 B	13.19	
	8 B	6.00	
D	4 D	113.18	106.77
	2 D	1.00	

camarones en promedio fue: por estanque de 1 hasta 113 gregarinas por individuo y por granja 11 hasta 106 gregarinas por individuo (Cuadro 2). Según Jiménez *et al.* (2002), citado por Guzmán *et al.* (2014), revelaron en su investigación que el 50 a 80 por ciento de los camarones examinados presentaron una carga parasitaria de 10 a 5,000 gregarinas por animal; datos similares son reflejado en esta investigación ya que se encontraron valores de 1 a 3735 gregarinas por individuo (Cuadro A13).

Para clasificar de la mejor forma la carga parasitaria, Lightner D. 1996, propuso cinco grados de severidad ("0", "1", "2", "3" y "4"), dependiendo de la carga parasitaria individual,

que para este caso va desde 0 (cero) hasta más de 100 gregarinas por intestino de camarón.

Cuadro 3. Clasificación de los camarones por grado de severidad determinado por la carga parasitaria individual.

Estanque	Grados de severidad					Total
	0	1	2	3	4	
2 A	4	15	9	5	2	35
10 B	6	22	4	2	1	35
4 D	2	7	9	6	11	35
3 C	9	19	6	1	0	35
6 A	32	3	0	0	0	35
5 B	17	15	3	0	0	35
2 D	33	2	0	0	0	35
5 C	28	7	0	0	0	35
9 A	30	4	1	0	0	35
3 B	19	10	4	2	0	35
8 B	19	15	0	1	0	35
Total	199	119	36	17	14	385

En el Cuadro 3, se muestra la clasificación de los 385 camarones en estudio en cuanto al grado de severidad. Así mismo se observa que dentro del grado "0" el número de camarones es mayor (199 individuos) y menor en el grado "4" (14 individuos). Según Lightner (1996), citado por Morales y Cuellar (2008), a partir del grado 1 de severidad existe presencia de gregarinas, pero no son capaces de producir grandes

daños en el camarón, pero a partir del grado 2 existe la posibilidad de mortalidades si no se comienza a dar tratamiento.

En este estudio, a pesar que no hubo ningún reporte de mortalidad de camarón en ninguna de las etapas de crecimiento, los grados de severidad encontrados, podrían estar afectando otras funciones fisiológicas del organismo, afectando la ganancia de peso, talla, bajo consumo de alimento y conversión alimenticia.

4.3. Variables físico-químicas.

El manejo, la genética, la nutrición y la calidad del agua dentro de los estanques es vital para que los camarones desarrollen una adecuada resistencia inmunológica, para enfrentar de una forma más adecuada las enfermedades que llegan desde el medio externo.

En relación a la calidad del agua, en este estudio se consideraron las siguientes variables: temperatura, pH, salinidad, turbidez y oxígeno disuelto. En la Figura 1 se observan los promedios de dichas variables, que según la FAO (1989); Bryand *et al.* (2008); CENDEPESCA (2008); Cuéllar *et al.* (2010) los promedios se encuentran dentro de los límites considerados óptimos. Así mismo se muestran los rangos máximos (R-M), mínimos (R-m) y promedios (R-P) de cada parámetro.

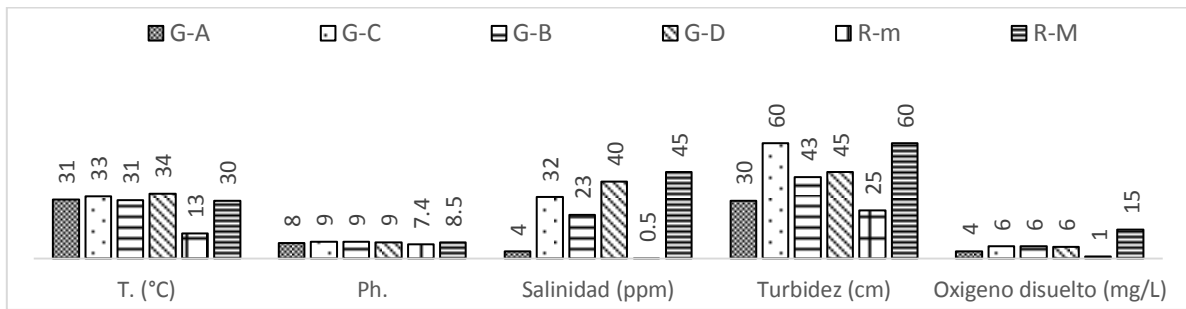


Figura 1. Rangos promedio de las variables físico-químicas.

Leyenda: Rango máximo (R-M) y Rangos mínimo (R-m) de temperatura, pH, salinidad, turbidez y oxígeno disuelto para las granjas A (G-A), B (G-B), C (G-C) y D (G-D).

A pesar de lo mencionado anteriormente, valores de temperatura y turbidez en algunas granjas presentaron rangos extremos (35°C y 80cm). Según Boyd (2004), dice que las reacciones químicas dentro de los estanques se incrementan también conforme aumenta la temperatura. Por ello los factores ambientales, y en particular las variables de calidad del agua, son más críticos conforme aumenta la temperatura. Según CENDEPESCA (2008), la temperatura óptima es entre los 23 y los 30°C y en cuanto a la turbidez, la FAO (s.f.), menciona que, si la visibilidad del disco secchi es menor de 30cm es debido a materiales en suspensión que puede interferir y causar problemas potenciales.

Existen diferentes características de turbidez del agua asociados con la fertilización o partículas suspendidas en el medio, produciendo mayor o menor visibilidad del disco secchi. Sin embargo, a veces la turbidez es causada por partículas suspendidas de arcilla o detritus y no por la cantidad de fitoplancton. En un estanque las plantas deseadas son el fitoplancton, los cuales son organismos microscópicos suspendidos en la columna de agua (Boyd 2004). Aunque un nivel de turbidez alto (<30cm) donde predominan los compuestos de arcilla o detritus pueden absorber los rayos solares, haciendo que la temperatura del agua aumente.

Con el propósito de interpretar de la mejor manera los resultados, estas mismas variables fueron analizadas mediante componentes principales bajo criterio de clasificación las granjas, el cual consistió en relacionar las variables en estudio, en un espacio más reducido para una mejor interpretación y observar el comportamiento sobre cada estanque.

4.3.1. Variables físico-químicas asociadas a los estanques.

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el modelo de componentes principales (ACP) y gráficos biplot, técnicas generalmente utilizadas para reducción del espacio de interpretación, en las cuales es posible examinar la relación existente entre variables y observaciones dentro de un mismo gráfico; Donde el componente principal 1 (CP1) pertenece al eje "X" y el componente principal 2 (CP2) corresponde al eje "Y" (Balzarini *et al* 2008).

El análisis de componentes principales indica, que las variables turbidez, salinidad, oxígeno disuelto, pH y densidad de siembra están representadas en el CP1 con un 48.1%, y el CP2 con un 25.3% las variables de carga parasitaria, temperatura y prevalencia.

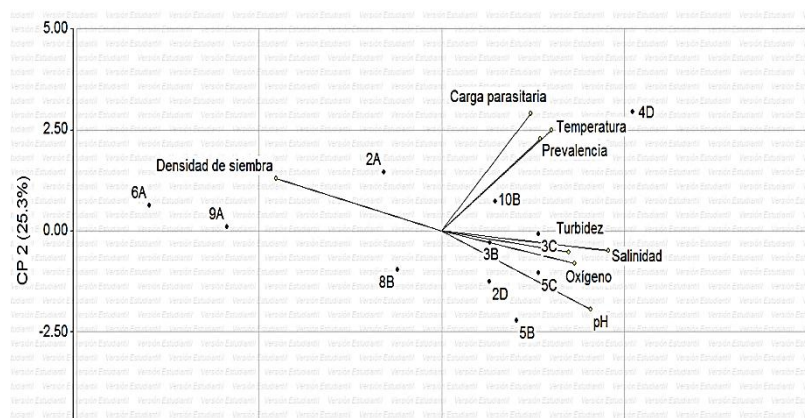


Figura 2. Análisis de componentes principales de las variables en estudio y como categoría los estanques.

En este contexto, en la Figura 2, los estanques 3C, 3B, 2D, 5C, 5B, pertenecientes a las granjas B, C y D, presentaron una tendencia de asociación a las variables de salinidad, oxígeno, pH y turbidez; probablemente se deba a la similitud del manejo de

los estanques.

Los estanques 6A, 9A y 2A, correspondientes a la misma granja, presentaron asociación a la densidad de siembra con mayor intensidad que el estanque 8B. Esta asociación está vinculada al uso de sistemas mecanizados de aireación del agua, lo cual facilita el incremento en la densidad de siembra.

Sin embargo, el estanque 4D presentó una asociación a la temperatura, prevalencia y carga parasitaria, que podría estar asociado con la profundidad del estanque, turbidez del agua o edad de los camarones en el caso de la carga parasitaria. Por otra parte, el estanque 10B está asociado en menor intensidad a la temperatura y prevalencia.

Según Rojas *et al.* 2005 y Cuellar *et al.* 2010, la calidad del agua es un punto crítico en el cultivo del camarón, mantener niveles adecuados de los parámetros físico-químicos dentro de los estanques para obtener buena calidad del producto final requiere de gran

cuidado y vigilancia periódica. Cada una de las modificaciones físico-químicas que sufre el medio acuático podría generar algún problema en los organismos ahí cultivados; ante estos cambios el sistema inmunológico del camarón puede verse alterado, lo que permitiría el desarrollo y proliferación de diferentes enfermedades.

4.3.2. Variables físico-químicas asociadas a los grados de severidad parasitaria.

Con el propósito de identificar la interdependencia entre los grados de severidad y los parámetros físico-químicos, se utilizó el ACP.

En la Figura 3, se muestra el CP1 que agrupa las variables edad, densidad de siembra, temperatura, salinidad y turbidez con un 66.4%. Por otro lado, el CP2 agrupa las variables de talla, peso, carga parasitaria, oxígeno y Ph con un 24.4%.

Cuando se analiza la carga parasitaria en función de los grados de severidad, se puede observar que las variables de temperatura ($p= 0.0414$ y $R^2= 0.89$), turbidez ($p= 0.0045$ y $R^2= 0.98$), salinidad ($p= 0.0047$ y $R^2= 0.97$), están asociadas entre sí, y estas a su vez, con el grado de severidad 4.

Esto se evidencia gráficamente, mediante el aporte de las variables en los cuadrantes y el criterio de clasificación, pudiéndose identificar que estas tienen incidencia en las condiciones que favorecen las altas cargas parasitarias lo que podría estar ligado al estrés que son sometidos por alteraciones físico-químicas del agua, ya que al estar fuera de los rangos normales podrían existir modificaciones en la respuesta fisiológica del camarón.

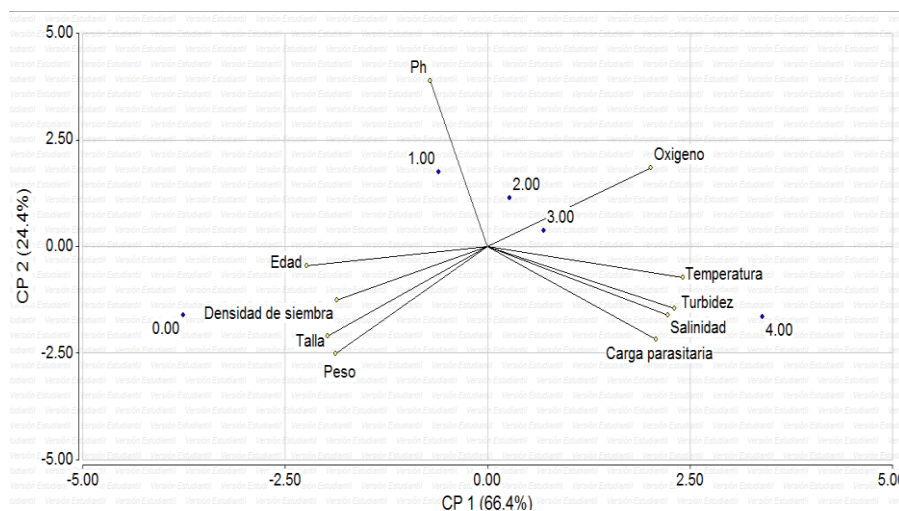


Figura 3. Análisis de componentes principales, evaluando la respuesta individual de cada organismo a las variables en estudio y como categoría los grados de severidad.

responder a microorganismos oportunistas y que pueden llegar a causar daños, ya que

El posible efecto de estas variables podría radicar en el estrés al cual es sometido el camarón en ambiente no favorable a su desarrollo, lo que limita su capacidad de

las gregarinas infectan la mucosa de los intestinos medio y posterior, el hepatopáncreas y el ciego intestinal del camarón, causando la destrucción del epitelio intestinal y afectando su capacidad de absorción (Panchana *et al.* 2011); fenómeno que deja al camarón sin la absorción de nutrientes que ayudarán a una respuesta adecuada ante agentes patógenos, aunado a la modificación externa del medio acuático, que altera en alguna proporción la fisiología normal del camarón permitiendo la entrada de otras enfermedades.

