

00322



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

SP

FACULTAD DE CIENCIAS

Identificación de gregarinas (Protozoa: Sporozoa) en el aparato digestivo de camarones peneidos del Estado de Nayarit

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

BIOLOGO

P R E S E N T A

ERICK JARDÓN PÉREZ

Directora de tesis:

M. en C. María del Pilar Torres García



A



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

IDENTIFICACION DE GREGARINAS (PROTOZOA: SPOROZOA) EN EL APARATO
DIGESTIVO DE CAMARONES PENEIDOS DEL ESTADO DE NAYARIT

realizado por ERICK JARDON PEREZ

con número de cuenta 09231295-9 , quién cubrió los créditos de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

M.en C. MARIA DEL PILAR TORRES GARCIA

Ma. Pilar Torres Garcia

Propietario

BIOL. TERESA SOSA RODRIGUEZ

Teresa Sosa B

Propietario

DR. HECTOR GARDUÑO ARGUETA

Hector Garduño Argueta

Suplente

DRA. MARCELA ESPERANZA AGUILAR MORALES

Marcela Esperanza Aguilar Morales

Suplente

M.en C. JOSE LUIS BORTOLINI ROSALES

Jose Luis Bortolini Rosales

Consejo Departamental de BIOLOGIA

Juan Manuel Rodríguez Chávez
M.en C. JUAN MANUEL RODRIGUEZ CHAVEZ

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIVERSIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS.

A MIS PADRES HUMBERTO JARDON ANDRADE Y FRANCISCA PEREZ SANCHEZ, POR TODO SU APOYO Y COMPRESION, GRACIAS A USTEDES ME ENCUENTRO EN DONDE ESTOY, NO TENGO MAS QUE DECIRLES MUCHAS GRACIAS.

A MIS HERMANOS HUMBERTO, OSCAR Y RUBEN QUE ME HAN SERVIDO DE APOYO INCONDICIONAL EN TODO MOMENTO, TAMBIEN A USTEDES MUCHAS GRACIAS.

AL RESTO DE MI FAMILIA, Y A MIS ABUELOS POR LA INFANCIA TAN LLENA DE DICHA QUE NOS REGALARON.

AL LABORATORIO DE MICROCIENE, ASI COMO A LA M.V.Z. ANA AURO POR SUS APORTACIONES EN LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO.

A MIS SINODALES, POR LA PACIENCIA Y POR LOS COMENTARIOS QUE ME BRINDARON.

Y ESPECIALMENTE A LA M. EN C. MARIA DEL PILAR TORRES GARCIA, POR TODO EL TIEMPO, EMPENO Y PACIENCIA QUE ME TUVO DURANTE LA REALIZACION DE ESTA TESIS, MAESTRITA MUCHAS GRACIAS.

A TODOS MIS COMPAÑEROS DEL LABORATORIO DE INVERTEBRADOS, EN ESPECIAL A TERESA SOSA Y A JOSE LUIS BORTOLINI POR LA INVALUABLE AYUDA QUE ME BRINDARON.

A MIS PROFESORES Y AMIGOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS (MAYRA Y CARLOS) ASI COMO A LA D.G.I.A. DEL INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA.

A TI ROSAURA POR TODO EL AMOR, CARINO Y COMPRESION QUE ME HAS TENIDO DURANTE TODOS ESTOS AÑOS, ESTE TRABAJO TU SABES QUE TAMBIEN ES TUYO, GRACIAS FLAQUITA! Y EXTIENDO MI AGRADECIMIENTO A TODA TU FAMILIA.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Producción de camarón a nivel mundial | 1 |
| 1.2. Importancia de la camaronicultura en México | 2 |
| 1.3. Sistemas de cultivo de camarón empleados en México | 4 |
| 1.4. Morfología externa del camarón | 6 |
| 1.5. Morfología del aparato digestivo de camarones peneidos | 9 |
| 1.6. Ciclo de vida de camarones peneidos | 12 |
| 2. ANTECEDENTES | 14 |
| 2.1. Respuesta inmunológica | 14 |
| 2.2. Gregarinas | 16 |
| 2.3. Biología de las gregarinas | 16 |
| 2.4. Tratamiento | 27 |
| 3. OBJETIVOS | 28 |
| 3.1. Objetivos generales | 28 |
| 3.2. Objetivos particulares | 28 |
| 4. ÁREA DE ESTUDIO | 29 |
| 4.1. Ubicación geográfica | 29 |
| 4.2. Datos meteorológicos | 29 |
| 4.3. Tipo de suelo dominante | 30 |
| 4.4. Agricultura y flora | 30 |
| 4.5. Ganadería | 30 |
| 4.6. Hidrología | 30 |
| 4.7. Fisiografía | 30 |
| 5. UBICACIÓN TAXONÓMICA | 32 |
| 6. MATERIAL Y MÉTODO | 34 |
| 6.1. Material de estudio | 34 |
| 6.2. Fijación | 34 |
| 6.3. Corte de los segmentos | 35 |
| 6.4. Deshidratación | 36 |
| 6.5. Corte | 36 |
| 6.6. Tinción | 37 |
| 7. RESULTADOS | 38 |
| 7.1. Descripción taxonómica de la gregarina <i>Nematopsis</i> , sp. | 38 |
| 7.2. Diagnósis del género <i>Nematopsis</i> Schneider, 1892 | 38 |
| 7.3. Alteraciones de la mucosa intestinal | 45 |
| 7.4. Hiperplasia del epitelio | 46 |
| 7.5. Perforaciones en el epitelio | 46 |
| 7.6. Otras enfermedades | 48 |
| 8. DISCUSIÓN | 52 |
| 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 55 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA | 56 |

1. INTRODUCCIÓN

El término acuicultura se define como: "El cultivo de especies de fauna y flora acuáticas, mediante el empleo de métodos y técnicas para su desarrollo controlado en todo estadio biológico y ambiente acuático y en cualquier tipo de instalación". (SEPESCA, 1992). De acuerdo a lo anterior, debe considerarse como acuicultura a la producción controlada de postlarvas, crías, larvas, huevos, semillas, cepas algales y esporas en laboratorio, o el desarrollo y engorda de éstos en estanques artificiales, lagos, presas, así como en instalaciones ubicadas en bahías, estuarios y lagunas costeras o en el medio marino.

Es probable que el arte de cultivar organismos acuáticos se haya originado entre las antiguas civilizaciones del Asia menor, sin embargo, los primeros testimonios sobre la acuicultura provienen de China en los que se describen el cultivo de carpa en el siglo V a. C. (SEPESCA).

1.1. PRODUCCIÓN DE CAMARÓN A NIVEL MUNDIAL

Dentro de la acuicultura se encuentra la camaronicultura o cultivo de camarón. Éste, se inició en el Sudeste Asiático hace aproximadamente cinco siglos. En el año de 1959, Motosaki Fujinaga establece en Japón un criadero y granja piloto de camarón logrando por primera vez la reproducción y crianza del camarón kuruma o camarón tigre (*Marsupenaeus japonicus*) (Álvarez, 2000).

En la actualidad la producción de camarón a nivel mundial ha alcanzado cifras de hasta 3,477,000 toneladas, ocupando los países Asiáticos los primeros lugares, como son: China, Indonesia, India y Tailandia. En cuanto al Continente Americano, Ecuador es el de mayor producción, seguido de Estados Unidos y Canadá. México ocupa el 9° lugar a nivel mundial (Tabla 1) (SEMARNAP, 2000).

Tabla 1. Producción mundial de camarón en peso vivo, para el periodo 1990 – 1999 (miles de toneladas)

| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| China | 532 | 534 | 545 | 489 | 605 | 665 | 752 | 830 | 1,286 | 1,223 |
| Indonesia | 222 | 262 | 311 | 301 | 320 | 332 | 343 | 382 | 395 | 357 |
| India | 246 | 300 | 290 | 291 | 370 | 324 | 335 | 366 | 385 | 347 |
| Tailandia | 224 | 302 | 301 | 343 | 385 | 389 | 371 | 351 | 368 | 318 |
| Ecuador | 85 | 119 | 127 | 97 | 99 | 112 | 113 | 138 | 150 | 121 |
| E.U. | 158 | 146 | 157 | 209 | 130 | 140 | 145 | 133 | 128 | 140 |
| Canadá | 40 | 45 | 43 | 47 | 53 | 63 | 62 | 81 | 121 | 120 |
| Vietnam | 83 | 93 | 95 | 102 | 110 | 119 | 84 | 156 | 109 | - |
| México | 60 | 63 | 66 | 74 | 76 | 86 | 79 | 88 | 90 | 96 |
| Filipinas | 87 | 85 | 119 | 130 | 127 | 128 | 113 | 74 | 71 | 73 |

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca (SEMARNAP, 2001).

De esta producción mundial de camarón, la camaronicultura ha incrementado año con año su aportación, destacándose por su importancia social y económica. En cuanto a la producción mundial por acuicultura, el primer lugar es ocupado por Tailandia, seguido de Indonesia. Ecuador es también el principal productor de camarón por cultivo de América y México ocupa el 9° lugar en cuanto a producción por acuicultura (Tabla 2) (SEMARNAP, 2000).

1.2. IMPORTANCIA DE LA CAMARONICULTURA EN MÉXICO

El cultivo de camarón en México se inició en la década de los años 80's y hasta la fecha representa una fuente importante de recursos económicos y empleo en varios estados del país (Álvarez, 2000). En México la producción de camarón por cultivo se ha incrementado de manera significativa en la última década. (Tabla 3).

Tabla 2. Producción mundial de camarón cultivado en peso vivo, para el periodo 1990 – 1999. (Miles de toneladas)

| País | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tailandia | 120 | 162 | 185 | 226 | 267 | 261 | 240 | 228 | 244 | 230 |
| Indonesia | 107 | 140 | 142 | 139 | 135 | 147 | 152 | 167 | 169 | 119 |
| Ecuador | 76 | 105 | 113 | 83 | 89 | 106 | 108 | 133 | 144 | 120 |
| China | 185 | 220 | 207 | 88 | 64 | 78 | 89 | 103 | 143 | 171 |
| India | 30 | 36 | 40 | 72 | 91 | 98 | 95 | 66 | 81 | 115 |
| Bangladesh | 19 | 20 | 21 | 29 | 29 | 34 | 49 | 56 | 66 | 81 |
| Filipinas | 54 | 51 | 78 | 96 | 93 | 90 | 78 | 42 | 38 | 36 |
| Vietnam | 31 | 36 | 38 | 42 | 45 | 52 | 65 | 80 | 27 | - |
| México | 4 | 5 | 8 | 12 | 13 | 16 | 13 | 18 | 24 | 29 |
| Panamá | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 5 | 5 | 7 | 10 | 3 |

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca. (SEMARNAP, 2000).