Cuando se analiza el grado de severidad 0 (cero), las variables que se relacionan son edad, peso, talla y densidad de siembra. Estas aportan sobre el gráfico valores similares que están dirigidas hacia el grado de severidad cero, de esta forma se demuestra que no hay asociación entre estas variables a carga parasitarias elevadas, ya que la infestación por gregarinas es propia del medio acuático de abastecimiento y esta es capaz de parasitar en cualquier etapa de vida del camarón, dependiendo de las condiciones en las que estos se desarrollen.

El grado de severidad 1 y 2 están relacionados en menor proporción con el pH y el oxígeno, el grado 3 con oxígeno y temperatura. Según Boyd (2004), menciona, que la disponibilidad del oxígeno disuelto en el agua será menor por cada 10°C que aumente la temperatura del agua, ya que la actividad de los camarones se verá aumentada y consumen más oxígeno.

Los estanques generalmente tienen valores de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 5 a 10 mg/L. Mientras mayor sea la cantidad de materia orgánica en el agua más alta será la DBO. El agotamiento de oxígeno es un peligro en los estanques que no cuentan con sistemas de aireación, lo que podría generar estrés en los camarones. Durante el día el fitoplancton consume el dióxido de carbono del agua y el pH del agua aumenta. Por la noche, el fitoplancton no utiliza el dióxido de carbono, pero todos los organismos del estanque sueltan dióxido de carbono durante la respiración y a medida que se acumula el dióxido de carbono el pH baja y por consecuencia la disponibilidad de oxígeno disminuye por la respiración de los organismos dentro del agua. Por ello los factores ambientales, y en particular las variables de calidad del agua, son más críticos conforme aumenta la temperatura.

4.4. Prevalencia de gregarinas.

La prevalencia de gregarinas en este estudio se reportó del 37 al 55% por cada granja y del 5 al 94% por estanque. Según Morales (2007) y Morales *et al* (2011), esta enfermedad en camarones marinos, es posible encontrarla con una prevalencia del 10 al 90%.

Jiménez *et al.* (2002) y Guzmán *et al.* (2014), mencionan que, existe la evidencia de que los camarones adquieren la infección por gregarinas en los estanques, pero en estado larvario o postlarva no muestran ningún tipo de infección, pero camarones juveniles y adultos presentaron una prevalencia del 50% al 80%; asociando esta parasitosis al medio ambiente marino.

A pesar de que no existieron reportes de mortalidades, cargas parasitarias altas se pueden traducir de otra manera sobre el camarón tales como disminución del consumo de alimento, conversión alimenticia y probablemente una disminución de la inmunidad.

Se demostró que la edad no fue un factor predisponente para la presentación de la parasitosis, pero la modificación de la calidad del agua y la constante exposición a las aguas infectadas con el parásito, puede desencadenar altas cargas parasitarias.

Actualmente, la profilaxis y el control de las enfermedades en los cultivos de camarón se circunscriben básicamente a la práctica adecuada de manejo y la disminución de las condiciones de estrés (Morales V. Cuellar J. 2008). Muchas granjas camaroneras están implementando tratamientos en base a Diclazuril (Calderón V. 2009) y Monensina Sódica (Guzmán F. *et al.* 2014) que tienen su uso y dosificación utilizados en avicultura. Pero en granjas de El Salvador no se ha implementado ningún tratamiento para controlar las gregarinas o estudios que revelen la asociación de estas con otros agentes patógenos.

4.5. Genero de gregarina reportada.

Debido a las características observadas en la guía patológica e inmunología elaborada por Morales y Cuellar (2008) y las características definidas por Morales *et al.* (2011),

Cuadro 4. Cálculo de prevalencia de gregarinas por estanque y por granja.

Granja	Estanque	Prevalencia por estanque (%)	Prevalencia por granja (%)
A	2 A	88.57	37.14
	6 A	8.57	
	9 A	14.29	
C	3 C	45.71	48.57
	5 C	51.43	
B	10 B	82.86	55.71
	5 B	20.00	
	3 B	74.29	
	8 B	45.71	
D	4 D	94.29	50.00
	2 D	5.71	

Prado (1996) y Daqui *et al.* (1998), se determinó que el género de gregarinas reportada durante la investigación fue *Nematopsis* sp. (Figura 4, A33, A44, A42) y a su vez se reportó la presencia de sicigias, que son etapas juveniles del trofozoito de gregarinas, en la figura (A37) se pueden observar las sicigias (transparentes) rodeando al trofozoito maduro de gregarina (color café).

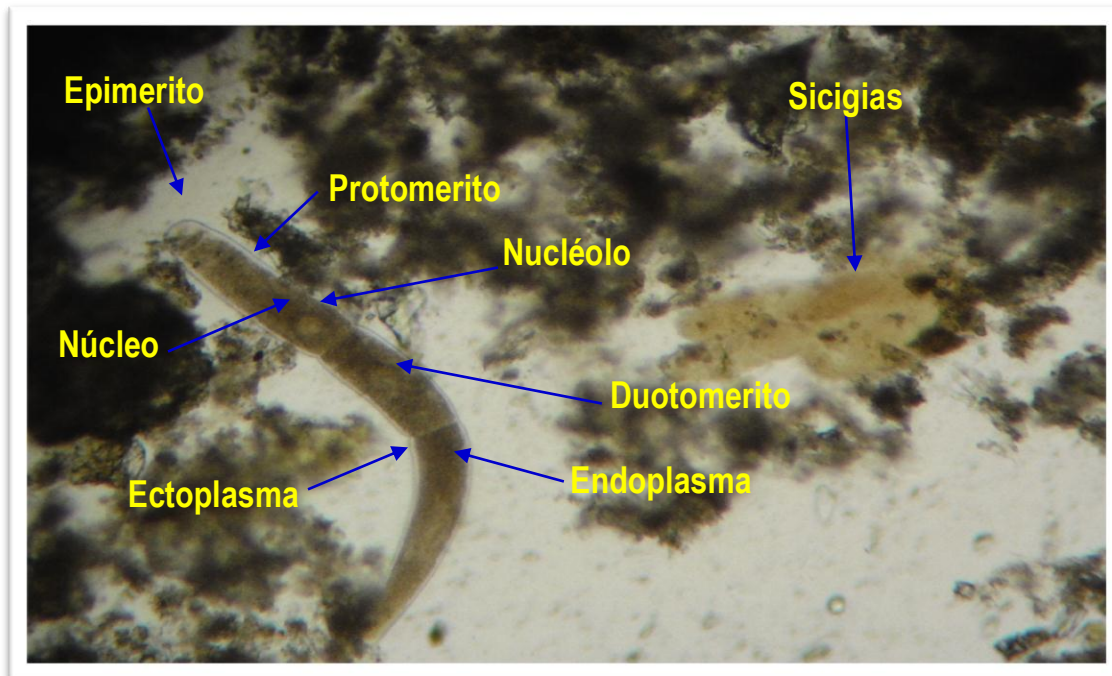


Figura 4. Partes anatómicas de *Nematopsis* sp. A la derecha se observan sicigias de gregarinas.

Existen diferentes géneros de gregarinas que habitan el intestino de los camarones, Morales *et al.* (2011), identificó a *Nematopsis penaei* como la única que causa daño en *Penaeus aztecus*, *P. duorarum* y *P. setiferus*, en diferentes localidades de Estados Unidos.

Las gregarinas que se presentan con más frecuencia en camarones *P. vannamei* de cultivo, son del género *Nematopsis* sp. Estas Pueden transmitirse al camarón mediante la ingestión de poliquetos como la *Polydora cyrrhosa* o a través de la ingestión de materia fecal de este segundo hospedador intermediario. (Morales y Cuellar 2008; Daqui 1999), en esta investigación se identificó la presencia de copépodos crustáceos (Figura A43) que podrían estar vinculados a la proliferación de la infección por gregarinas.

5. CONCLUSIONES

Las gregarinas encontradas pertenecen al género *Nematopsis*, cuya prevalencia mínima por granja fue de 35% y la máxima de 50%; en cambio a nivel de estanques, fue de 5% y de 95% respectivamente.

Las variables físico químicas del agua que se asociaron con altas cargas de gregarinas fueron principalmente la temperatura, la salinidad y la turbidez, y en menor medida el pH y oxígeno; lo cual, para este estudio, se identificó que temperaturas arriba de 30°C (época seca), aumenta la salinidad, disminuye la turbidez y favorece el aumento de la incidencia de la infestación parasitaria; mientras que en la época lluviosa hubo una notable reducción de la carga parasitaria, debido al descenso relativo de un 1°C en la temperatura del agua.

6. RECOMENDACIONES

Realizar monitoreo y registro de la calidad del agua diariamente, especialmente de la temperatura, turbidez y salinidad previas a la siembra del camarón y durante el desarrollo del cultivo.

Realizar buenas prácticas de manejo dentro de los estanques de cultivo, evitando en la medida de lo posible temperaturas que superen los 30°C, realizando recambios de agua más frecuente principalmente en época seca, para disminuir la carga parasitaria por gregarinas.

Realizar investigaciones orientadas a la parasitosis por gregarinas y la relación con la temperatura, la salinidad y la turbidez, asociados a los diferentes sistemas de producción.

Realizar investigaciones orientadas al tratamiento farmacológico contra las gregarinas y su efecto sobre el camarón.

7. BIBLIOGRAFIA.

- Abolló E. Villalba A. 2011. Enfermedades causadas por parásitos del grupo haplosporidia. Enfermedades de moluscos bivalvos de interés en acuicultura. España. Avilés, 2005. Productividad primaria y su importancia en la producción camaronera. (en línea). Consultado 8 ago. 2015. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5169/2/8466.doc>
- Ahuejote A. 2004. Estrés oxidativo en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en respuesta a hipoxia y reoxigenación. Tesis. Ecólogo Marino. La paz, Baja California, Sur. IPN-CICIMAR. México. 197 p.
- Alpuche J. Perayra A. Agundis C. 2005. Respuesta bioquímica de camarones marinos a factores ambientales. REDVET (revista electrónica de veterinaria). Vol. VI, Nº 5. (en línea). Consultado 3 jul de 2015. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505/050508.pdf>
- Bryand D. Kadilak A. Pani S. 2008. Buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón en Costa Ricas. INCOPESCA (Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura). Salinidad. 26p.
- Balnova (Balanceados Nova). pH en estanques. EC. 2015. Noticias y novedades. (en línea). Consultado 20 feb 2015. Disponible en: <http://www.balnova.com/ph-en-estanques-de-camaron/>
- Balzarini M.G., González L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W. (2008). Manual del Usuario. Componentes principales. Infostat. Versión 8. Editorial Brujas, Córdoba, Argentina. 186-188 p.
- Beltrán C. 2012. Plan Estratégico para el Desarrollo de la Acuicultura Comercial en la República de El Salvador. San Salvador. FUNDES. 12 p.
- Benítez F. Pérez M. Saravia F. 2005. Proyecto sobre la pre factibilidad en la integración de la cadena productiva del camarón marino en la bahía de Jiquilisco. Tesis. Ing. Ind. San Salvador, El Salvador, UES. 2-3-4- 8-9-10 p.

- Boyd. C. 2004. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. Department of fisheries and Allied, Aquacultures. Auburn University, Alabama. USA. 1-2-10-11-19 p.
- Cabrera F. Rubio M. 2012. Protozoarios epibiontes en el cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei* (en línea). Consultado 9 feb. 2014. Santa Fe. CU. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762012000200002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0258-6576
- Calderón V. 2009. Determinación poblacional y control de gregarinas en juveniles de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con Diclazuril al 0.5%. Tesis Medicina Veterinaria y Zootecnia. Guatemala. Guatemala. USCG. 1-4 p.
- Calderón M. 2011. Desarrollo de la cadena de valor para los productos de acuicultura continental y sus derivados. Modelo productivo para la MIPYME acuícola continental de El Salvador. Informe final. Ministerio de Economía. p. 30
- Cuellar J. Lara C. Morales V. De García A. García O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSA OSPESCA. 49-50p.
- Chávez, J. Orantes, E. 2010. Reconocimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos como alternativa para determinar la calidad del agua del Rio sensunapan, Departamento de Sonsonate. Tesis Ing. Agro. San Salvador, UES. 14 – 21-22-23p.
- Daqui L. 1999. Identificación de protozoarios parásitos en camarones cultivados del género *Litopenaeus*, colectados en la provincia del Guayas – Ecuador, empleando dos técnicas distintas de histología. Tesis Acu. Guayaquil. Ecuador, ESPOL. 8-9-14-17-22 p.
- De Mora, L. 2002. Cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) con cuatro sustratos en agua de baja salinidad en Zamorano. Tesis Lic. Ing. Agr. Zamorano. HN. EAP 9 p.

Díaz M. Montes M. 2012. Efecto de probiótico a base de *Bacillus* sp., *Enterococcus* sp., *Pediococcus* sp. Y *Lactobacillus* sp., En la sobrevivencia y crecimiento de larval del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en la estación de maricultura los Cóbano, Sonsonate. Tesis Lic. Med. Vet. y Zoo. San Salvador. El Salvador, UES. 3 p.

FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación), 2013. Departamento de Pesca y Acuicultura. Visión General del sector acuícola nacional. El Salvador. (en línea). Consultado 23 may. 2013. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_elsalvador/es#tcN70146

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1989. Informe técnico # 5. Consultoría en el cultivo del camarón. (en línea). Mx. FAO. Consultado 9 sep. 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ac397s/AC397S05.htm>

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) Manual para la cría del camarón peneidos. (s/f) (en línea). Consultado 16 jul. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab466s/AB466S04.htm>

FAO. Programa de información de especies acuáticas. *Peanaeus vannamei* (Boone, 1931) (s/f). (en línea). Consultado 25 may. 2016. Disponible en http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es

Fuentes E. Guillen G. 2014. Utilización de melaza como fertilizante orgánico de estanques camaroneros durante la fase de engorde del camarón marino (*Litopenaeus vannamei*). Tesis Lic. Vet y Zoot. San Salvador. SV. Universidad de el Salvador. 3-39 p.

Godínez D. Chávez M. Gómez S. 2011. Acuicultura epicontinental del camarón blanco del pacífico. *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14 (2011) 55 - 62 p.

Guerrero P. Gutiérrez M. 1999. Influencia de los parámetros ambientales en el crecimiento de camarones *Litopenaeus* en el sistema de cultivo semi-intensivo, en la granja "Campa s. a.". Encuentro 31 (51): 6 p.

Gómez A. 2003. Catálogo de enfermedades de camarones peneidos cultivados en México. Hidrobiología. (en línea). México. UAM. Consultado abr 2016. Disponible en: <http://148.206.53.84/tesiuami/uami11039.pdf>

Gómez B. Roque A. Guerra A. s.f. Enfermedades infecciosas más comunes en la camaronicultura en México y el Impacto del Uso de Antimicrobianos. Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental. Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, México. 315-316 p.

González-Alanís, Pablo, Sánchez-Martínez, Jesús G., Gutiérrez-Salazar, Gilberto, Pérez-Castañeda, Roberto, Guzmán-Sáenz, Francisco M., Hernández-Acosta, Mario, IMPACTO DE LA PARASITOSIS POR GREGARINAS (Nematopsis sp) EN EL CULTIVO DE CAMARÓN *Litopenaeus vannamei*. 2014. Ra Ximhai (en línea). 10 (julio-diciembre). Consultado: 26 may. 2016. Disponible en: <http://www2.redalyc.org/articulo.oa?id=46132135001> > ISSN 1665-0441

Grupo Angelikas, División Acuicultura. “Engorda de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), utilizando tanques de geomenbrana colocados sobre una tarquina, ubicada en El Palmito de la Virgen, Municipio de El Rosario, Estado de Sinaloa” (2009). (en línea). Consultado 5 may. 2016. Disponible en <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/sin/estudios/2009/25SI2009P0006.pdf>

Guzmán F. Pérez R. Gutiérrez G. González P. Hernández M. Sánchez J. 2014. Impacto de la parasitosis por gregarinas (Nematopsis sp) en el cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei*. (en línea). México, Ra Ximhai. Consultado abr. 2016. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46132135001>

Hernández R. López W. Vásquez M. 2005. El Cultivo de Camarón Marino en la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador, ICMARES y Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador. (en línea). Citado 26 may. 2013 disponible en http://www.cic.ues.edu.sv/El%20cultivo%20de%20camaron.html#_ftnref2.

ICTIO.TERM (Base de datos terminológicos e identificación de especies pesqueras de las costas de Andalucía). 2010. Base de datos terminológicos y de identificación de especies pesqueras de las costas de Cádiz y Huelva. (en línea). Consultado 1 may. 2013. Disponible en: http://www.ictioterm.es/nombre_cientifico.php?nc=235.

INCOPESCA (Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura); WPI (Worcester Polytechnic Institute), 2008. Buenas Prácticas de manejo para el cultivo de camarón en Costa Rica. 17-18 p.

Jiménez R. De Barnoil L. Machuca M. (2002). *Nematopsis marinus* n. sp., a new septate gregarine from cultured penaeid shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone), in Ecuador. (en línea). Consultado 25 may. 2016. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1355-557x.2002.00647.x/abstract;jsessionid=7508CCDDDAC86DC67E43AC7F571CF481.f02t03?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage=>

Lightner D. 1992. Enfermedades y agentes infecciosos más frecuentes en camarones de cultivo. Metazoarios. (en línea). Consultado 9 de febrero de 2014. Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/1561/Capitulo2.pdf> 10 p.

López, J. 1998. Estado Actual de la Camaronicultura en El Salvador. Primer congreso Latinoamericano y Exhibición. Panamá. 2-8 p.

López. N. (1998). Crecimiento de camarones marinos *Penaeus vannamei* cultivados en estanques extensivos en la zona de puerto Morazán, Chinandega, Nicaragua. 1998. p.

MARN (Ministerio de medio ambiente y recursos naturales), 2014. Estación Meteorológica de La Paz. Perfil Climatológico de La Providencia (P-16). Perfil Climático. El Salvador. (en línea) Consultado 10 feb 2014. Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima/perfiles+climatologicos/>

Marroquín E. Valdés M. González J. (2012) Potencial del camarón marino *Litopenaeus vannamei* para el cultivo en agua dulce. (en línea). Consultado 5 may. 2016. Disponible en <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/rapidosp2011/INF-2011-29.pdf>

- Martínez, J. 2002. Epizootiología de enfermedades en camarón cultivado, *Litopenaeus vannamei* BOONE, 1931, Crustácea: DECAPOCA) del parque acuícola "El Tobaría", Cajeme, Sonora, México. Tesis. Mae. en Ciencia Bio. Monterrey, N. L. México. UANL. p.
- Mayer, E. 2012. Monitoreo de la calidad del agua del estanque para mejorar la producción de camarones y peces. (en línea). España. IAF (International Aquafeed). Consultado 8 jun. 2015. Disponible en: <http://aquafeed.co/monitoreo-de-la-calidad-de-agua-del-estanque-para-mejorar-la-produccion-de-camarones-y-peces/>
- Montano H. Gómez S. 2003. Determinación de la sobrevivencia de larva de camarón marino (*Litopenaeus vannamei*) a diferentes periodos de adaptación en agua dulce. Tesis Ing. Agr. San Salvador. El Salvador, UES. 4-5-6-20 p.
- Morales M. Ruiz A. Moura A. Solis V. Conroy G. 2011. Prevalencia de enfermedades de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado en ocho regiones de Latinoamérica. Revista científica. 21(5): 440.
- Morales. M. (2007). Enfermedades de camarones peneidos causado por diferentes agentes patógenos en la camaronicultura en las américas. Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental. Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán. Mexico.4-5-6 p.
- Morales M. Cuéllar J. 2008. Guía Técnica Patología e Inmunología de Camarones Peneidos. Enfermedades por parásitos gregarinas. Programa CYTED Red II-D Vannamei. Panamá. Cap. 4. P. 137, 138, 139 y 256 p.
- NICOVITA. 1998. Camarón de mar. El disco de secchi en la interpretación de la turbidez del agua. 3(11). (en línea). Consultado 21 de mar 2015. Disponible en: http://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/nov_98_02.pdf?Mobile=1&Source=%2Fextranet%2F_layouts%2F15%2Fmobile%2Fviewa.aspx%3FList%3D0042e9e9-5f4d-4a71-92a6-138bdca750ad%26View%3Dc07f2e75-a2dd-4866-a1f7-bb9ce245b119%26Paged%3DTRUE%26p_SortBehavior%3D0%26p_FileLeafRef%3Djun_2001_01.pdf%26p_ID%3D126%26PageFirstRow%3D151%26wdFCCState%3D1

- Orellana, L. 2012. Proyecto: Carta de entendimiento entre la FAO y OSPESCA: Fortalecimiento de la capacidad de los países de Centro América en la implementación del enfoque ecosistémico a la pesca y acuicultura (EEPA). El Salvador. 35-39 p
- Panchana F. Sotomayor M. Melena J. 2001. Atlas de Histopatología de *Penaeus vannamei*: Volumen II (Bacterias, hongos y parásitos) (en línea). Ecuador, ESPOLE. Consultado mar. 2015. Disponible en: <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/80>
- Puente E. 2009. Respuestas fisiológicas de juveniles de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, a condiciones oscilantes de oxígeno disuelto y temperatura. Tesis. Doc. En Ciencias Marinas. La Paz. Baja California Sur. México. IPN-CICIMAR. México. 32-33 p.
- Prado C. 1996. Diagnóstico, tratamiento y prevención de infestaciones causadas por gregarinas en camarones *Penaeus vannamei* mediante dieta médica. Escuela superior politécnica del litoral. Facultad de ingeniería marítima y ciencia del mar. Guayaquil, Ecuador. 20-23 p.
- Quiroz H.; 1990. Parasitología y Enfermedades parasitarias de animales domésticos. 4° Ed. México D.F. 60 p.
- Quiñonez W. Quiroz G. Esparza. H. 2010. Cultivo intensivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei* (BOONE) en agua de pozo de baja salinidad como alternativa acuícola para zonas de alta marginación. (en línea). México, Ra Ximhai. Consultado 8 jul. 2015. Disponible en: <http://revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/17879/17052>
- Quiñonez W. Rodríguez G. Ponce J. Esparza H. 2001. Efecto de diferentes combinaciones de temperatura y salinidad sobre el consumo específico del oxígeno en el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Revista de Biología Marina y Oceanografía. Vol. 46, N°3, pp 303-311. México. 1 p.

- Rojas A. Haws M. Cabanillas J. 2005. Buenas prácticas de Manejo para el Cultivo de Camarón. (en línea). México. Prácticas de desarrollo sostenible en ambientes costeros de prioridad de los Ecosistemas del Golfo de California Camaronicultura. Consultado 1 sep. 2015. Disponible en: http://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf
- Su, HT. Aguilón C. 2008. Manual sobre “reproducción y cultivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).” CENDEPESCA (Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura, ES). 30-31-32p.
- Talavera V. Zapata L. Sánchez D.1998. Recambio de agua en el cultivo de camarón. Nicovita. 3(10). Lima, PE. Consultado 6 de nov. 2011. Disponible en: http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/oct_98_03.pdf
- Valdés. A. 2010. Helmintos parásitos en poblaciones silvestres de *Farfantepaneess aztecus* en el Estero La Mata, Veracruz México. Tesis Biol. Universidad Veracruzana. México. 12-13 p.

8. ANEXOS.

Cuadro A1. Concentración de Oxígeno disuelto y sus efectos.

Concentración de OD	Efecto
Menor de 1 - 2 mg/L	Mortal si la exposición dura más que unas horas
2-4 mg/L	Crecimiento será lento si la baja de oxígeno disuelto se prolonga
4-12 mg/L	Mejor condición para crecimiento adecuado
>12 mg/L	Sobresaturación: riesgo de la "enfermedad de la burbuja de gas"; puede ser indicativo de alta concentración de microalgas

(Cuellar *et al.* 2010)**Cuadro A2. Principio general del manejo: pH**

pH alto:	Hay demasiadas algas. No fertilizar, y aumentar la renovación.
pH bajo:	No hay suficientes algas. Fertilización.

(FAO 1989).

Cuadro A3. Rangos aceptables de Salinidad.

Rango extremos	Rangos óptimos
<10, >40 ppt	20-25 ppt
Horas óptimas para medición	
6-7 am	

(Bryand *et al.* 2008)

Cuadro A4. Mediciones y lectura del disco Secchi.

Profundidad (cm)	Concentración de fitoplancton
< 25 cm (estanque demasiado turbio)	Si es turno por fitoplancton, habrá problema de concentración baja de oxígeno disuelto por la noche o antes de la salida de sol, cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas, la productividad será baja.
25-30 cm	Turbidez es alta y conviene bajar la concentración de fitoplancton.
30-45 cm	Si la turbidez es por fitoplancton, el estanque está en buenas condiciones.
45-60 cm	El fitoplancton esta escaso.
>60 cm	El agua está demasiado clara. La productividad es inadecuado y pueden crecer plantas acuáticas en el fondo de los estanques.