Tabla 3. Producción total y por acuicultura de camarón en México, para el periodo de 1991– 2001. (toneladas)

| Año | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Total | 57,722 | 66,215 | 72,515 | 76,324 | 85,901 | 78,879 | 88,489 | 90,335 | 95,611 | 95,077 | 105,523 |
| Acuicultura | 5,111 | 8,326 | 11,846 | 13,138 | 15,867 | 13,315 | 17,570 | 23,749 | 29,120 | 33,480 | 48,014 |
| % | 8.85 | 12.57 | 16.34 | 17.21 | 18.47 | 16.88 | 19.86 | 26.29 | 29.53 | 35.21 | 45.50 |
| Acuicultura | | | | | | | | | | | |

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca. (SEMARNAP, 2001).

En el año 2001 la producción total de camarón en el país fue de 105,523 toneladas. De este total la producción por captura en peso vivo en alta mar, esteros y bahías fue de 57,509 toneladas y por cultivo fue de 48,014 toneladas, es decir, la acuicultura contribuyó con el 45.50% del total nacional. (SEMARNAP, 2000).

Actualmente, el cultivo de camarón en México se realiza principalmente con las especies *Litopenaeus vannamei* (camarón blanco del Pacífico), *Litopenaeus stylirostris* (camarón azul) y en etapa experimental las especies *Litopenaeus setiferus* (camarón blanco), *Farfantepenaeus aztecus* (camarón café), *Farfantepenaeus duorarum* (camarón rosado) y *Farfantepenaeus brasiliensis* (camarón rojo). (SEMARNAP, 2000a). En el año 2000 se reportaron un total de 364 granjas camaroneeras de uso comercial, ocupando el estado de Sinaloa el primer lugar a nivel nacional con 194 granjas, Nayarit el segundo con 103 granjas, Sonora el tercero con 32 granjas, Tamaulipas el cuarto lugar con 11 granjas, Chiapas con 8 granjas, Colima 5, Guerrero 3, Jalisco 2, y Baja California, Baja California Sur, Campeche, Tabasco, Veracruz y Yucatán con una granja cada estado. Se reportan 11 granjas de autoconsumo en el estado de Oaxaca. (SEMARNAP, 2000a) (Tabla 4).

Para el año 2000 se reportaron un total de 38 laboratorios de producción de larvas. El estado con mayor número es Sonora con 13, Sinaloa con 10, Baja California Sur con 4, Campeche 3 (etapa experimental), Nayarit 2 laboratorios, Colima, Chiapas, Guerrero, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán con 1 laboratorio cada Estado. (Tabla 4).

El abastecimiento de las granjas se da por larvas capturadas del medio acuático y por larvas producidas en el laboratorio (SEMARNAP, 2000a).

1.3. SISTEMAS DE CULTIVO DE CAMARÓN EMPLEADOS EN MÉXICO

En México se utilizan los sistemas de cultivo: extensivos, semi - intensivos e intensivos. La infraestructura empleada para el cultivo de camarón se compone de estanquería rústica y estanquería de concreto (SEMARNAP, 2000a).

Tabla 4. Número de unidades de producción acuícola, por estado en el año 2000.

| Estado | Comercial | Autoconsumo | #Laboratorios |
|---------------------|-----------|-------------|---------------|
| Sinaloa | 194 | | 10 |
| Nayarit | 103 | | 2 |
| Sonora | 32 | | 13 |
| Tamaulipas | 11 | | 1 |
| Chiapas | 8 | | 1 |
| Colima | 5 | | 1 |
| Guerrero | 3 | | 1 |
| Jalisco | 2 | | |
| Baja California | 1 | | |
| Baja California Sur | 1 | | 4 |
| Campeche | 1 | | 3* |
| Oaxaca | | 11 | |
| Tabasco | 1 | | 1 |
| Veracruz | 1 | | |
| Yucatán | 1 | | 1 |
| Total | 364 | 11 | 38 |

Fuente. Carta Nacional Pesquera 2000.

* Etapa experimental.

Los sistemas de cultivo se clasifican en tres tipos:

- Tipo extensivo, el que presenta un bajo nivel de insumos y bajas densidades de organismos por unidad de área, con un nivel de aplicaciones de nutrientes externos muy bajos o inexistentes, con llenado de estanquería mediante intercambio de mareas y con producciones menores a los 500 Kg/ha/año.
- Tipo semi – intensivo, el que presenta una combinación de alimento artificial y fertilización, con un nivel de densidad de siembra por unidad de superficie

intermedio, en este sistema se realiza el llenado mediante bombeo y sus producciones son de 1 y 2 ton/ha/año.

- Tipo intensivo, con mayor uso de tecnología, con densidades superiores y producciones también por encima de las 2 ton/ha/año. (Álvarez, 2000) (Tabla 5).

Tabla 5. Características de los estanques camarícolas de cultivo en el noroeste de México.

| Características de los sistemas | Sistema extensivo | Sistema semi-intensivo | Sistema intensivo |
|--|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Tamaño de los estanques (ha) | 2 – 150 | 5 – 20 | 0.25 – 4 |
| Construido | Tierra | Tierra | Tierra y "liner"* |
| Elevación | Intermareal | Intermareal | Intermareal y arriba de la pleamar |
| Profundidad (m) | 0.4 – 1.0 | 0.7 – 1.2 | 1.0 – 2.0 |
| Origen de la Postlarva | Silvestre | Silvestre y laboratorio | Silvestre y laboratorio |
| Manejo de agua | Mareas con bombeo opcional | Bombeo | Bombeo |
| Tasa de recambio (% día) | < 5 % | < 5 % - 15 % | <5 % - 20 % |
| Aereación | Intercambio natural | Intercambio natural / aereadores | Aereadores e intercambio |
| Densidad de siembra (PI / m ²) | 1 – 3 | 5 – 25 | 25 – 50 |
| Alimento | Natural y a veces suplementario | Natural y suplementario | Suplementario y natural |
| Ciclo de producción (meses) | 4 – 5 | 3 – 5 | 3 – 5 |
| Número de cosechas por año | 1 – 2 | 2 – 2.5 | 2 – 2.5 |
| Producción (ton/ha/cosecha) | 0.1 – 0.5 | 0.4 – 2.1 | 2 – 5 |

*"liner" = recubrimiento plastificado. (Páez y Ruiz, 2001).

1.4. MORFOLOGÍA EXTERNA DEL CAMARÓN

Los camarones son organismos crustáceos decápodos, comprimidos lateralmente, con un cuerpo alargado, esbelto, adaptado para la natación ya sea en la columna de agua o

sobre la superficie del fondo. El cuerpo consta de un **cefalón** (5 segmentos), un **tórax** (8 segmentos) (unidos en un **cefalotórax**), y un **abdomen** (6 segmentos). Poseen un caparazón formado de quitina que recubre el cefalón y está soldado dorsalmente a los 8 segmentos torácicos. Cada segmento del cuerpo lleva un par de apéndices. (Tabla 6). Los ocho apéndices torácicos se dividen: 1) en **maxilípedos** (primero, segundo y tercer par) se incorporan funcionalmente a los tres pares de apéndices bucales y los dos primeros son fuertemente modificados debido a esta función y pierden su aspecto pediforme; y 2) en **pereiópodos**, pediformes y con función esencialmente locomotora o prensil (los tres primeros llevan una pinza terminal). Los **pleópodos** o apéndices abdominales son generalmente birramificados. En los machos, el endopodito de cada pleópodo del primer par está modificado, ambas piezas se unen en la porción media para formar el **petasma**, órgano que sirve para la transferencia del esperma. Los apéndices del sexto segmento abdominal son los **urópodos**, que se componen de un protopodio y dos ramas (exopodio y endopodio), y además en la parte final del abdomen un **telson** terminal de forma triangular, pieza impar entera o subdividida que junto a los urópodos, constituyen un potente abanico caudal, que sirve para la natación, en desplazamientos rápidos. (Hendrickx, 2001) (Fig. 1).

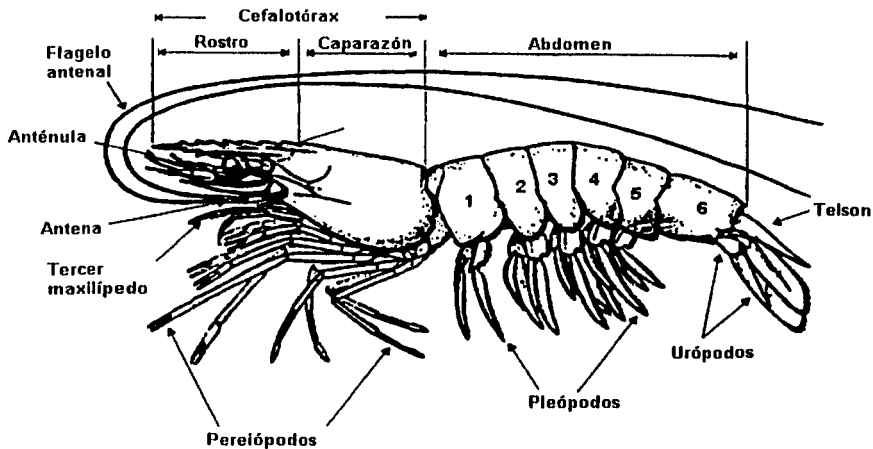


Fig. 1. Anatomía general externa del adulto de *Litopenaeus vannamei*. (Tomado y modificado de Brock and Main, 1994)

TAGMOSIS

Tabla 6. División metamérica y función de los apéndices de un peneido.

| REGIÓN | SOMITA | APÉNDICE | FUNCIÓN |
|---------|--------|--------------|---------------------------|
| Ojos | | | Sensorial |
| Cefalón | I | Anténula | Quimiosensorial |
| | II | Antena | Quimiosensorial |
| | III | Mandíbula | Alimentación |
| | IV | Maxílula | Alimentación |
| | V | Maxila | Alimentación |
| Tórax | VI | Maxilípodo 1 | Alimentación |
| | VII | Maxilípodo 2 | Alimentación |
| | VIII | Maxilípodo 3 | Alimentación |
| | IX | Pereiópodo 1 | Locomoción y Alimentación |
| | X | Pereiópodo 2 | Locomoción y Alimentación |
| | XI | Pereiópodo 3 | Locomoción y Reproducción |
| | XII | Pereiópodo 4 | Locomoción y Alimentación |
| Abdomen | XIII | Pereiópodo 5 | Locomoción y Reproducción |
| | XIV | Pleópodo 1 | Natación |
| | XV | Pleópodo 2 | Natación |
| | XVI | Pleópodo 3 | Natación |
| | XVII | Pleópodo 4 | Natación |
| | XVIII | Pleópodo 5 | Natación |
| | Telson | XIX | Urópodos |
| | | | Natación |

1.5. MORFOLOGÍA INTERNA DEL APARATO DIGESTIVO DE CAMARONES PENEIDOS

El conducto gastrointestinal se inicia en el tercer par de somitas del cefalotórax y termina en la parte anterior y ventral del telson. Se divide en tres regiones: una anterior que comprende el esófago con la abertura bucal, el estómago dividido en dos cámaras distintas, una anterior (cardíaca) y una posterior (pilórica), estando esta última dividida en una subcámara dorsal y una ventral, y el divertículo digestivo; una media que incluye la mayor parte del intestino hasta la sexta somita abdominal y una parte posterior ubicada en esta sexta somita, que consiste en el recto y el ano.