(Cuellar *et al.* 2010)**Cuadro A5. Principio general del manejo: turbidez.**

1	Secchi < 30 cm.	Exceso de algas. Aumentar la renovación y bajar la alimentación.
2	Secchi = 30 – 40	Buena productividad natural tratar de mantener el medio en estas condiciones.
3	Secchi > 40 cm.	02 < a 3 ppm, hubo mortalidad de algas. Aumentar la renovación, no alimentar. 02 > a 3 ppm, bajar la renovación y fertilizar.

(FAO 1989)

Cuadro A6. Descripción general de los tipos de sistemas de cultivo en El Salvador.

SISTEMAS	FORMA DE LOS ESTANQUES	TIPO Y FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN	DENSIDAD	SOBREVIVENCIA
Extensivo	Forma Irregular	Alimentación Natural	5 Postlarvas/ m ²	80%
Semi-intensivo	Forma Irregular	Alimentación Peletizada. Cuatro dosificaciones/día dependiendo tamaño	10 - 20 Post larvas/ m ²	60 -85%
Intensivo	Rectangular	Alimentación Peletizada.	100 Post larvas/m ²	85%

(Orellana 2012).

DATOS GENERALES					
Nombre granja/Cooperativa:			Fecha y hora de muestreo:		Nº de estanque:
Tamaño de la muestra (U):	Edad de muestras (días):	Peso prom. (g):	Talla prom. (cm):	Frec. de alimentación:	
PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA					
Temperatura (°C):	pH:	Salinidad (%/ppm):	Turbidez:	Oxígeno disuelto (mg/L):	
DATOS DE LABORATORIO					
Nº Muestra	Gregarinas/ muestra	Observaciones	Nº Muestra	Gregarinas/ muestra	Observaciones
1			19		
2			20		
3			21		
4			22		
5			23		
6			24		
7			25		
8			26		
9			27		
10			28		
11			29		
12			30		
13			31		
14			32		
15			33		
16			34		
17			35		
18			TOTAL		

Cuadro A8. Guía para dar un valor numérico cualitativo de grado de severidad de infección por gregarinas utilizando análisis en fresco. (Propuesto por Lightner 1996).

GRADO DE SEVERIDAD	SIGNOS CLINICOS
0	No se presentan signos de infección por el parásito (0), No presenta lesiones causadas por el parásito.
1	Presencia muy baja del parásito (1-15/intestino/organismo). Se observan muy pocas lesiones causadas por el parasitismo como infiltración hemocítica.
2	Se observa la presencia moderada del parásito (16-50/intestino/organismo). Se observa un incremento en las lesiones causadas por el parasitismo con infiltración hemocítica y formación de nódulos hemocitos, se observa mortalidad sino se aplica tratamiento.
3	Se observa la presencia alta del parásito (51-100/intestino/organismo). Se observan lesiones moderadas a severas causadas por el parasitismo, como infiltración hemocítica y áreas multifocales mecanizadas y formación de nódulos hemocíticos. Potencialmente letal si no se aplica tratamiento
4	Se observa gran cantidad de parásitos (más de 100/intestino/organismo), se observan severas lesiones causadas por el parasitismo, como infiltración hemocítica, melanización multifocal y necrosis. Muy letal con altas mortalidades.

(Morales y Cuellar 2008)

Cuadro A9. Requerimientos nutricionales de camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Nutrientes:	Características:
Proteínas	Componente más importante del cuerpo, representa el 70% del peso seco del camarón. Requerimientos del 30 al 36%.
Aminoácidos	Los aminoácidos esenciales son: arginina, lisina, metionina, treonina, triptofano, histidina, isoleusina, valina y fenilamina.
Carbohidratos	Utilización limitada, con un nivel adecuado en la dieta permite un ahorro de proteínas, al evitar que esta se desvíe a la producción de energía.
Lípidos	Fuente energética, esencial para el normal metabolismo de los crustáceos, requerimientos del 6 al 10%.
Energía	Al ingerir el alimento una parte de energía contenido en este se pierde, mientras que la otra se utiliza en el metabolismo y el crecimiento. Esta pérdida se evita con un balance adecuado de proteínas, lípidos y grasas.
Vitaminas	Compuestos requeridos en pequeñas cantidades. 15 son las esenciales: Tiamina, riboflavina, piridoxina, cianocobalamina, ácido pantoténico, niacina, ácido fólico, biotina, inositol, colina, ácido ascórbico, vit. A, D, E y K.
Minerales	Necesitan alrededor de 20 minerales, entre macro y micro elementos. Son capaces de absorber minerales del agua, por los que sus requerimientos dependerán de la concentración de estos en el medio circundante.
Aditivos	Agregan determinadas cualidades al alimento, como olor, sabor, color, textura, compactación, entre otros.
Carotenoides	Encargados de dar color llamativo que presentan los camarones. Deben ser suministrados en la dieta ya que son capaces de sintetizarlos.

(García T, citado por Montano y Gómez, 2003).

Cuadro A10. Valores promedio obtenidos y rangos de temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto y turbidez.

GRANJA	G-A	G-C	G-B	G-D	R-m*	R-M**	R-P***
T. (°C)	31	33	31	34	13	30	21.5
pH.	8	9	9	9	7.4	8.5	7.95
Salinidad (ppm)	4	32	24	38	0.5	45	22.75
Turbidez (cm)	30	60	43	45	25	60	42.5
Oxígeno disuelto (mg/L)	4	6	6	6	1	15	8

*Rango mínimo; **Rango máximo;***Rango promedio.

Cuadro A11. Prevalencia de enfermedades de camarón cultivado en ocho regiones de latinoamérica. valor promedio, máximo (incluye región con el máximo registro y periodo de muestreo) y mínimo.

Enfermedad	Agente patógeno	Regiones afectadas	promedio	Prevalencia (%)	
				máximo	mínimo
Hepatopancreatitis necrotizante séptico (NHP-S)	<i>Vibrios</i>	Todas	19,1	35 (Belice, 2009-1)	5
Necrosis hipodérmica y hematópoyética infecciosa (IHNV)	Virus de la Necrosis hipodérmica y hematópoyética infecciosa (IHNV)	Todas	13,4	45 (Venezuela, 2008-2)	3
Epicomensales	Ectoparásitos	Todas	13,1	32 (México2, 2008-1)	5
Hepatopancreatitis necrotizante (NHP)	Hepatopancreatitis necrotizante bacteriano (NHP-B)	Todas	11,2	25 (México2, 2008-2)	5
Gregarinas	<i>Nematopsis</i> spp, <i>Nematopsis penaei</i>	Todas	8,3	20 (México2, 2008-1)	5
Enteritis Hemocítica	Cianobacterias y bacterias filamentosas	Todas	7,4	20 (Guatemala, 2008-1; Venezuela, 2008-2)	5
Enfermedad de las manchas blancas (WSS)	Virus de las manchas blancas (WSSV)	Todas excepto Venezuela y Brasil	21,7	40 (Honduras, 2008-1)	5
Mionecrosis infecciosa (IMN)	Virus de la mionecrosis infecciosa (IMNV)	Brasil	7,5	10 (08-1; 2008-2)	5
Síndrome de taura (TS)	virus del síndrome de taura (TSV)	Venezuela	6,3	10 (2008-1)	5
Estreptococos	<i>Streptococcus</i> spp	Guatemala	5,0	10 (2009-1; 2009-2)	5
Baculovirus Penaei (BP)	<i>Baculovirus Penaei</i> (BP)	Nicaragua	3,8	5 (08-1; 2008-2; 2009-1)	5
<i>Litopenaeus vannamei</i> nodavirus (LvNV)	<i>Litopenaeus vannamei</i> nodavirus (LvNV)	Belice	2,5	5 (2008-1; 2009-1)	5

(Morales *et al* 2011)

Cuadro A12. Tablas cruzadas generadas por Infostat, detallando el valor de R2 y de p de casos individuales.

COEFICIENTES DE CORRELACIÓN (R ²)										
	EDAD	PESO	TALLA	TEMPERATURA	PH	SALINIDAD	TURBIDEZ	OXIGENO	CARGA PARASITARIA	DENSIDAD DE SIEMBRA
EDAD	1.00									
PESO	0.83	1.00								
TALLA	0.90**	0.99**	1.00							
TEMPERATURA	-0.91**	-0.65	-0.72	1.00						
PH	0.21	-0.34	-0.22	-0.46	1.00					
SALINIDAD	0.70	0.39	0.45	-0.93**	-0.60	1.00				
TURBIDEZ	-0.79	-0.49	-0.56	0.96**	-0.60	0.97**	1.00			
OXIGENO	-0.65	-0.81	-0.77	0.68	0.25	0.63	0.59	1.00		
CARGA PARASITARIA	-0.65	-0.29	-0.37	0.89**	-0.73	0.97**	0.98**	0.47	1.00	
DENSIDAD DE SIEMBRA	0.47	0.65	0.59	-0.59	-0.15	-0.63	-0.62	-0.90	-0.53	1.00
COEFICIENTES DE PROBABILIDAD (p)										
	EDAD	PESO	TALLA	TEMPERATURA	PH	SALINIDAD	TURBIDEZ	OXIGENO	CARGA PARASITARIA	DENSIDAD DE SIEMBRA
EDAD										
PESO	0.0787*									
TALLA	0.0386**	0.0013**								
TEMPERATURA	0.0295**	0.2337	0.1720							
PH	0.7371	0.5803	0.7268	0.4382						
SALINIDAD	0.1887	0.5128	0.4475	0.0228**	0.2829					
TURBIDEZ	0.1157	0.4067	0.3288	0.0105**	0.2819	0.0072**				
OXIGENO	0.2315	0.0946	0.1316	0.2028	0.6904	0.2583	0.2965			
CARGA PARASITARIA	0.2339	0.6381	0.5457	0.0414**	0.1615	0.0047**	0.0045**	0.4221		
DENSIDAD DE SIEMBRA	0.4298	0.2393	0.2907	0.2940	0.8145	0.2573	0.2688	0.0353	0.3538	

** . Valores altamente significativos; * . Valor marginal cercano al 5%

Cuadro A13. Tabla de datos original obtenida durante la fase de laboratorio.

Muestreo N°	Granja	Fecha	N° de estanque	Tamaño de la muestra (U)	Edad de muestras (días)	Peso promedio (g)	Talla promedio (cm)	T. (°C)	pH.	Salinidad (ppm)	Turbidez (cm)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Gregarinas
1	31-- Diciembre	18/07/2014	10B	35	30	2.28	7	33	8.35	17.75	40	7.19	659
1	Las Animas	18/07/2014	2A	35	37	3.43	8	32	8.41	5	40	4.8	1,112
3	31-- Diciembre	26/08/2014	3B	35	40	11	10.5	31	8.79	25.7	50	4.08	343
2	Romerito	13/08/2014	2D	35	46	9	9.9	32	8.69	38.1	40	5.87	2
1	Romerito	18/07/2014	4D	35	48	8	10	35.5	8.32	42.26	50	6.51	3735
2	Las Animas	13/08/2014	6A	35	55	9	10.3	30	7.5	5	15	3.34	4
2	31-- Diciembre	13/08/2014	5B	35	60	6.6	9.8	29	9.08	32.1	40	9.3	102
2	V. Marinos	13/08/2014	5C	35	65	10	11.1	31	8.82	29	80	5.18	47
1	V. Marinos	18/07/2014	3C	35	69	8.42	11	34	8.68	35	40	7.43	343
3	Las Animas	26/08/2014	9A	35	77	11.42	11.95	30	7.84	1.03	35	3.3	24
4	31-- Diciembre	09/09/2014	8B	35	86	8.57	10.9	29	8.57	15.6	40	4.63	96

Cuadro A14. Parámetros de muestreo y frecuencia de alimentación.

PARÁMETROS GENERAL DE LOS CAMARONES									
Muestreo	#	Granja	Fecha	N° de estanque	Tamaño de la muestra (U)	Edad de muestras (días)	Peso Promedio (g)	Talla Promedio (cm)	Frec. de alimentación
N°. 1	1	Las Animas	18/7/2014	2	35	37	3.43	8	3v/día
	2	V. Marinos	18/7/2014	3	35	69	8.42	11	2v/día
	3	31 – Diciembre	18/7/2014	10	35	30	2.28	7	3v/día
	4	Romerito	18/7/2014	4	35	48	8	10	2v/día
N°. 2	1	Las Animas	13/8/2014	6	35	55	9	10.3	3v/día
	2	V. Marinos	13/8/2014	5	35	65	10	11.1	2v/día
	3	31 – Diciembre	13/8/2014	5	35	60	6.6	9.8	2v/día
	4	Romerito	13/8/2014	2	35	40	9	9.9	2v/día
N°. 3	1	Las Animas	26/08/2014	9	35	77	11.42	11.95	3v/día
	2	31- Diciembre	26/08/2014	3	35	40	11	10.5	2v/día
N°. 4	1	31- Diciembre	9/09/2014	8	35	86	8.57	10.90	3v/día

Cuadro A15. Parámetros de muestreo, hora y fecha.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA POR GRANJA									
Muestreo	#	Granja	Fecha	Hora	T. (°C)	Ph.	Salinidad (%/ppm)	Turbidez	Oxígeno Disuelto (mg/L)
N°. 1	1	Las Animas	18/7/2014	9:40 am	32	8.41	5.0	40	4.8
	2	V. Marinos	18/7/2014	12:20 md	34	8.68	35	40	7.43
	3	31 – Diciembre	18/7/2014	2:45 pm	33	8.35	-	40	7.19
	4	Romerito	18/7/2014	3.30 pm	35.5	8.32	-	50	4.83
N°. 2	1	Las Animas	13/8/2014	8.40 am	30	7.5	5	15	3.34
	2	V. Marinos	13/8/2014	10:44	31	8.82	29	80	5.18
	3	31 – Diciembre	13/8/2014	1:30 pm	29	9.08	32.1	40	9.30
	4	Romerito	13/8/2014	11:54 am	32	8.69	38.1	40	5.87
N°. 3	1	Las Animas	26/08/2014	8:30 am	30	7.84	1.03	35	3.3
	2	31- Diciembre	26/08/2014	12:30 md	31	8.79	25.7	50	4.08
N°. 4	1	31- Diciembre	9/09/2014	9:47 am	29	8.57	15.6	40	4.63

Cuadro A16. Parámetros de siembra por granja.

PARAMETROS DE SIEMBRA POR GRANJA										
Muestreo	#	Granja	N°. Estanque	Fecha de siembra	Densidad de siembra	Procedencia de la larva	Ciclo reproductivo	Área del Estanque	Recambios De agua	Profundidad del estanque
N°. 1	1	Las Animas	2	11 junio 2014	35pl/ m ²	x	x	31,700 m ²	x	1.5 m
	2	V. Marinos	3	9 mayo 2014	10pl/ m ²	x	x	30,000 m ²	3 (1 al mes) o c/15 días cuando hay problemas	1 m
	3	31 – Diciembre	10	18 junio 2014	8 pl./ m ²	X	X	X	X	x
	4	Romerito	4	30 mayo 2014	10 pl./m ²	Iscanal Arcos del Espino (Salv)	2 meses	38,000 m ²	35 o 50 días después de la siembra	1.8 m
N°. 2	1	Las Animas	6	19 junio 2014	51 pl./ m ²	Lab. Las Animas	3 meses	45,750 m ²	Cuando es necesario	1.5 m
	2	V. Marinos	5	10 junio 2014	7.5 pl./ mt ²	Lab. El Espino	2 meses/15 días	53,500 m ²	Cada 15 días	1 m
	3	31 – Diciembre	5	13 junio 2014	8 pl./ m ²	Los farallones (Nicaragua)	4 meses	50,000 m ²	Cada 15 días	1.50 m
	4	Romerito	2	28 junio 2014	3 pl./ mt ²	Silvestre	2 meses	32,663.33 m ²	Cada 15 días	1.8 m
N°. 3	1	Las Animas	9	10 junio 2014	36.09 pl./m ²	Lab. Las animas	2.5 meses	47,100 m ²	Solo entrada de agua	1.50 m
	2	31- Diciembre	3	16 junio 2014	5 pl./ m ²	Silvestre	2 a 3 meses	30,000 m ²	Marea alta	1.50 m
N°. 4	1	31- Diciembre	8	13 junio 2014	8 pl./ m ²	Farallones (Nicaragua)	3 meses	x	x	x

Cuadro A17. Datos de laboratorio mediante análisis en fresco.

Simbología: el (+) representa el número de colonias de sicigias encontradas en la muestra individual por intestino.

- (+): 1 a 10, (++): 10 a 20, (+++): 20 a 30, (++++): 30 a más.

Muestreo	#	Granja	N° de muestra	Sicigias	Gametocisto	Copépodos	Gregarinas encontradas
N°. 1	1	Las Animas "A"	35	++++	++	-	1,112
	2	V. Marinos "C"	35	++	-	-	343
	3	31 – Diciembre "B"	35	++++	++	-	659
	4	Romerito "D"	35	++++	++	-	3735
N°. 2	1	Las Animas "A"	35	+	-	+	4
	2	V. Marinos "C"	35	++++	++	+	47
	3	31 – Diciembre "B"	35	++	-	-	102
	4	Romerito "D"	35	+	-	-	2
N°. 3	1	Las Animas "A"	35	+++	+	+	24
	2	31- Diciembre "B"	35	++++	++	-	396
N°. 4	1	31- Diciembre "B"	35	++++	++	-	96

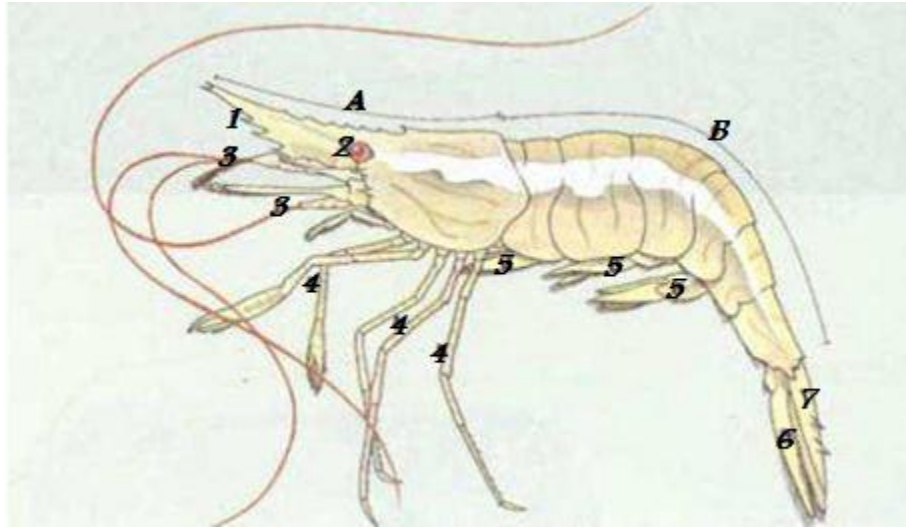


Figura A1. Anatomía general externa del adulto *L. vannamei*.

A: Cefalotórax; B: Abdomen; 1: Rostro; 2: Ojos; 3: Antenas; 4: Apéndices torácicos; 5: Pleópodos; 6: Urópodos; 7: Telson. (Fuente: Díaz, citado por fuentes y Guillen, 2014)

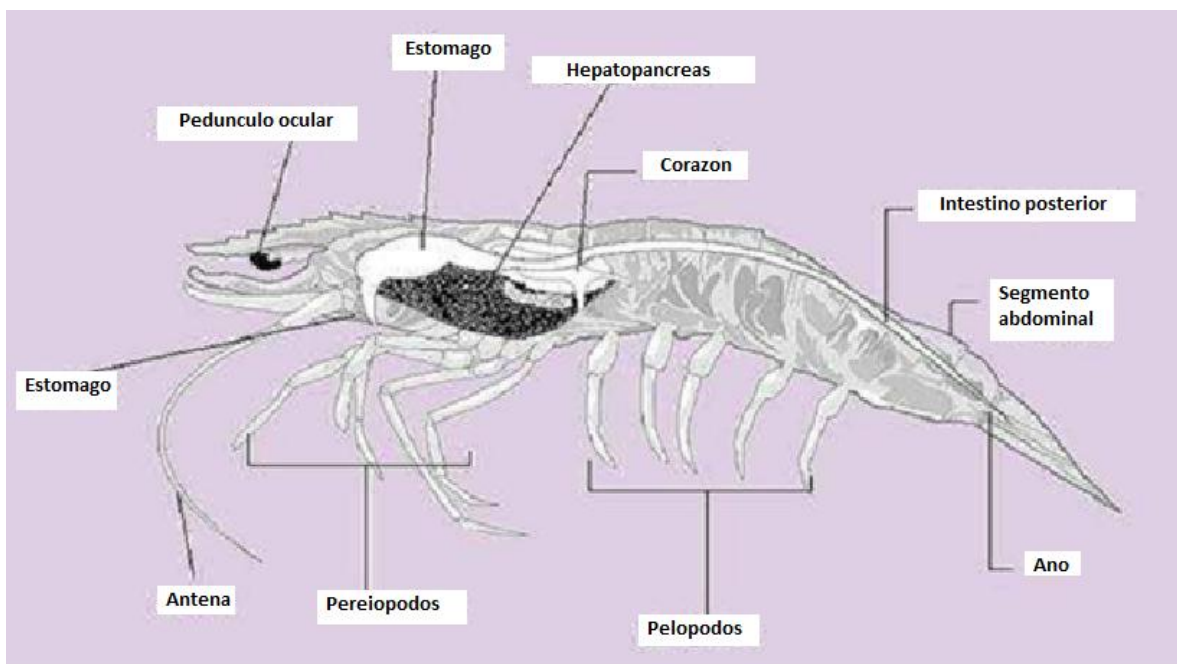


Figura A2. Anatomía general interna del adulto de *L. vannamei*.

La mayoría de órganos del camarón están localizados en el cefalotórax (Fuente: Díaz, citado por fuentes y Guillen, 2014)

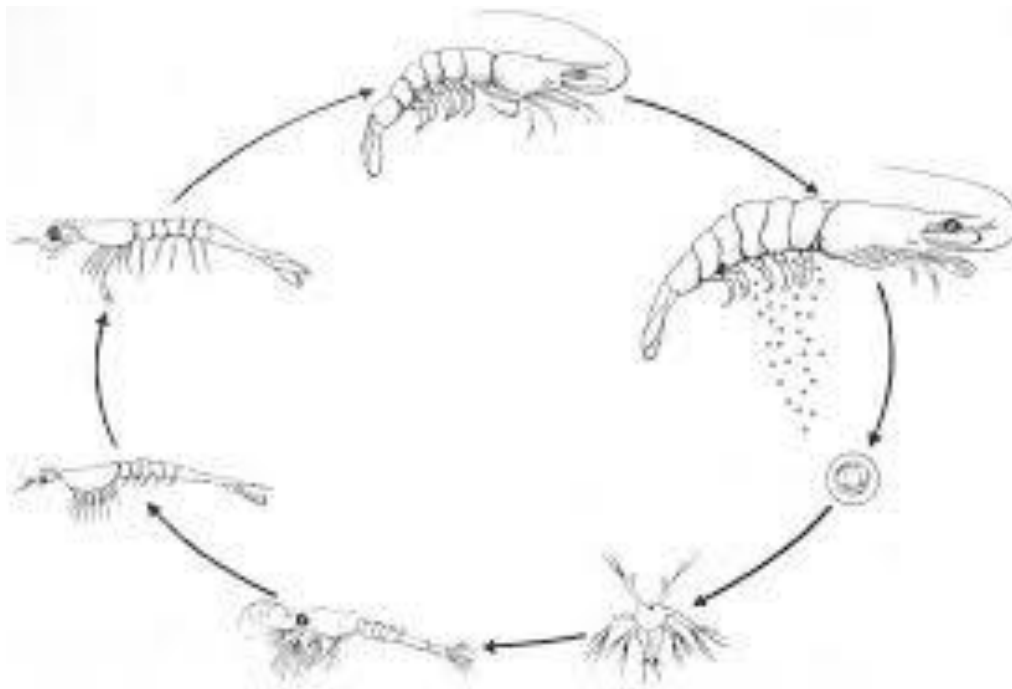


Figura A3. Ciclo de vida del camarón marino.

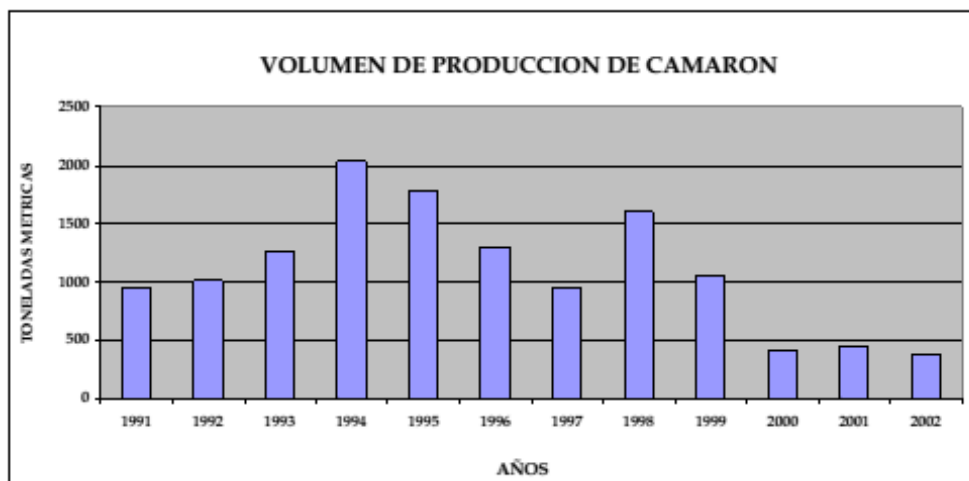


Figura A4. Volumen de producción camaronera El Salvador.