Esófago: Comunica en su parte anterior con la región oral delimitada por las mandíbulas y las maxilas y en la parte posterior hasta aproximadamente la parte media (anterior – posterior) del hepatopáncreas. Las paredes son de estructura cuticular, con pliegues longitudinales que permiten la expansión del lumen en el momento de la ingestión de los alimentos.

Estómago: Comienza en la región basal del rostro, proyectándose hasta la última espina del mismo, se divide en dos cámaras, una anterior y otra posterior, la última se divide en dos subcámaras una dorsal y otra ventral. Las dos cámaras están recubiertas por una capa de cutícula, normalmente no calcificada excepto en las proyecciones en forma de dientes o superficies de molido. Se ha reportado que en la región anterior del estómago se lleva a cabo la masticación de los materiales alimenticios, incluso hasta el punto de trituración, por lo que se le ha llamado molino gástrico.

En la cámara posterior se encuentra la criba gástrica que por su íntima asociación con los conductos primarios del hepatopáncreas alude a su función de ser una estructura de filtrado a través del cual pasa el alimento masticado hacia el hepatopáncreas. Rodeando a todo el estómago se tienen gruesas capas de músculos circulares y longitudinales, desempeñando un papel en el movimiento del alimento hacia los oscículos trituradores.

Intestino: Es rectilíneo y tubular se extiende dorsalmente a lo largo del cuerpo, de pared delgada, presenta un epitelio en estadios larvales simple cúbico y en adultos se presenta como simple cilíndrico, con un núcleo medio y nucleolos prominentes. La superficie adyacente al lumen presenta un borde tipo cepillo con microvellosidades. Hacia la parte apical de las células se tiene una región densa de organelos celulares mitocondrias, gránulos secretores y cuerpos de Golgi. Las células epiteliales están sostenidas por una membrana basal, una capa de músculos circulares y una de músculos longitudinales. El intestino medio en la región del tórax pasa entre los lóbulos ventrales y dorsales del hepatopáncreas.

Ciegos del intestino medio: Típicamente es un saco ciego con pliegues epiteliales grandes que se proyectan dentro del lumen del mismo. Presentan un epitelio simple cilíndrico con un borde tipo cepillo con microvellosidades, núcleos centrales, descansando en una membrana basal y tejido conectivo. Embriológicamente tanto el ciego anterior como el ciego posterior pertenecen al intestino medio.

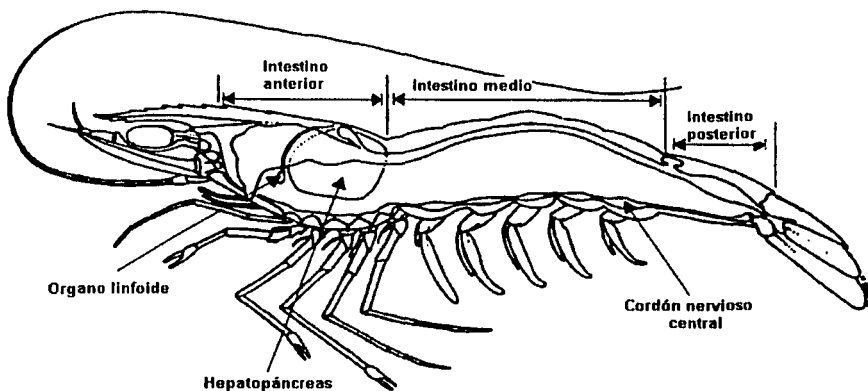
Hepatopáncreas: En los peneidos el hepatopáncreas tiene dos lóbulos. El ciego terminal de los túbulos está formado por pequeñas células, las cuales están diferenciadas a lo largo de la estructura tubular que forma un epitelio cilíndrico simple, sujetado por una lámina basal delgada.

Existen cinco tipos de células diferentes en el hepatopáncreas y se clasifican en: células E (embrionarias); R (de almacenamiento y absorción); F (fibrilares); B (secretoras) y M (enanas). La localización de estos tipos celulares varía a lo largo del túbulo; el vértice del túbulo contiene células – E con un núcleo que ocupa la mayor parte de la célula y una membrana nuclear lisa, alejándose del vértice las células embrionarias empiezan a diferenciarse y desarrollarse en células – R de almacenamiento y de absorción que se caracterizan por contener numerosas vacuolas en el citoplasma. En la región media del túbulo hepatopancreático se encuentran células – R en desarrollo y células – F “fibrosas”, los núcleos de las células – F son más grandes que los de las células – R y típicamente contienen un nucleolo prominente, en la parte media del túbulo se encuentran también las grandes células secretoras – B que son el tipo celular más

alargado en el hepatopáncreas, tienen una vacuola grande rodeada de una delgada capa de citoplasma. El núcleo se encuentra en la región basal, y en las células más viejas está comprimido tomando una forma oval con una periferia irregular de la membrana nuclear, las células - M se encuentran a lo largo del túbulo, pero están restringidas a la parte basal del epitelio y sin contacto con el lumen del hepatopáncreas. Todas las células presentan en la superficie expuesta al lumen un borde en forma de cepillo con microvellosidades.

Rodeando íntimamente a cada túbulo se tiene una red de células mioepiteliales de núcleos prominentes y fibras contráctiles asociadas. Entre los túbulos se tienen también senos hemales. La función principal del hepatopáncreas es la producción de enzimas digestivas, las cuales participan en la degradación enzimática de los alimentos, otra función es la de almacenar sustancias de reserva.

Intestino posterior: Los pliegues del intestino posterior están cubiertos distalmente por una capa epitelial y formados en gran parte por glándulas tegumentarias. El epitelio del intestino posterior está recubierto por una cutícula delgada y no calcificada. La parte posterior del intestino está rodeado por músculo abdominal. El ano define el extremo posterior del tracto gastrointestinal, la cutícula es gruesa y calcificada en la superficie externa del ano a diferencia de la que recubre el intestino. (Fig. 2).



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Fig. 2. Anatomía general interna del adulto de *Litopenaeus vannamei*.
 (Tomado y modificado de Brock y Main 1994)

1.6. CICLO DE VIDA DE CAMARONES PENEIDOS

Los camarones peneidos tienen un ciclo de vida, en el cual habitan un tiempo en las lagunas costeras y otro en el medio ambiente marino. El camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* se reproduce en zonas someras y cercanas a la costa. Durante su desarrollo el camarón atraviesa por diferentes etapas:

Los huevecillos expulsados pasan a la columna de agua, eclosionan alrededor de 14 horas después y dan origen a una larva llamada **nauplio**. Esta larva vive suspendida en el agua marina sujeta a la acción de las corrientes formando parte del plancton, pasa por una serie de estadios mediante procesos de muda, periodo que depende para su alimentación de las reservas de vitelo.

La larva nauplio atraviesa cinco etapas que ocurren en dos o tres días, dependiendo de la especie, hasta convertirse en **protozoa**, estado donde comienza a alimentarse del plancton, la protozoa después de tres o cuatro días, se convierte en **mysis**.

La última etapa de mysis da origen a una **postlarva**, que ingresa a los estuarios y lagunas costeras mediante la acción de las corrientes, migraciones verticales de la postlarva en la columna de agua, corrientes de marea y respuestas a los gradientes de salinidad; una vez en las lagunas costeras o estuarios la postlarva cambia sus hábitos planctónicos a semibentónicos (asociados al fondo). El estadio posterior es el **juvenil**, con hábitos completamente bentónicos.

El juvenil permanece en el área estuarina por periodos aproximadamente de dos a cuatro meses. Una vez que el organismo alcanza cierta talla y en función de las condiciones de salinidad del estuario o laguna costera, el camarón migra al ambiente marino, donde continúa su proceso de maduración y crecimiento.

La primera madurez sexual se alcanza alrededor de los primeros seis y ocho meses de edad, aunque la maduración general ocurre de los diez a doce meses de edad. La duración media del ciclo de los camarones del género *Litopenaeus sp.* es menor a dos años, entre 15 y 20 meses. (Gracia, 2001) (Fig. 3).

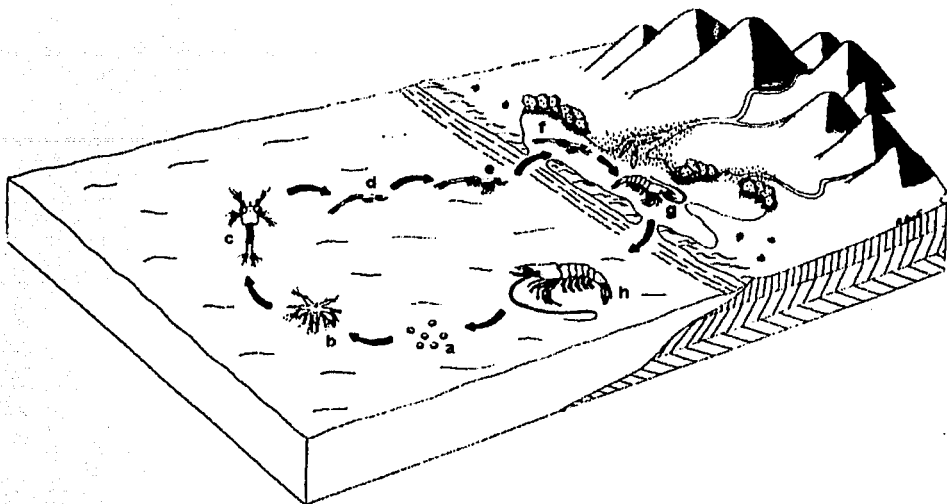


Fig. 3. Ciclo de vida general de los camarones peneidos. a: huevo; b: nauplio; c: protozoa; d: mysis; e: postlarva planctónica; f: postlarva bentónica; g: juvenil; h: adulto. (Tomado y modificado de Gracia, 2000).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2. ANTECEDENTES

2.1. Respuesta inmunológica.

El primer mecanismo de defensa que presenta un camarón es su barrera física, representada por el exoesqueleto caparazón endurecido formado por quitina y aunque esa barrera es eficiente, muchos agentes infecciosos la sobrepasan. Cuando eso ocurre, los agentes son reconocidos como "extraños", por los mecanismos inmunológicos del camarón, mediados por los hemocitos y proteínas de la hemolinfa. Un ejemplo son las proteínas que reconocen y se unen a los carbohidratos de las paredes microbianas, lipopolisacáridos (LPS) de bacterias gram (+) y gram (-), y β - 1,3 - glucano de hongos. Estos complejos proteína - microorganismo, son fagocitados por los hemocitos o encapsulados en nódulos y de esa forma eliminados.