Fuente: Estadísticas Pesqueras y Acuícola 2002, CENDEPESCA, citado por Benítez *et al.* 2005.

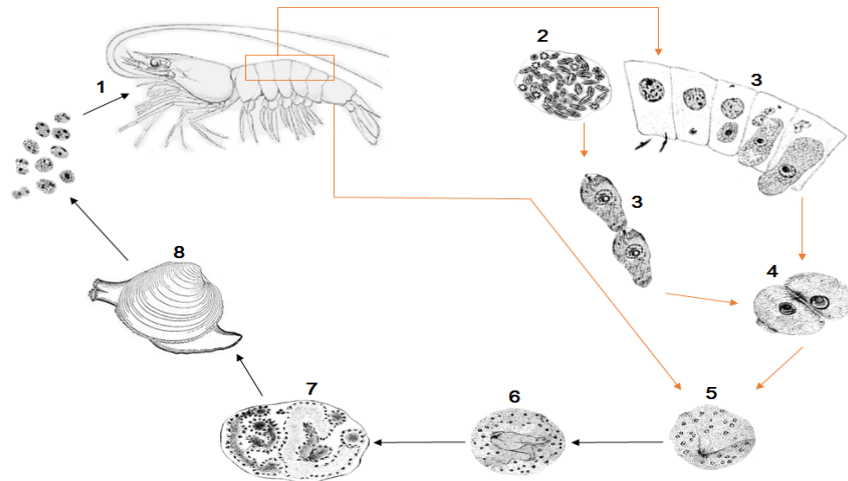


Figura A5. Ciclo de vida de gregarinas.

1. Ingestión de esporas, 2. Esporozoitos emergen al intestino, 3. Esporozoitos se adhieren o no a células epiteliales del intestino a formar trofozoitos, 4. Gametocistos y unión de macrogametos y microgametos, 5. Cigotos, 6. Zigosporas, 7. Zigosporas son ingeridas por molusco, 8. Ocurre esporogonia y se liberan de nuevo las esporas.

(Morales V. Cuellar J. 2008, modificado por Rodriguez y Peña 2016)



Figura A6. Preparación de estanques.

(Morales y Cuellar 2008.)

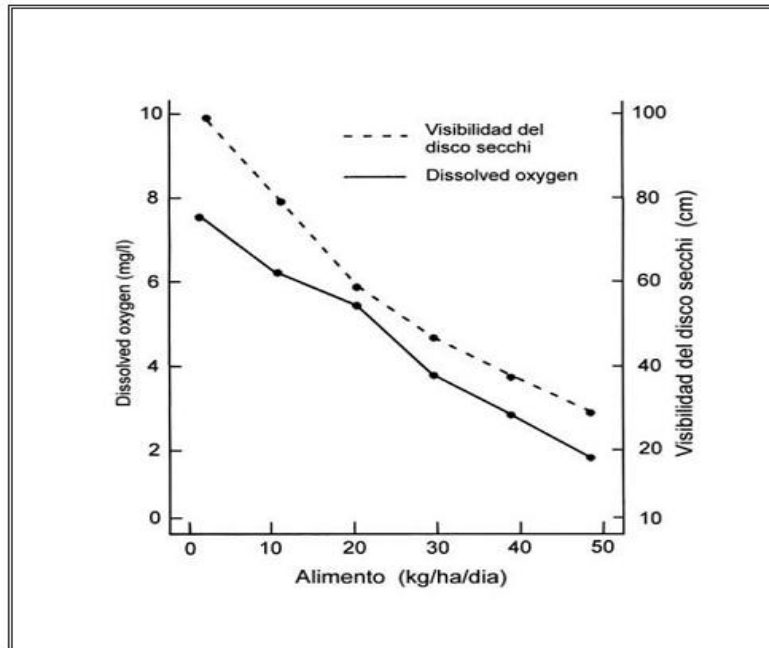


Figura A7. Efecto de la tasa de alimentación sobre la concentración de oxígeno disuelto al amanecer y sobre la visibilidad del disco secchi.

(Boyd 2004).

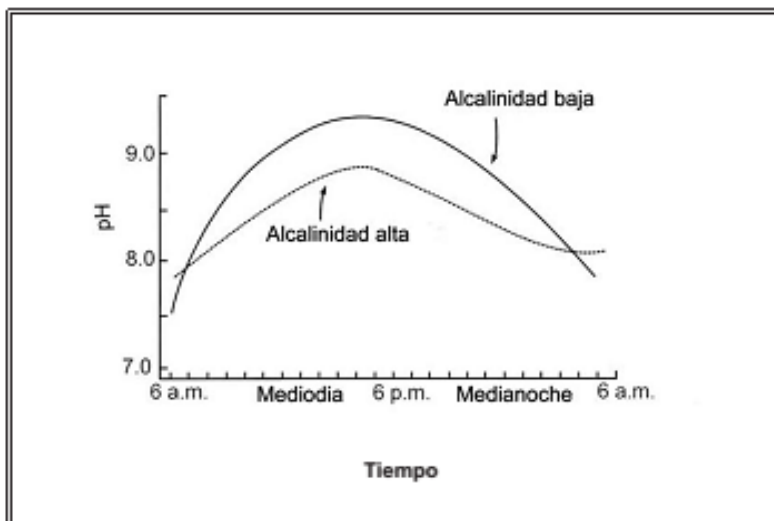


Figura 5. Efectos de la alcalinidad sobre las variaciones diarias en pH.

Figura A8. El ciclo diario del pH.

(Boyd 2004).

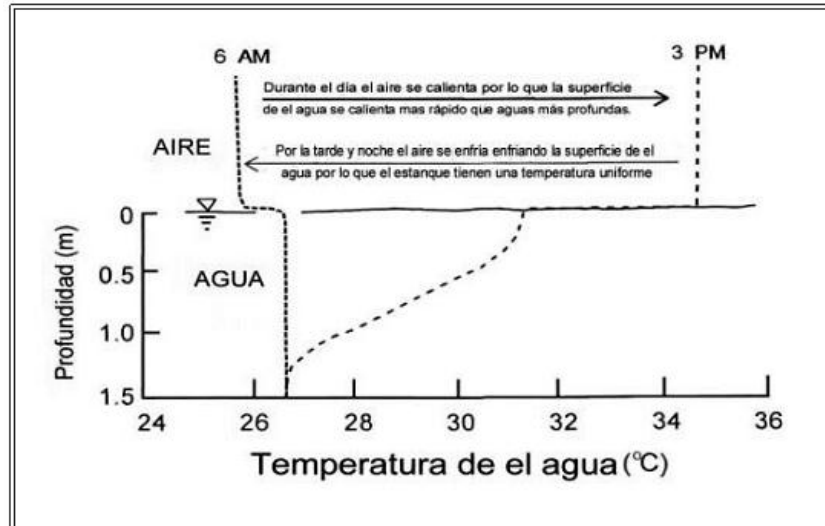


Figura A9. Estratificación termal en un estanque relativamente profundo, Temperatura.

(Boyd 2004).

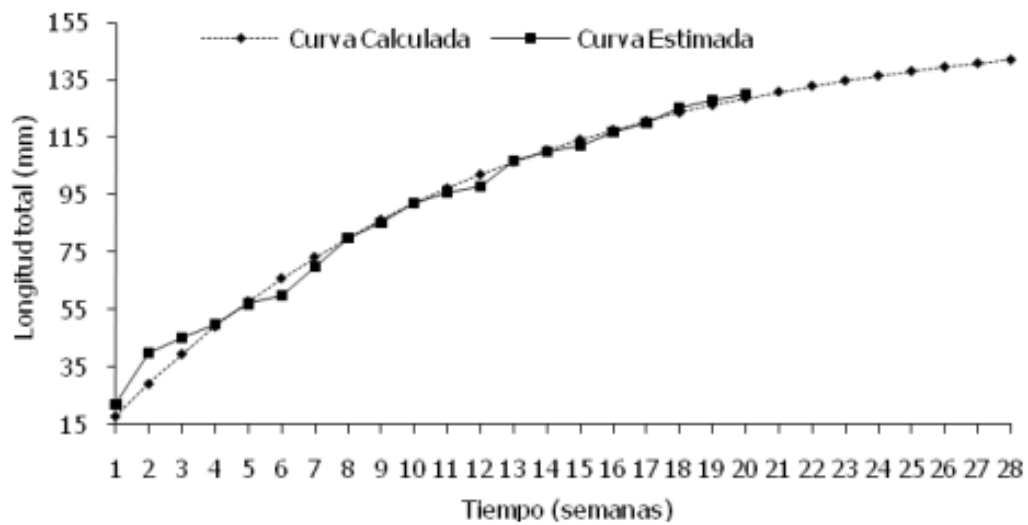


Figura A10. Ejemplo de curvas de crecimiento estimada y calculada (von Bertalanffy) en LT (mm) en camarón blanco cultivado a una salinidad de 2‰.

(Gonzales *et al.* 2008).



Figura A11. Granja camaronera "A"

(Imagen Landsat. Google Earth 2014.)



Figura A12. Granja camaronera "B"

(Imagen Landsat. Google Earth 2014.)



Figura A13. Granja camaronera "C"

(Imagen Landsat. Google Earth 2014.)



Figura A14. Granja camaronera "D"

(Imagen Landsat. Google Earth 2014.)



A: Sonda multiparametrica



B: Recipiente colector de agua

Figura A15. Equipo para medición de parámetros del agua. (pH, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto) y recipiente para muestra de agua.



Figura A16. Báscula para pasar camarones.



Figura A17. Preparación de formalina al 5% como preservante.




Figura A18. Viales y porta viales.



Figura A19. Microscopio compuesto, para observación de muestras.

Figura A20. Resultado de Análisis de variables.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

Ciudad Universitaria, 25 de septiembre de 2014.

Resultado de Análisis

Usuarios: Brs. Manuel Alejandro Rodríguez Díaz
 Miguel Ángel Peña Molina

Tipo de Muestra: Muestras de granjas camaroneras
 Fecha de ingreso: 18-07-14, 13-08-14, 27-08-14 y 10-09-14
 Procedencia: Bahía de Jiquilisco, Usulután y Departamento de La Paz

Análisis solicitados: Ph, Salinidad, Oxígeno disuelto



MX	Identificación	Ph	Salinidad (ppm)	Oxígeno disuelto (mg/L)
82	Las Animas #1	8.41	5.0	4.8
83	V.Marinos #1	8.68	35	7.43
84	31-Diciembre #1	8.35	**	7.19
85	Romeritos #1	8.32	**	4.83
86	Las Animas #2	7.5	5	3.34
87	V.Marinos #2	8.82	29	5.18
88	31-Diciembre #2	9.08	32.1	9.30
89	Romeritos #2	8.69	38.1	5.87
90	Las Animas #3	7.84	1.03	3.3
91	31-Diciembre #3	8.79	25.7	4.08
92	31-Diciembre #4	8.57	15.6	4.63

** Fuera del rango de detección de equipo multiparámetros por tener alto valor de salinidad

Analista: **Ing. Juan Milton Flores Tensos**
Lic. Norbis Salvador Solano Melara

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios
 Jefe del Departamento de Química Agrícola

(FCCA, 2014)



Figura A21. Análisis de muestras en el Laboratorio de ELISA. Universidad de El Salvador.



Figura A22. Toma de parámetros físicos-químicos del agua previa a la captura de los camarones.



Figura A23. Equipo de Aireadores a gasolina para mantener altas densidades de siembra con aumento del oxígeno disuelto del agua presente en una de las granjas camaroneras.



Figura A24. Estanque reservorio, entrada de agua y bomba de abastecimiento.



Figura A25. Bomba de abastecimiento para estanque reservorio.



Figura A26. Fin del ciclo de producción y comienzo del secado de los estanques.



Figura A27. Pie-rey para medir el tamaño de los camarones.



Figura A28. Corte longitudinal sobre el dorso del camarón.



Figura A29. Extracción del intestino.



Figura A30. Montaje del intestino en un portaobjeto.



Figura A31. "técnica squash".