Otro mecanismo desencadenado por carbohidratos de las paredes de los microorganismos es la activación de la vía de la feniloxidasas (PO). En el complejo del β - 1,3 - glucano al unirse a la pared del hemocito lleva a la liberación de gránulos que contienen proteinasas de serina. Estas enzimas se activan en presencia de calcio y fracciona la profeniloxidasas (ProPO), transformándola en feniloxidasas. La proenzima ProPO es sintetizada por hemocitos granulares y semigranulares y circula en la hemolinfa. La feniloxidasas es una enzima bifuncional que cataliza la o - hidroxilación de monofenoles y la oxidación de fenol en quinona, la cual polimeriza la melanina. Tanto los compuestos intermediarios de esa cascada como la melanina son tóxicos para los microorganismos. Así la eliminación del agente agresor a través de este mecanismo genera regiones ennegrecidas ocasionadas por los depósitos de melanina (melanización).

La presencia de soluciones de continuidad y/o microorganismos invasores lleva a la coagulación de la hemolinfa, sistema que participa tanto en la hemostasis como en la eliminación de patógenos, ya que inmoviliza a los organismos invasores. Tanto los compuestos bacterianos como de hongos (LPS y β - 1,3 - glucano) son inductores de la coagulación.

Al reconocer agentes infecciosos, como bacterias y hongos, los invertebrados sintetizan diferentes péptidos. Los mecanismos de acción de los péptidos antimicrobianos son diversos e incluyen acción detergente en las paredes de células bacterianas, eliminación de potencial transmembrana, aglutinación de bacterias facilitando su fagocitosis. (Granja y Salazar, 2001).

Una enfermedad es cualquier alteración del estado normal de salud. Entre las enfermedades se encuentran las etiologías virales, bacteriosis, fúngicas, por rickettsias, por protistas y por metazoarios. (Lightner y Redman, 1998) (Tabla 7).

Tabla 7. Grandes enfermedades de América en camarones peneidos.

| Enfermedades virales | Bacterias y hongos | Otras enfermedades |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Virus del síndrome de Taura | Síndrome de la Gaviota. | <i>Leucotrix mucor</i> |
| IHHNV | Vibriosis Industriales | Protozoarios peritricos |
| Grupo BP | Vibriosis luminiscente | Gregarinas |
| Grupo de White Spot | Enfermedades de la concha | Microsporidios |
| Virus de Yellow head. | Bacteria NHP | |
| HPV | Micosis larvales | |
| REO III | Fusariosis | |
| LOVV | | |
| RPS | | |

(Tomado de Lightner, 1998)

Una enfermedad es el resultado final de una compleja interacción del camarón, su ambiente y el patógeno. La sola presencia de un patógeno en una muestra de camarones, puede no necesariamente adecuarse a una enfermedad. Bajo algunas condiciones, el huésped o población de huéspedes y el potencial patógeno, pueden ser co – existentes con un pequeño, o no, efecto adverso. (Lightner y Redman, 1998).

2.2. GREGARINAS

Las gregarinas son protozoarios asociados a camarones peneidos de manera natural, que al aumentar el número de estos organismos pasan de ser parte normal de la flora intestinal a ser parásitos, ocasionando en este caso, una afección. Las gregarinas son parásitos celozoicos, generalmente vermiformes. El cuerpo está cubierto por una membrana exterior definida y su citoplasma está claramente diferenciado en ectoplasma que contiene mionemas, los cuales permiten a los organismos hacer movimientos deslizantes, y endoplasma. Obtienen su alimento por ósmosis, de la cavidad del órgano del huésped. El cuerpo está dividido en dos compartimentos por un septo ectoplasmático (trofozoito septado). La parte anterior más pequeña es el protomerito y la posterior más grande que contiene al núcleo es el deutomerito. El protomerito puede poseer un epimerito, el cual tiene ganchos u otras estructuras y es capaz de expandirse libremente, se utiliza como succionador móvil para adherirse al epitelio del intestino del huésped. (Kudo, 1982).

Muchas gregarinas son solitarias, otras se encuentran en asociaciones, extremo con extremo, estas asociaciones se les conoce como sicigia. Al individuo anterior se le llama primite y al posterior satélite. (Kudo, 1982).

2.3. BIOLOGÍA DE LAS GREGARINAS: La infección del camarón requiere la presencia de organismos intermediarios portadores del patógeno, los cuales al ser ingeridos proveen las esporas que causan la infección, lo mismo sucede al ingerir las heces de estos organismos. (Gómez y Roque, 2001).

Las gregarinas son protistas parásitos que se encuentran en el ostión, en el mejillón, en la almeja y en las escalopas. Son estadios parasitarios que se caracterizan por la presencia de oocistos con pared hialina muy delgada conteniendo densos esporozoitos basófilos vermiformes. Los moluscos son hospederos intermediarios en el ciclo de vida de las gregarinas y éstas completan su ciclo de vida en el tracto digestivo de artrópodos marinos. La infección por estos protozoos provoca una inflamación de los tejidos afectados que básicamente son: intestino, branquias y palpos labiales, aunque también

se encuentran en el interior de los fagocitos, que se mueven dentro del tejido conectivo de los diferentes órganos. (Boletín de PRONALSA, 2001b).

La infección comienza cuando un **esporozoito** entra en la célula del hospedero o se adhiere a ella por medio del **epimerito**. Al alimentarse de la célula del hospedero, el esporozoito se convierte en **trofozoito**, que finalmente se libera en la luz del tracto digestivo y crece hasta alcanzar la edad adulta. Posteriormente las gregarinas individuales o esporontes se unen en parejas o forman cadenas, proceso conocido como **sicigia**. El mismo es seguido por el enquistamiento de los individuos asociados para convertirse en **gametocitos**, los que darán lugar a los **gametos** (micro y macro gametos), los cuales se unen para formar a los **cigotos**. En la mayoría de los casos cada cigoto se convierte en espora, cada una de las cuales se rodea de una pared y se divide en **esporozoitos**, los cuales pueden provocar nuevas infecciones en los hospederos susceptibles. En una familia de gregarinas que ocurre en los decápodos marinos, las etapas finales que se forman de los gametocitos son las **gimnosporas**, las cuales infectan primero a un molusco bivalvo como hospedero intermediario. Las gregarinas se encuentran frecuentemente en el tracto digestivo de los camarones, y son observados en la forma de trofozoito o de gametocito. (Conroy y Conroy, 1990).

En las gregarinas cefalínicas (septadas) se registra la infección cuando esporozoitos, desnudos o protegidos, entran al estómago y a la parte media del intestino del crustáceo huésped, se desarrollan transformándose en gregarinas cefalinas típicas. Uno, dos o más esporozoitos se asocian y enquistan. La división repetida del núcleo y del citoplasma trae como resultado la formación de un gran número de gimnosporas en la parte posterior del intestino. Cuando las gimnosporas son evacuadas en las heces de los crustáceos y se ponen en contacto con moluscos y otros crustáceos, éstas se aparean y se fusionan, los cigotos se desarrollan para formar esporozoitos desnudos o encapsulados, los cuales, cuando son tomados por un crustáceo huésped, se desarrollan transformándose en gregarinas cefalínicas. (Kudo, 1982). (Fig. 4).

Se ha reportado que las gregarinas causan efectos perjudiciales a los hospederos como son, la oclusión de los ductos de los ciegos y la destrucción del epitelio intestinal, causada por la presión que ejercen los protomeritos de los trofozoitos de las gregarinas, y la penetración al epitelio intestinal de estos trofozoitos causando ulceraciones.

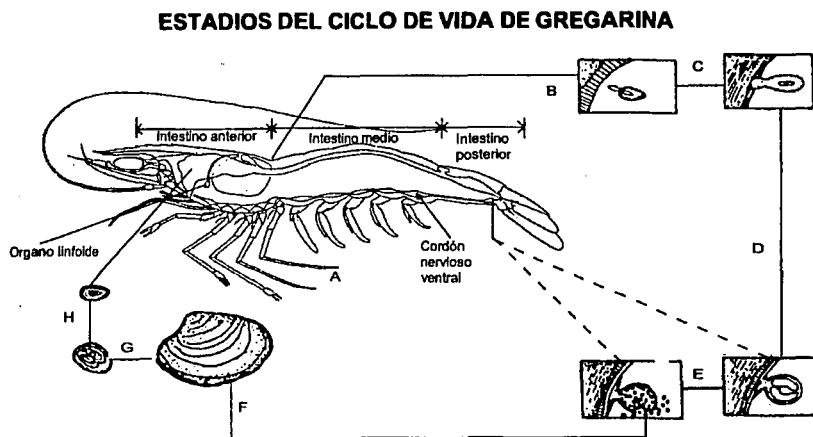


Fig. 4. Ciclo de vida de las gregarinas. A. El camarón ingiere esporas con desperdicios. B. Esporozoito emerge en el intestino del camarón. C. Esporozoito se adhiere a la pared intestinal y crece hasta convertirse en un trofozoito; otros trofozoitos se asocian entre sí, formando cadenas. D. Enquistamiento de los organismos asociados para formar gametocitos los cuales se adhieren al final del intestino (recto). E. Los gametocitos se someten a múltiples divisiones y producen gimnosporas que se liberan con la ruptura del gametocito. F. Las gimnosporas se adhieren a las células de la superficie de las ostras. G. Las gimnosporas se desarrollan para formar esporas. H. Las esporas (con esporozoitos adentro) son liberadas de la ostra en un cordón de mucosa. (Tomado de Johnson, 1989).

Ball (1959), describe un nuevo género con una nueva especie *Caridohabitans setnai* n.sp. que parasita a camarones *Penaeus semisulcatus* en Bombay, India. Presentan un epimerito funcional, transparente, sicigia precoz, con un desarrollo intracelular. Núcleos con gránulos distribuidos irregularmente a lo largo de la membrana. Las gregarinas fueron encontradas en el intestino medio, inmediatamente después del estómago.

Sprague and Couch (1971), dan una descripción de los protozoarios parásitos e hiperparásitos de crustáceos decápodos marinos, pertenecientes a tres familias: Familia Cephaloidophoridae Kamm, 1922 con tres géneros *Cephaloidophora* Mavrodiadi, 1908; *Cephalolobus* Kruse, 1959 y el género *Cardiohabitans* Ball, 1959, con alrededor de 20 especies. La familia Uradiophoridae Grassé, 1953 con un género *Uradiofora* Mercier, 1912 y dos especies, y la familia Porosporidae Labbé, 1899 con tres géneros *Porospora* Schneider, 1875; *Nematopsis* Schneider, 1892 y el género *Pachypospora* Théodoridès, 1961, con 30 especies.

Consideran que la infección por gregarinas causa un daño local a nivel celular y cuando son abundantes pueden llegar a obstruir la luz del intestino, con serios resultados.

Overstreet (1973), reporta la infección de tres especies de camarones peneidos en la zona norte del Golfo de México, *Farfantepenaeus aztecus* (camarón café), *Litopenaeus setiferus* (camarón blanco) y *Farfantepenaeus duorarum* (camarón rosado), por gregarinas del género *Nematopsis* y del género *Cephalolobus*.

El género *Nematopsis* presenta dos especies: *Nematopsis penaeus* Sprague, 1954, que presenta sicigia múltiple con alrededor de 7 trofozoitos en línea recta o en cadenas bifurcadas. Los gametocitos se pueden observar unidos a la pared del recto. Y la especie *Nematopsis duorari* Kruse, 1966, donde menciona a los moluscos pelecípodos *Aequipecten irradians*, *Cardita floridana*, *Chione cancellata* y *Macrocallista nimbrosa* como hospederos intermediarios. Esta especie fue encontrada en camarón rosado y no se transmite al camarón blanco y café. Los gametocitos en *Nematopsis duorari* son usualmente localizados en la porción anterior del recto.

Overstreet también reporta la infección con otra gregarina del género *Cephalolobus penaeus* Kruse, 1959, fue encontrada unida cerca del ducto del hepatopáncreas en la base del lóbulo y en el filtro del molino gástrico. El primite es típicamente uno, pero

puede tener dos o tres satélites asociados, esta gregarina es reportada en camarones café y rosado únicamente.

Feigenbaum (1975), reporta una nueva especie *Nematopsis vannamei*. Presenta esporonte solitario o en asociaciones, observadas en el intestino de juveniles de *Litopenaeus vannamei*, capturadas en el Complejo Lagunar Caimanero - Huizache, Sinaloa, México. Los gametocitos fueron observados en el recto de los camarones examinados, la incidencia de infección fue alta dentro de los 3 días post – captura. No se reportaron esporontes a partir de los 5 días post – captura, ni gametocitos después de los 7 días. Feigenbaum reporta la existencia de especies de moluscos en el complejo Lagunar, pelecipodos: *Tagellus affinis* y *Rangia mendica*, suponiendo que estos bivalvos podrían ser los hospederos intermediarios más indicados de las gregarinas en este ambiente.

Descripción de la especie *Nematopsis vannamei*: Esporontes libres en la luz del intestino, formando asociaciones de 2 o 3 individuos, sicigias principalmente lineales, o bifurcadas con alrededor del 50% en asociaciones dobles. Los satélites considerablemente más largos que los primites. Los gametocitos están adheridos al extremo anterior del recto.

Feigenbaum reporta también la especie *Nematopsis* sp., esporontes en asociaciones similares en apariencia a *Nematopsis vannamei*.

Descripción de la especie *Nematopsis* sp.: Esporontes libres en la luz del intestino, solitarios o en asociaciones lineales de 2 a 5 individuos. Los satélites posteriores más largos que los primites y en múltiples asociaciones. Núcleo regularmente con una apariencia rectangular.

Reporta a *Nematopsis sinaloensis* como una nueva especie de gregarinas. Los esporontes tienen distintivos ensanchamientos en el deuteromerito y los primeros

satélites fueron observados moviéndose libremente en la luz del intestino de adultos de *Litopenaeus vannamei*.

Descripción de la especie *Nematopsis sinaloensis*: Esporontes libres en la luz del intestino, solitarios o en asociaciones lineales de 2 a 6 individuos. Asociaciones características por tener distintivos ensanchamientos en el deuteromerito y primer satélite.

Describe la familia Cephaloidophoridae con el género *Cephalolobus* sp. en *Litopenaeus vannamei*, y *Cephalolobus penaeus* en tres especies de peneidos, provenientes del Este del Golfo de México y la Bahía de Florida.

Reporta como parásitos de *Farfantepenaeus brasiliensis* a *Nematopsis brasiliensis* como una nueva especie.

Se presenta esporonte típico del género *Nematopsis* libres en la luz del intestino, asociaciones en sicigia de 2 a 4 individuos principalmente lineales, raramente bifurcadas, la mayoría de ellas biasociaciones. Primate considerablemente más corto que el satélite, gametocitos unidos a la pared anterior del recto.

Además menciona dentro de esta familia Cephaloidophoridae que el género *Cephalolobus* sp. presenta trofozoitos unidos al filtro del estómago, todos solitario. (Tabla 8 y 9).

Tabla 8. Lista de gregarinas del género *Nematopsis* que han sido reportadas como parásitos de camarones peneidos (según Feigenbaum, 1975).

| Especie | Hospedero | Localidades |
|--|---|--|
| <i>Nematopsis brasiliensis</i> Feigenbaum, 1975 | <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> | Bahía Biscayne, Estado de Florida |
| <i>Nematopsis duorari</i> Kruse, 1966 | <i>Farfantepenaeus duorarum</i> | Noroeste del Estado de Florida |
| <i>Nematopsis penaeus</i> | <i>Farfantepenaeus aztecus</i> , <i>Farfantepenaeus duorarum</i> , <i>Litopenaeus setiferus</i> | Océano Atlántico occidental |
| <i>Nematopsis sinaloensis</i> | <i>Litopenaeus vannamei</i> | Mazatlán, Estado de Sinaloa, México |
| <i>Nematopsis vannamei</i> | <i>Litopenaeus vannamei</i> | Aguas salobres del Estado de Sinaloa, México |
| <i>Nematopsis</i> sp. | <i>Farfantepenaeus duorarum</i> | Estado de Florida |

Tabla 9. Lista de las gregarinas del género *Cephalolobus* que han sido reportadas como parásitos de camarones peneidos (según Feigenbaum, 1975).

| Especie | Hospedero | Localidades |
|---|---|--|
| <i>Cephalolobus penaeus</i> Kruse, 1959 | <i>Farfantepenaeus aztecus</i> <i>Farfantepenaeus duorarum</i> <i>Litopenaeus setiferus</i> | Océano Atlántico |
| <i>Cephalolobus sp.</i> Feigenbaum, 1975 | <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> | Bahía Biscayne, Estado de Florida |
| | <i>Litopenaeus vannamei</i> | Aguas salobres del Estado de Sinaloa, México |

(Tomado de Conroy y Conroy, 1990)

Overstreet (1978), reporta que todas las especies de camarones del Norte del Golfo de México albergan una gregarina cefalina (*Nematopsis penaeus* o alguna otra especie indistinguible). El trofozoito puede ser visto unido o deslizándose por el intestino.

Reporta que las gregarinas se encuentran unidas en cadenas o ramificaciones, y en el recto del camarón la presencia de quistes, que producen un estadio infectivo a moluscos. Reafirma que la especie restringida para el camarón rosado es *Nematopsis duorari*.

Johnson (1989), reporta que el efecto de las gregarinas es poco significativo y de poca importancia patológica en camarones.

Conroy y Conroy (1990), reportan dos Familias de gregarinas: Familia Cephaloidophoridae Kamm, 1922 con el género *Cephalolobus* Kruse, 1959 y el género *Cardiohabitans* Ball, 1959; y la Familia Porosporidae Labbé, 1899 con el género *Nematopsis* Schneider, 1892.

Conroy y Conroy mencionan que el único ejemplo de una gregarina potencialmente patógena es *Nematopsis penaeus*, la cual es capaz de provocar daños a nivel del epitelio intestinal en ejemplares de *Farfantepenaeus aztecus*.

Fulks and Main (1992), mencionan que las gregarinas son habitantes comunes del tracto intestinal de camarones peneidos, éstos exhiben una reducción en la alimentación así como en la razón de crecimiento, un incremento en la enfermedad de la suciedad, y/o de pequeño a moderado incremento en la mortalidad.

Liao *et al* (1992), reportan que la infección con gregarina *Cephalolobus* sp. no afectó el crecimiento de *Penaeus monodon*. Aparentemente no causan una enfermedad significativa, incluso cuando se presentan en gran número en cuanto a la oclusión de la luz intestinal, también reportan que la absorción de comida por parte del protozoario es tal vez perjudicial, pero causa un daño menor al hospedero.

Martorell and García (1993), indica por primera vez la presencia de una gregarina Porosporidae parásita del camarón *Artemesia longinaris* Bate 1888, menciona que no hay cambios aparentes en estos camarones.

Brock and Main (1994), reportan que *Nematopsis* sp. se encuentra distribuido donde hay cultivo de camarón, y que se localiza de manera natural en el intestino de *Litopenaeus vannamei*.

Típicamente no hay signos externos de la infección por gregarinas, sin embargo, la reducción del crecimiento ha sido atribuida a la infección por gregarinas, una infección fuerte puede causar una coloración amarilla en el intestino medio del camarón. Se ha reportado que la transmisión de *Nematopsis* sp. requiere de dos hospederos para completar su ciclo de vida, esto hace pensar que la transmisión directa camarón – camarón no puede ocurrir. En una grave infección, 100 o más gregarinas pueden ser encontradas en el intestino medio.

Indican como una estrategia de control, la destrucción o removimiento de hospederos intermediarios, entre los ciclos de crecimiento o el encalamiento a niveles recomendados para la desinfección de los estanques.

Bortolini (1994), reporta el género *Hialosporina* Chakravarty, 1935, (Protozoa: Apicomplexa) en la zona de Sinaloa, México.

Jones *et al* (1994), reportan una nueva especie de gregarina no septada, *Paraophioidina scolecoides* en cultivos de larvas y postlarvas de *Litopenaeus vannamei* (camarón blanco del Pacífico) en Texas, USA.

Esta gregarina es elongada y aseptada, encontrada en el intestino anterior y posterior, núcleo esférico a oval con un nucleolo central, el núcleo está localizado en el tercio anterior del cuerpo, presentan sicigias laterales, con movimientos por deslizamiento. Mencionan no haber encontrado ninguna evidencia de degeneración de tejido ni lesiones en las células del camarón infectado, observando el epitelio normal del intestino medio, con los bordes de las vellosidades intactos. Reportan muchas gregarinas libres en la luz del intestino medio.