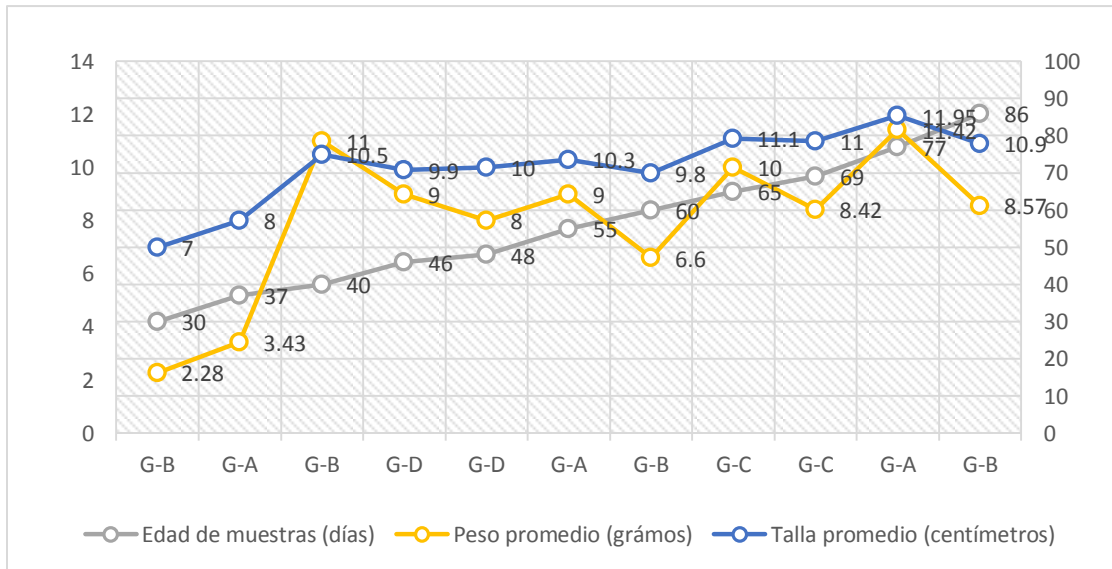


Figura A32. Edad, peso y talla de los camarones.



Figura A33. Gregarina *Nematopsis* sp. en intestino medio de *P. vannamei*.

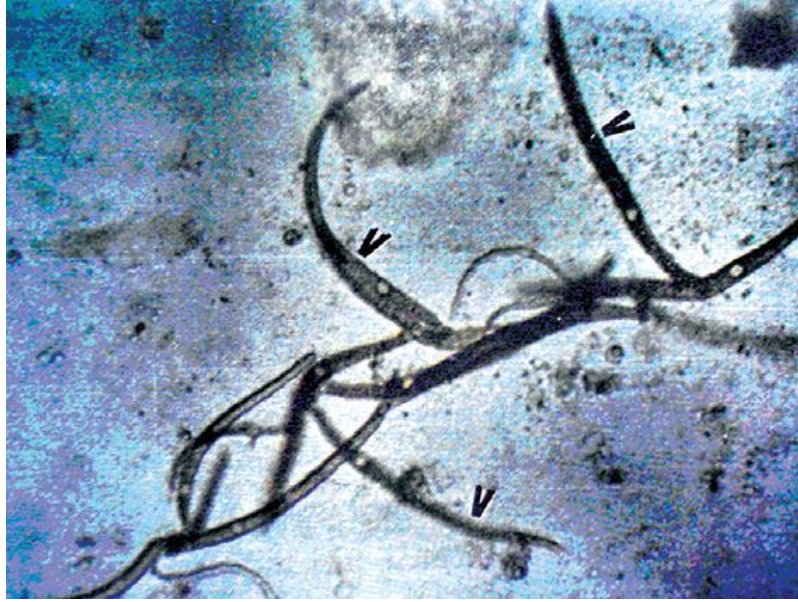


Figura A34. Gregarina *Paraophioidina* sp. en intestino medio en postlarva de *P. vannamei*.

(Morales y Cuellar 2008.)



Figura A35. Signo de coloración amarillenta del intestino.



Figura A36. Báscula para pesar y hieleras para guardar las muestras.

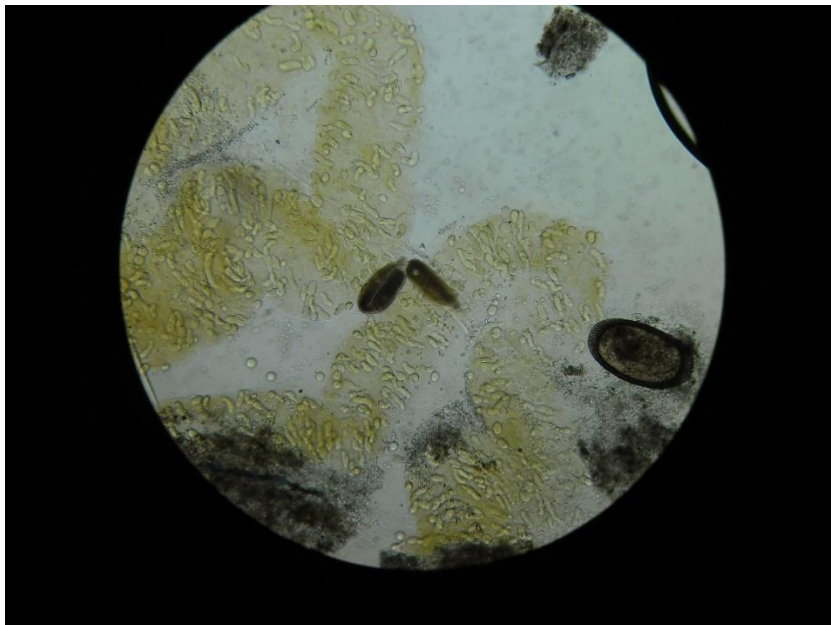


Figura A37. Montaje en fresco, Sycigias y gregarina (café oscuro).

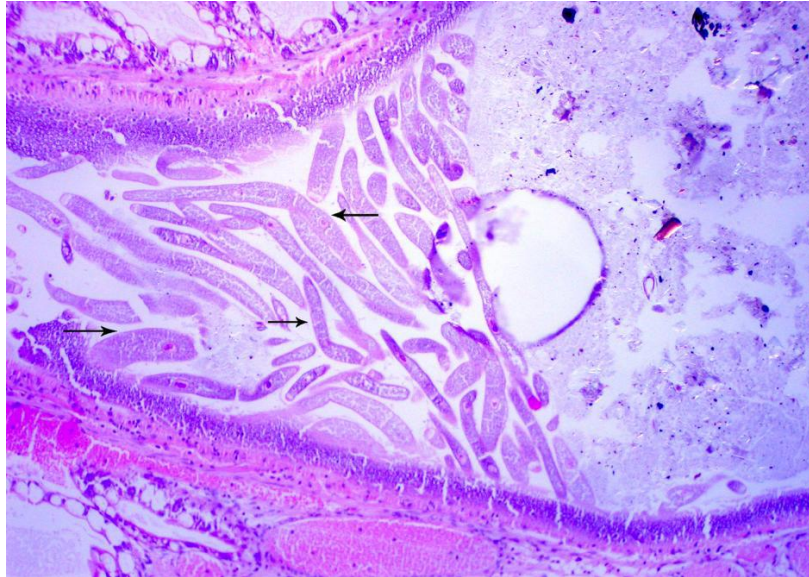


Figura A38. Corte longitudinal de intestino de camarón *P. vannamei*. Se observan especímenes de *Nematopsis* sp. en intestino medio (flecha). Foto captada con objetivo de 20 X. Sección de parafina de 4 μ m. Tinción H & E. Fijador: Solución de Davidson.
(Panchana *et al.*, 2011).

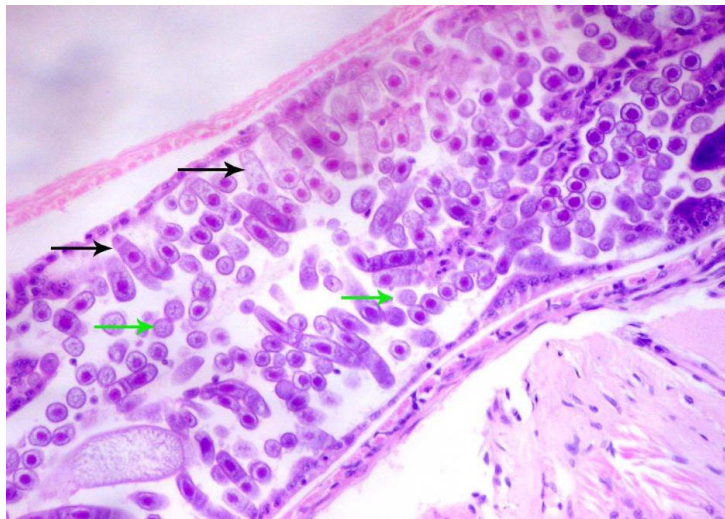


Figura A39. Corte longitudinal de intestino de camarón *P. vannamei*. Se observan gametocistos de gregarinas (flecha). Foto captada con objetivo de 10 X. Sección de parafina de 4 μ m. Tinción H & E. Fijador: Solución de Davidson.
(Panchana *et al.*, 2011).

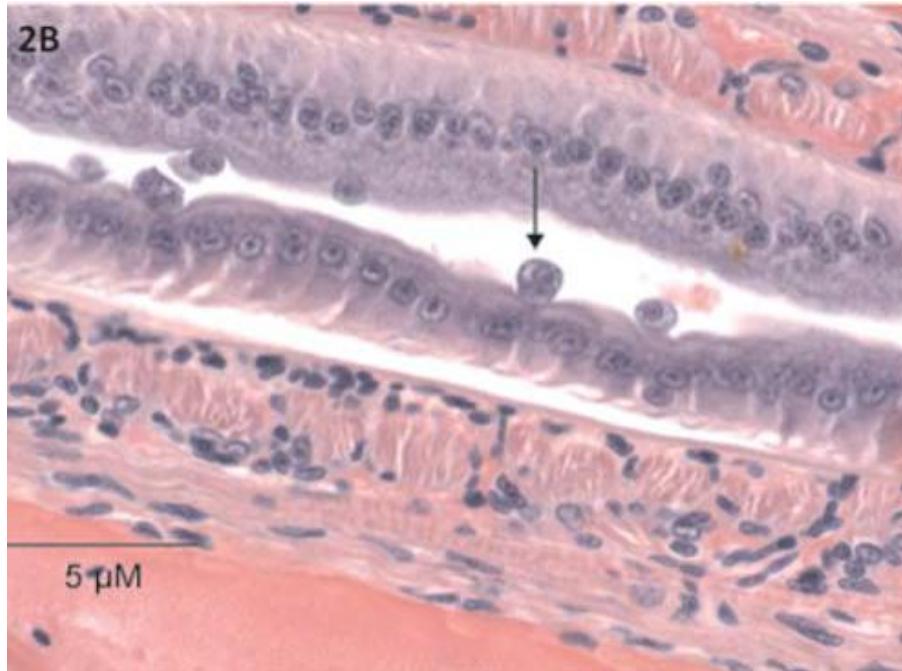
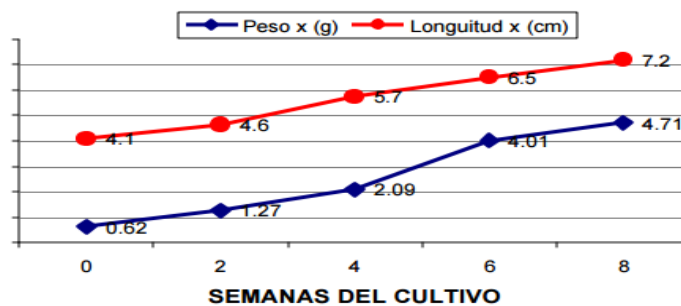


Figura A40. Intestino medio de *Litopenaeus vannamei* con hiperplasia, formación vellosidades-como pliegues y trofozoitos solitarios de *Nematopsis* sp. adheridos a las células del epitelio a través del protomerito (flecha).

(Panchana *et al.*, 2011).



Crecimiento en peso y longitud del camarón blanco durante 60 días de cultivo en 12 pilas con agua con 2000 ppm de salinidad, en Zamorano, Honduras, 2002.

Figura A41. Crecimiento del camarón en talla y peso.

(De Mora, L. 2002).