Probaron 4 diferentes coccidiostáticos en la infección con *Paraophioidina scolecoides* en postlarvas de *Litopenaeus vannamei*: Elancoban – 100®, Monteban®, Rofenaid 40S® y Bovatec®, indicando como resultado de estos tratamientos que la infección no fue eliminada y que no hay diferencias estadísticas significantes, en el uso de estos medicamentos.

Clotilde - Ba and Toguebaye (1995), refieren la presencia de *Nematopsis duorari* en camarones capturados en Joal, Senegal de la especie *Farfantepenaeus notialis*, menciona que las gregarinas causan un leve daño en la capa epitelial del intestino. Sugiriendo que estos parásitos pueden causar serios daños en situaciones de altas densidades en cultivos.

Bower (1996), refiere que todas las especies de camarones peneidos pueden ser hospederos potenciales de las gregarinas. Los trofozoitos y los gametocitos se encuentran en el lumen y algunas veces unidos al intestino, la reducción de la absorción del alimento proveniente de la luz del intestino o el bloqueo intestinal ocasionado por las gregarinas, se piensa es de una pequeña importancia patológica para el hospedero.

En una severa infección se presenta una coloración amarillenta del intestino, que se ve a través de la cutícula del abdomen.

Como estrategia de control es reportada la remoción de los hospederos intermediarios en el cultivo.

Lightner, (1996) menciona tres géneros de gregarinas que infectan a los camarones peneidos *Nematopsis* sp., *Cephalolobus* sp. y *Paraophioidina* sp. Indica que las gregarinas pueden observarse en camarones cultivados o silvestres en todos los continentes, siendo todos los camarones peneidos hospederos potenciales. Las poblaciones de juveniles severamente afectadas pueden mostrar una reducción en el tamaño y una elevada tasa de conversión alimenticia, así como también pueden mostrar una coloración amarillenta en el intestino medio, que se observa a través de la cutícula del abdomen.

Los parásitos son encontrados en el intestino medio y algunas veces en la luz del ciego del intestino medio, en los ductos primarios del hepatopáncreas, en el estómago posterior y en la porción anterior del intestino posterior.

Las lesiones significativas encontradas en una infección severa, consisten en la reducción de la altura de la mucosa del intestino medio, hiperplasia del epitelio del intestino medio que forma vellosidades como pliegues, y perforaciones en la mucosa del intestino medio, que pueden ser aprovechadas por bacterias oportunistas como las del género *Vibrio* spp.

Ibarra (1999), reporta el género *Nematopsis penaeus* Sprague, 1954 en el camarón azul de cultivo *Litopenaeus stylirostris*, en el parque Acuícola el Siari, Sonora, México.

Observó trofozoitos libres o adheridos al epitelio del lumen del intestino medio y posterior, éstos se observan solitarios o en asociación lineal o bifurcada de dos o más organismos denominados sicigia. En el intestino posterior reporta inflamación por gamontes en la fase de desarrollo inicial mostrándose el crecimiento del epimerito.

Ibarra *et al* (1999a), reporta que los camaronicultores de la región del pacífico mexicano están utilizando alimento balanceado impregnado de hidróxido de calcio teniendo buenos resultados para el control de gregarinas.

Martínez (1999), indica como consecuencia de una fuerte infección por gregarinas la reducción de la mucosa del intestino, hiperplasia del epitelio intestinal y en ocasiones perforaciones en la mucosa del intestino. Como tratamiento menciona la utilización de Monensin®. Para prevenir indica el uso de tratamientos profilácticos de formalina en tanques o "raceways", especialmente en sistemas semintensivos e intensivos, rígido control sanitario de los sistemas, filtración y/o esterilización del agua de entrada, remoción de detritos orgánicos y de hospederos intermediarios.

Morales y Chávez (1999), mencionan que *Nematopsis penaeus* es la especie de gregarina más reportada a nivel mundial causante de enfermedad y mortalidad en los estanques. Indican que las gregarinas se encuentran infectando la mucosa del intestino medio y posterior, hepatopáncreas y ciegos de los camarones, causando la destrucción del epitelio intestinal y afectando la absorción del alimento. Para el control de este patógeno es necesario la erradicación de los hospederos intermediarios, mejorar la calidad de agua del estanque, remoción del sedimento entre cada ciclo de cultivo y la administración de cal para la desinfección y destrucción del poliqueto *Polydora* sp.

Jiménez *et al* (2002), reportan una nueva especie de gregarina septada *Nematopsis marinus* sp. nov. (Apicomplexa: Cefalina) en cultivo de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* en Ecuador. Esta gregarina es morfológicamente similar a las otras especies del género *Nematopsis*, pero se diferencian por la presencia de un prominente protomerito hemisférico que contiene numerosos gránulos retráctiles, y un desplazamiento con movimientos fuertes. No se han reportado en aguas de baja salinidad, ni en agua dulce.

2.4. TRATAMIENTO. En algunas granjas se ha utilizado empíricamente agentes como monoenzimas sódicas, como Remesin y Elancoban, como coccidiostáticos y antiparasitarios, obteniendo resultados prometedores. Una buena estrategia de control es la eliminación de los organismos reconocidos como intermediarios, tales como moluscos y poliquetos. Por lo cual la administración de cal, así como el secado periódico de los estanques son muy importantes para reducir o eliminar muchos de los patógenos que los afectan (Gómez y Roque, 2001).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Identificar las gregarinas que afectan a camarones peneidos, *Litopenaeus vannamei* de granjas de cultivo del estado de Nayarit.

3.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar los daños histológicos que causan las gregarinas en el aparato digestivo de los camarones peneidos.
- Identificar los diferentes estadios del ciclo de vida de las gregarinas.
- Identificar otros patógenos que afectan al camarón *Litopenaeus vannamei*.

4. ÁREA DE ESTUDIO

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Los organismos procesados fueron colectados de una granja de cultivo ubicada en el Municipio de San Blás, Nayarit, México.

Las coordenadas geográficas del municipio de San Blás son: 21°32' Latitud Norte, 105°17' Longitud Oeste, a una altitud de 10 msnm.

Nayarit colinda al norte con los estados de Sinaloa y Durango, al este con los estados de Durango, Zacatecas y Jalisco, al sur con el estado de Jalisco y el Océano Pacífico y al oeste con el estado de Sinaloa y el Océano Pacífico. (Mapa 1)

4.2. DATOS METEOROLÓGICOS

Datos de la Estación Meteorológica de Tepic (Observatorio), sus coordenadas geográficas son: Latitud Norte 21°29'21"; Longitud Oeste 104°53'34"; con una altitud de 915msnm. para el municipio de San Blas, Nayarit.

El Municipio de San Blás presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano A (w). (INEGI, 2001)

Temperatura media anual de 1977- 2000.

| | |
|----------------------------------|--------|
| Temperatura promedio | 21.2°C |
| Temperatura del año más frío | 20.1°C |
| Temperatura del año más caluroso | 22.2°C |

Precipitación pluvial total anual de 1977-2000.

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Precipitación promedio | 1,094.4mm |
| Precipitación del año más seco | 176.3mm |
| Precipitación del año más lluvioso | 1,431.8mm |

4.3. TIPO DE SUELO DOMINANTE

En el municipio de San Blás predominan tres tipos de suelos:

| Unidad | Subunidad | Clase de textura |
|-----------|-----------|------------------|
| Luvisol | crómico | media |
| Solonchak | gléyico | media |
| Acrisol | órtico | media |

4.4. AGRICULTURA Y FLORA

El municipio de San Blás presenta una vegetación de bosque, pastizal y selva, la agricultura del municipio se basa en:

Cultivos cíclicos: maíz grano; frijol grano; sorgo grano; jitomate; arroz; chile verde.

Cultivos perennes: mango; café cereza; plátano y aguacate.

4.5. GANADERÍA

En el municipio de San Blás existe ganadería de: bovino, porcino, ovino, caprino y equino, así como también industria avícola y existencia de colmenas.

4.6. HIDROLOGÍA

El municipio de San Blás se encuentra en la región hidrológica de Huicila y en la cuenca hidrológica de Huicila – San Blas.

La zona se ve influenciada por dos corrientes de agua: la Grande de Santiago y la del Naranjo.

4.7. FISIOGRAFÍA

El municipio de San Blás se encuentra entre las provincias fisiográficas de Llanura Costera del Pacífico con una subprovincia llamada Delta del Río Grande de Santiago; y la provincia del Eje Neovolcánico con una subprovincia llamada Sierras Neovolcánicas Nayaritas. (INEGI, 2001).

5. UBICACIÓN TAXÓNOMICA

- Phylum: Crustacea Pennant, 1777
- Clase: Malacostraca Latreille, 1806
- Subclase: Eumalacostraca Grobben, 1892
- Superorden: Eucarida Calman, 1904
- Orden: Decapoda Latreille, 1803
- Suborden: Dendrobranchiata Bate, 1888
- Superfamilia: Penaeoidea Rafinesque-Schmaltz, 1815
- Familia: Penaeidae Rafinesque, 1815
- Género: Litopenaeus Pérez Farfante, 1997
- Especie: ***L. vannamei*** Bonne, 1931

En 1997 Pérez Farfante y Kensley propusieron cambios en el género de los camarones peneidos (Tabla 11).

Tabla 11. CAMBIO DE NOMENCLATURA EN ALGUNAS ESPECIES DE CAMARONES PENEIDOS

| NOMBRE ANTIGUO | NOMBRE PROPUESTO |
|--|---------------------------------------|
| <i>Penaeus vannamei</i> | <i>Litopenaeus vannamei</i> |
| <i>Penaeus stylirostris</i> | <i>Litopenaeus stylirostris</i> |
| <i>Penaeus chinensis</i> | <i>Fenneropenaeus chinensis</i> |
| <i>Penaeus indicus</i> | <i>Fenneropenaeus indicus</i> |
| <i>Penaeus japonicus</i> | <i>Marsupenaeus japonicus</i> |
| <i>Penaeus schmitti</i> | <i>Litopenaeus schmitti</i> |
| <i>Penaeus setiferus</i> | <i>Litopenaeus setiferus</i> |
| <i>Penaeus occidentalis</i> | <i>Litopenaeus occidentalis</i> |
| <i>Penaeus brasiliensis</i> | <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> |
| <i>Penaeus aztecus</i> | <i>Farfantepenaeus aztecus</i> |
| <i>Penaeus californiensis</i> | <i>Farfantepenaeus californiensis</i> |
| <i>Penaeus duorarum</i> | <i>Farfantepenaeus duorarum</i> |
| <i>Penaeus notialis</i> | <i>Farfantepenaeus notialis</i> |
| <i>Penaeus subtilis</i> | <i>Farfantepenaeus subtilis</i> |
| <i>Penaeus paulensis</i> | <i>Farfantepenaeus paulensis</i> |
| <i>Penaeus merguensis</i> | <i>Fenneropenaeus merguensis</i> |
| <i>Penaeus penicillatus</i> | <i>Fenneropenaeus penicillatus</i> |
| SIN CAMBIO | |
| <i>Penaeus monodon, P. esculentus, P. semisulcatus</i> | |

Extraído de Pérez Farfante and Kensley, 1997.

6. MATERIAL Y MÉTODO

6.1. MATERIAL DE ESTUDIO

El material de estudio fue proporcionado por una granja de cultivo de camarón, ubicada en el estado de Nayarit, se recibieron un total de 3 lotes de 20 organismos de los meses de junio, julio y agosto del 2002. Los organismos medían en promedio 7.5 cm, fluctuando entre 6.5 a 8.5 cm de longitud, y un peso promedio de 3.5 g.

6.2. FIJACIÓN

Los organismos se fijaron en una solución Davidson y en R –F, y se trasladaron al Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias donde se colocaron en alcohol al 70% hasta su procesamiento histológico.

- Fijador Davidson. (Lightner, 1996)

(Para un Litro)

330 ml de alcohol etílico 95%.

220 ml de formol al 100% (solución acuosa saturada de formaldehído, solución 37 – 39%).

115 ml de ácido acético glacial.

335 ml de agua (preferentemente agua destilada)

- Fijador R – F. (Hasson *et al*, 1997)

(Para un Litro)

407 ml de alcohol etílico al 96%.

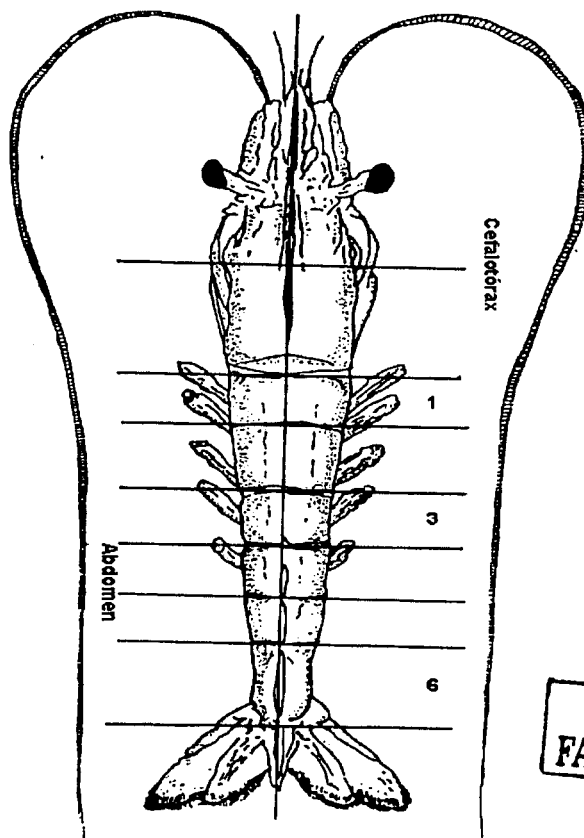
349 ml de formalina al 100% (saturada de una solución acuosa al 37 – 39%).

22 ml de hidróxido de amonio.

222 ml de agua destilada.

6.3. CORTE DE LOS SEGMENTOS

Para su procesamiento histológico se eligieron 15 muestras de cada uno de los meses trabajando un total de 45 organismos, a cada uno se les retiraron los apéndices y se cortaron en dos transversalmente quedando el cefalotórax y el abdomen separados. Del abdomen se procesaron los segmentos 1, 3 y 6 (Lightner, 1996) cortándose estos dorso – ventralmente (Fig. 5).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 5. Diagrama de los segmentos procesados histológicamente. Se procesó el cefalotórax y los segmentos abdominales 1, 3 y 6.

6.4. DESHIDRATACIÓN

Los segmentos cortados de los organismos se colocaron en cassettes para deshidratación debidamente etiquetados, se procesaron en un histoquinette marca American Optical, donde se colocaron las muestras, en el siguiente tren de deshidratación.

| | |
|-----------------------------------|---------|
| Agua | 90 min. |
| Agua | 90 min. |
| Alcohol 70% | 90 min. |
| Alcohol 70% | 90 min. |
| Alcohol 96% | 90 min. |
| Alcohol 96% | 90 min. |
| Alcohol absoluto – acetona (1:1) | 90 min. |
| Alcohol absoluto – acetona (1:1) | 90 min. |
| Xilol | 90 min. |
| Xilol | 90 min. |
| Parafina 56° - 58° primer cambio | 90 min |
| Parafina 56° - 58° segundo cambio | 90 min. |

6.5. CORTE

Se realizaron cortes a 7 μm de grosor en un microtomo de rotación marca American Optical. Los cortes se colocaron en un baño de flotación que contenía agua y grenetina a una temperatura de 28°C y se recuperaron en portaobjetos.

6.6. TINCIÓN

A los cortes obtenidos se les aplicó la técnica de tinción Hematoxilina – Eosina (H-E), bajo el siguiente procedimiento:

| | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Xilol | 1min. |
| Xilol | 1min. |
| Alcohol absoluto | 1min. |
| Alcohol absoluto | 1min. |
| Alcohol 96% | 1min. |
| Alcohol 96% | 1min. |
| Alcohol 70% | 1min. |
| Hematoxilina de Harris | 8 min. |
| Alcohol acidulado | 30 seg. |
| Carbonato de Litio | Obtener un color azul intenso |
| Eosina alcohólica | 30 seg. |
| Alcohol 96% | 1min. |
| Alcohol 96% | 1min. |
| Alcohol 96% | 1min. |
| Alcohol absoluto | 1min. |
| Alcohol absoluto | 1min. |
| Alcohol absoluto | 1min. |
| Xilol | 1min. |
| Xilol | Hasta el montaje. |
| Montaje con resina sintética. | |

7. RESULTADOS

En las muestras procesadas se identificaron en el aparato digestivo en más del 80% de los organismos, gregarinas del género *Nematopsis*. (Fig. 6, 7 y 8).

7.1. Descripción taxonómica de la gregarina *Nematopsis*, sp.

Phylum:

Apicomplexa Levine, 1970

Clase:

Sporozoa Leuckart, 1879

Subclase:

Gregarinia Dufor, 1828

Orden:

Eugregarinida Léger, 1900

Familia:

Porosporidae Labbé, 1899

Género:

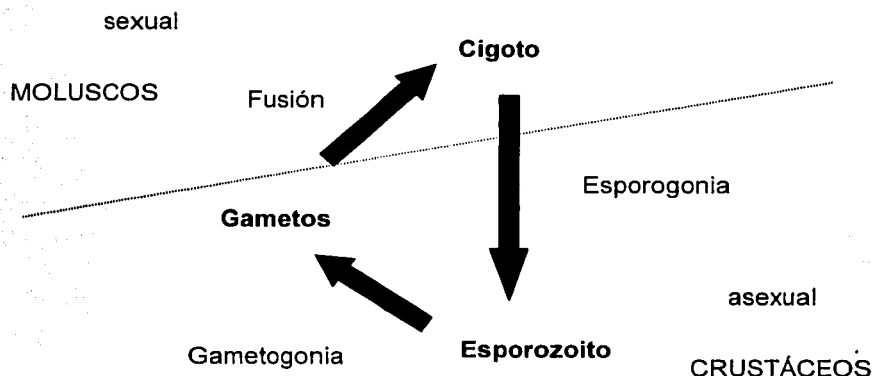
Nematopsis Schneider, 1892

7.2. Diagnósis del Género *Nematopsis* Schneider, 1892.

Una de las características más importantes del género *Nematopsis* se basa en que las gimnosporas se convierten en esporas monozoicas resistentes en el hospedero intermediario. La sicigia es precoz, típicamente con varios individuos en cadenas rectas o bifurcadas.

Los primites y los satélites en las asociaciones más viejas, aunque están separadas por un tabique, pueden hallarse dentro de un epicito común, mientras que los satélites se convierten en un solo compartimento, el cual a menudo es multinucleado. El protomerito del primito está provisto de un collar muscular. (Conroy y Conroy, 1990).

Las gregarinas presentan un ciclo de vida asexual y sexual. La fase asexual se lleva a cabo en los camarones cuando los esporozoitos se asocian y enquistan para posteriormente dividirse tanto el núcleo como el citoplasma para formar un gran número de gimnosporas en la parte del intestino posterior, estas gimnosporas son evacuadas en las heces de los camarones y se ponen en contacto con moluscos y otros crustáceos, donde se lleva a cabo la fase sexual, estas gimnosporas se aparean y se fusionan para formar cigotos. (Esquema 1).



Esquema 1. Ciclo de vida asexual y sexual de la gregarina. Tomado de Lee, 1985.

De la fase asexual que se lleva a cabo en el camarón, se identificaron gregarinas en estadio de esporozoito adheridos al epitelio del intestino medio, de donde estos parásitos se alimentan por ósmosis, hasta liberarse a la luz del tracto digestivo. (Fig. 9 y 10). En ocasiones causan lesiones destruyendo las células epiteliales intestinales.

En la luz del intestino medio se observaron gregarinas libres en estadios de trofozoitos, algunos de ellos se encontraban en asociaciones de 2 a 3 células llamadas sicigias dobles, (Fig. 11), o sicigias triples. (Fig. 12).

A estas gregarinas las rodea una secreción mucosa que tiende a la basofilia.

En el intestino posterior ubicado en el sexto segmento del abdomen, de los camarones peneidos, se encontraron grandes agrupaciones esféricas formadas de gametocitos masculinos y femeninos, diferenciándolos como macrogametocitos a los femeninos y microgametocitos a los masculinos. (Fig. 13 y 14). Las células que forman los gametocitos femeninos son grandes, estrelladas y separadas entre sí, (Fig. 15), mientras que las células que forman a los gametocitos masculinos se observan como un tejido acordonado donde no se alcanza a distinguir una diferencia entre las células. (Fig. 16).

En el intestino posterior se observó el proceso de gametogonia en el cual se forman los gametos. (Fig. 17 y 18). En este proceso los trofozoitos en sicigia se enquistan y se dividen para formar las gimnosporas, las cuales infectan a un molusco como hospedero intermediario.