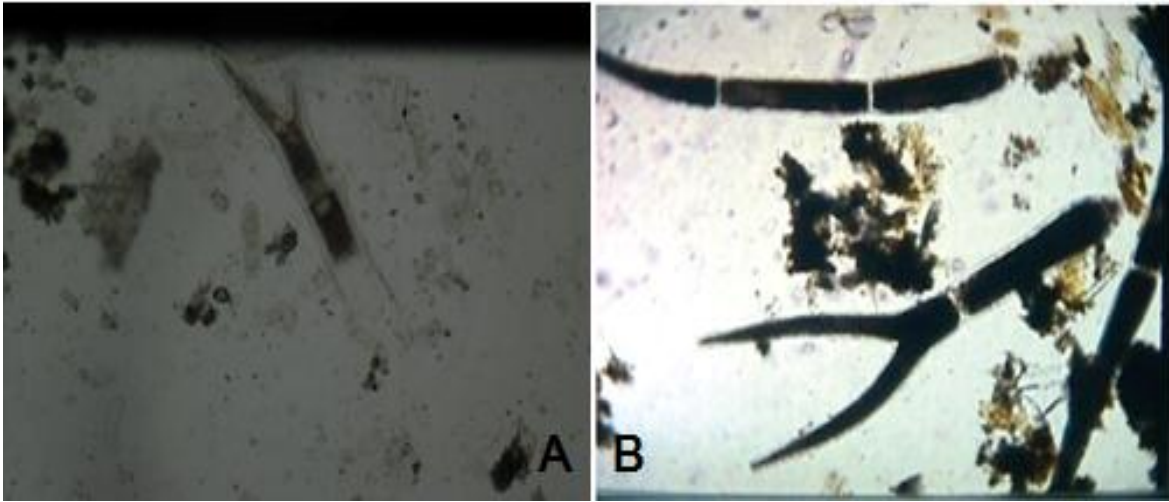


Figura A42. *Nematopsis* sp. con su extremo posterior bifurcado A: corresponde a la reportada en este estudio, con pérdida de la porción anterior. B: presentada por Morales V. Cuellar J. 2008.

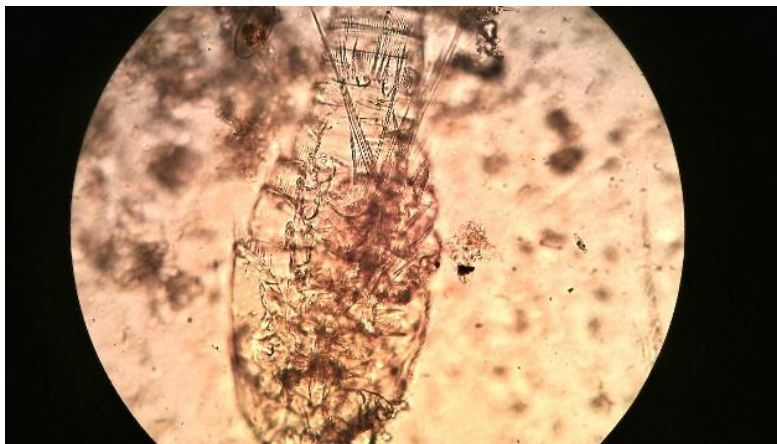


Figura A43. Copépodo crustáceo en muestra de heces de camarón marino *Litopenaeus vannamei*.

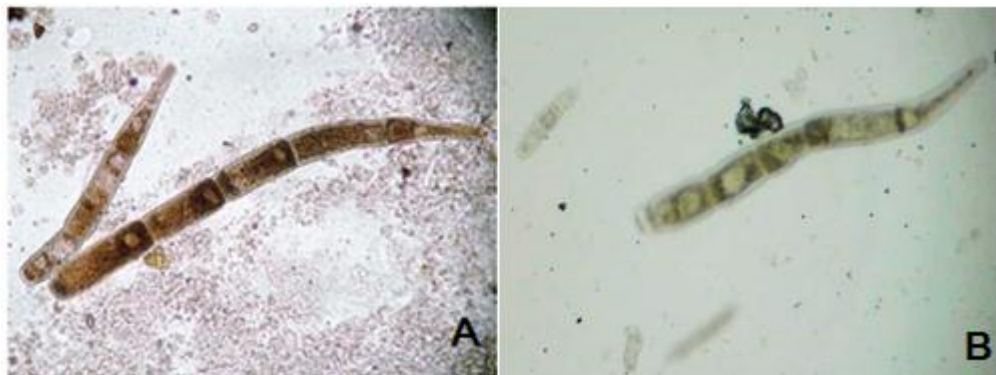


Figura A44. Conformación por varias células de *Nematopsis* sp. A: gregarina reportada por Morales V. Cuellar J. 2008. B: reportada en este estudio sin tinción con objetivo 10X.

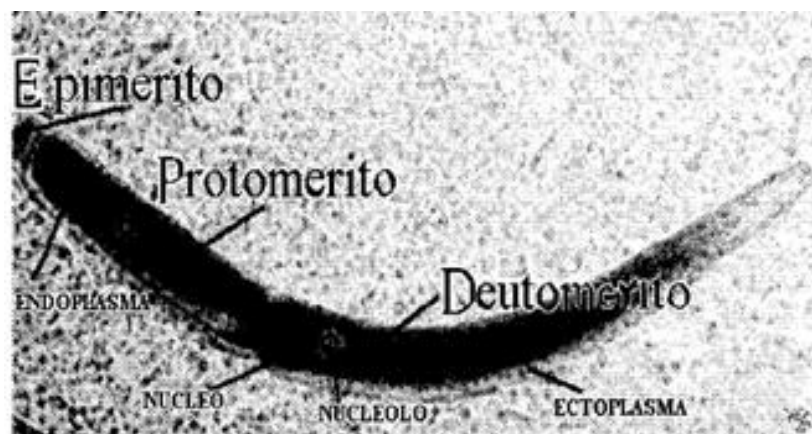


Figura A45. Partes anatómicas de gregarina *Nematopsis* sp. (Prado C. 1996).

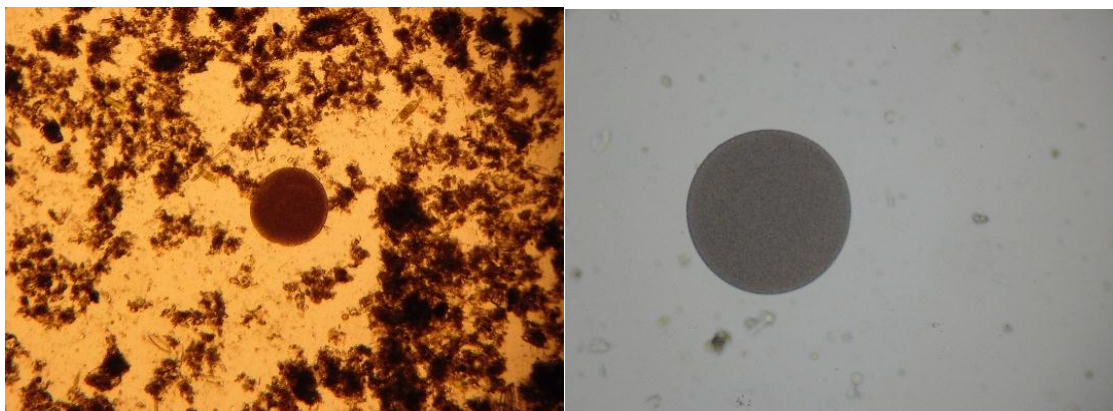


Figura A46. Gametocistos de gregarina *Nematopsis*.

Anexo 1. Principales parásitos de camarones.

EPICOMENSALES Los camarones cultivados en sistemas de producción semi-intensivo, intensiva o sobreintensivos, con altas densidades de siembra en los estanques o aguas de baja calidad, frecuentemente desarrollan formas de enfermedad causadas por estos microorganismos que se adhieren a las branquias o a la superficie del animal.

(Gilbert y Schröder, Cuéllar, Morales-Covarrubias, citado por Cabrera y Rubio 2012).

MICROSPORIDIOS: Pertenecientes a los géneros *Agmasoma* (anteriormente *Thelohania*), *Ameson* (anteriormente *Nosema*) y *Pleistophora* (anteriormente *Pleistophora*). Los procesos de reproducción asexual culminan con la producción de gran cantidad de esporas que se localizan dentro de las células en tejido muscular del camarón.

(Morales y Cuéllar 2008).

HAPLOSPORIDIOS: Constituyen un pequeño grupo de endoparásitos histozoicos y celozoicos, que forman esporas e infectan mayoritariamente a invertebrados marinos.

(Abollo y Villalba s.f).

METAZOARIOS: Es un problema muy raro en los camarones de cultivos ya que los hospedadores finales de estos parásitos no están presentes en los estanques de camarones. Estos parásitos es más común encontrarlos en los camarones recolectados del medio natural.

(Lightner 1992).

Anexo 2. Características de los géneros más comunes de gregarina en camarón marino.

Según Morales y Cuellar (2008) las siguientes son algunas de las características de los tres géneros mencionados: *Nematopsis sp.*, El trofozoito está compuesto de dos células: un protomerito largo provisto de un collar muscular, unido a un deutomerito más largo y más angosto. La forma del trofozoito se asemeja al de un champiñón. El paso de esporozoito a trofozoito lo realiza en el intestino medio del camarón. Este es considerado potencialmente patógeno para los camarones peneidos en condiciones de cultivo. Cuando se presenta como gametocitos hay como combatirlo, pero como trofozoitos ya es difícil su

control. *La Paraophioidina*, En estado adulto se presenta como una sola célula alargada con un solo núcleo en zona media. En su parte anterior presenta estructuras de fijación mediante las cuales se adhiere al hospedero o a otras gregarinas congéneres. Al igual que el género anterior, el paso de esporozoito a trofozoito lo realiza en el intestino medio del camarón; especie potencialmente patógena para *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931. *La Cephalolobus*, se caracteriza por tener un englobamiento en la porción anterior, haciendo semejanza con una falsa “cabeza”. El ciclo de vida y las características morfológicas generales excepto la dilatación cefaloide, son similares a las descritas para *Nematopsis sp.* A diferencia de los géneros anteriores, el paso de esporozoito a trofozoito lo lleva a cabo en la zona posterior del estómago del camarón.

(Daqui, *et al.*, 1998; Morales y Cuellar 2008).

Anexo 3. Construcción y medio ambiente.

1. Las granjas camaroneras no deben estar dentro de los bosques de manglar; si son granjas establecidas, se debe contar con un programa de resiembra de manglares en áreas cercanas a las granjas, por lo general deben sembrarse 3 árboles por cada manglar cortado.
2. Identificar una fuente disponible de agua dulce de buena calidad (para beber, procesos sanitarios o para transportarla).
3. El estudio topográfico del sitio deberá revelar las variaciones anuales de las temporadas lluviosa y seca.
4. La planeación se consultará con un ingeniero calificado y un constructor experimentado deberá encargarse de la construcción.
5. Los canales de abastecimiento no deberán crear barreras a las corrientes naturales de agua. Si los canales pasan a través de zonas de agua dulce o áreas agrícolas, no deberá haber filtración ni deberán causar la introducción de agua salina.
6. Deberán evitarse las áreas con suelos potencialmente ácidos y con sulfatos.
7. Los suelos orgánicos no deberán ser usados para la construcción de estanques.
8. Los estanques deberán situarse en terrenos planos con pendientes suaves entre un 2% a un 3% o menos.
9. La orientación de los estanques deberá considerar los vientos predominantes para reducir la erosión.
10. Los puntos de descarga finales deberán estar localizados lejos de los puntos de toma de agua y colocados en áreas donde permita una rápida dilución.

11. Los canales de entrada al sistema de distribución, deberán ser diseñados para permitir que el agua fluya por gravedad.
12. Los bordes deberán ser compactados de acuerdo al tamaño y características de las partículas del terreno, para reducir la erosión, filtración y deslizamiento.
13. Para facilitar la cosecha, deberá ser construida una compuerta de concreto en la parte exterior del borde del estanque, en su parte más profunda.
14. Durante la etapa de construcción, los desechos generados no deben botarse en el bosque de manglar y se debe contar con un plan de manejo de desechos.
15. Cuando sea posible, las estaciones de bombeo deberán estar retiradas de la orilla y con cierta estética.
16. Contar con un sedimentador en las granjas camaroneras para acumular las partículas en suspensión y reducir la descarga de sedimentos al efluente durante los recambios de agua y drenaje de los estanques.
17. El sedimento no deberá contener contaminantes.
18. Se debe mantener la vegetación ribereña y una zona de amortiguamiento.
19. Deberán mantenerse los accesos tradicionales usados por la población del lugar y los corredores de animales migratorios.
20. El tamaño de la granja deberá ser proporcional al abastecimiento de agua y su demanda y a la capacidad estimada del cuerpo de agua receptor para diluir, transportar y asimilar las descargas.
21. Los accesos a rutas terrestres o acuáticas, muelles y áreas de estacionamiento, deberán ser localizados donde sean mitigables los impactos ambientales.
23. Las estaciones de bombeo deberán estar localizadas donde la calidad de agua sea máxima y evitando áreas donde pueda ocurrir un daño ambiental.

Anexo 4. Hoja recolección de datos complementaria a la ficha clínica.**DATOS GRANJAS CAMARONERAS (Reporte de campo)**

GRANJA: _____, **FECHA:** _____, **# DE ESTANQUE:** _____,

1). Fecha de siembra: _____.

2). Densidad de siembra: _____.

3). Procedencia de larva: _____.

4). Ciclo reproductivo: _____.

5). Área del estanque: _____.

6). Profundidad de estanque: _____.

7). Recambio de agua: _____.