Las lesiones ocasionadas en el intestino por la presencia de esporozoitos y trofozoitos de gregarinas son: **las alteraciones de la mucosa intestinal**, (Fig. 19); **la hiperplasia de las células del epitelio**, que se observa en el aumento cuantitativo del epitelio por un incremento en el número de las células ocasionado por un estímulo químico o físico debido a la presencia de las gregarinas en la luz, además de observar fagosomas entre las células epiteliales. (Fig. 20), y **las perforaciones en el epitelio** que pueden ser una vía de entrada para bacterias del género *Vibrio*. (Fig. 21,22,23,24,25 y 26). Estas lesiones se encontraron a lo largo de todo el epitelio del intestino medio y también en el ciego anterior.



Fig. 6. Corte transversal de intestino medio de camarón ubicado en la región del tórax. Donde se identifica un gran número de gregarinas. Tec. H - E. 25X (L, lumen)

Fig. 7. Detalle del intestino medio, donde se observa la luz del intestino obstruido por la presencia de las gregarinas. Tec. H - E. 50X. (L, lumen; Ep, epitelio)



Fig. 8. Intestino medio donde se observan diferentes estadios del ciclo de vida de las gregarinas. Tec. H - E. 50X. (L, lumen; Tc, tejido conjuntivo; Ep, epitelio)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

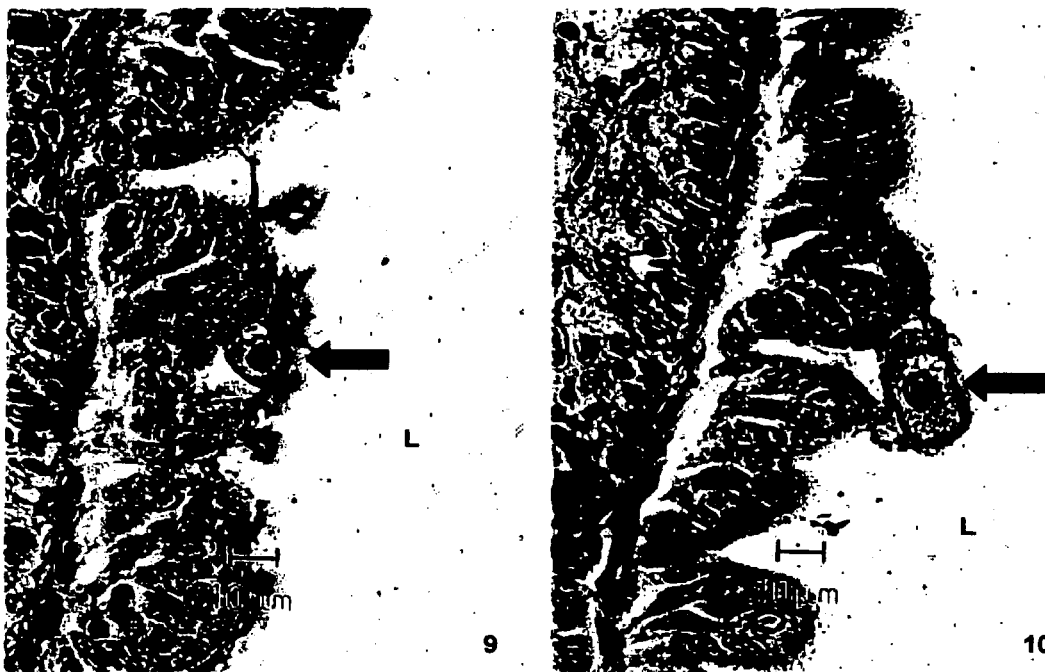


Fig. 9. Gregarina en estadio de esporozoito (\blackleftarrow), unido a la pared del intestino medio, donde se observa destrucción del epitelio. Tec. H - E. 200X (Ep, epitelio; L, lumen)

Fig. 10. Esporozoito más desarrollado (\blackleftarrow) adherido al epitelio, por medio del epimerito, de donde se alimenta por ósmosis hasta liberarse a la luz del intestino. Tec. H - E. 200X (L, lumen; Tc, tejido conjuntivo)



Fig. 11. Gregarinas en estadio de trofozoitos, libres en la luz del intestino, en asociaciones formando sicigias dobles y bifurcadas. (\blackrightarrow) (L, lumen; Sb, sicigia bifurcada). Tec. H - E. 134X

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

Fig. 12. Trofozoitos en asociaciones de tres individuos, sicigias triples, localizados en la luz del intestino medio (L). Tec. H - E. 200X

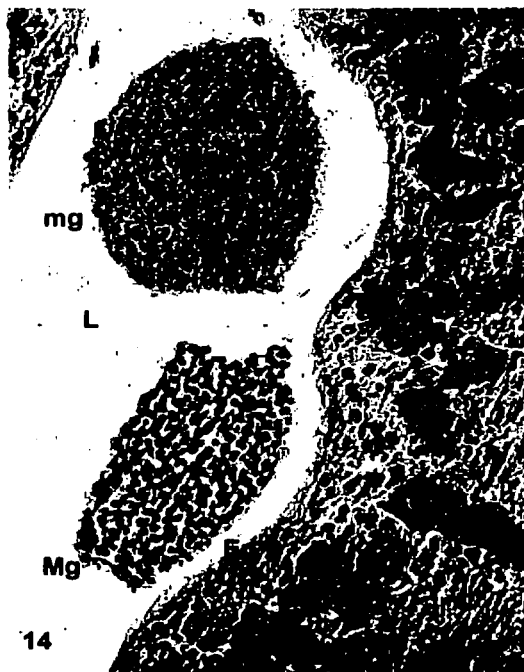
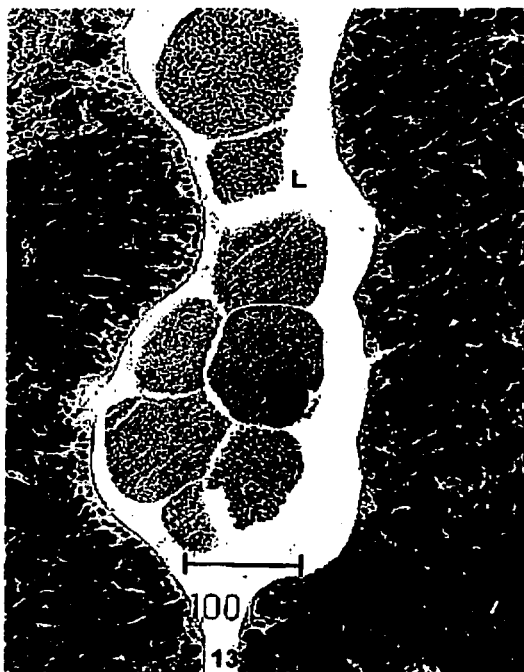


Fig. 13. Panorámica de un corte transversal de intestino posterior, ubicado en el sexto segmento abdominal de los camarones penéidos, donde se observan agrupaciones de gametocitos. Tec. H - E. 50X. (L, lumen; Gt, glándulas tegumentarias)

Fig. 14. Detalle del intestino posterior donde se puede ver la diferencia entre macrogametocitos (femeninos) (Mg) y microgametocitos (masculinos) (mg). Tec. H - E. 100X. (L, lumen; Gt, glándulas tegumentarias; Ep, epitelio)



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Fig. 15. Macrogametocitos o gametocitos femeninos, localizados en la luz del intestino posterior, formado por células bien definidas. Tec. H- E. 200X. (Mg, macrogametocitos; Ep, epitelio; L, lumen)

Fig. 16. Microgametocitos o gametocitos masculinos formados por células poco definidas debido a la cercanía entre ellas. Tec. H - E. 200X. (mg, microgametocito; Ep epitelio; L, lumen)



Fig. 17. Corte transversal del intestino posterior donde se observa el proceso de formación de gimnosporas. (L, lumen; Gs, gimnosporas). Tec. H - E. 200X

Fig. 18. Detalle de trofozoitos asociados que posteriormente se dividen tanto el núcleo como el citoplasma para formar gimnosporas. (Ep, epitelio; L, lumen; Tz, trofozoito dividiéndose). Tec. H - E. 200X

7.3. ALTERACIONES DE LA MUCOSA INTESTINAL.



Fig. 19. Esporozoito (Ez) causando una alteración de la superficie celular de la mucosa que recubre el intestino medio (←) Tec. H - E. 200X. (L, lumen; Ep, epitelio)

7.4. HIPERPLASIA DEL EPITELIO.



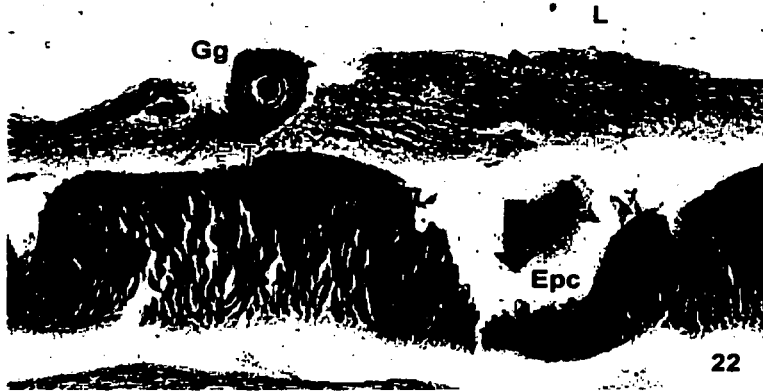
TEXIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Fig. 20. Epitelio del intestino medio donde se observa hiperplasia (Hp), que es el aumento del número de células de este epitelio, debido a la presencia de las gregarinas. Tec. H - E. 100X (Ep, epitelio; L, lumen; Tc, tejido conjuntivo; fagosomas)(←)

7.5. PERFORACIONES EN EL EPITELIO.



Fig. 21. Epitelio del intestino medio destruido, probablemente por la acción de las gregarinas. Tec. H - E. 200X (Ep, epitelio; Tc, tejido conjuntivo; L, lumen)



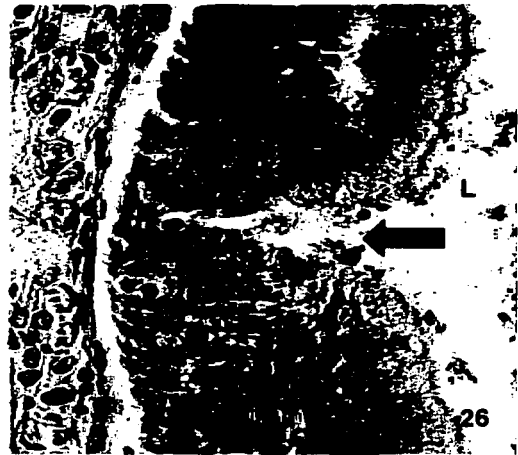
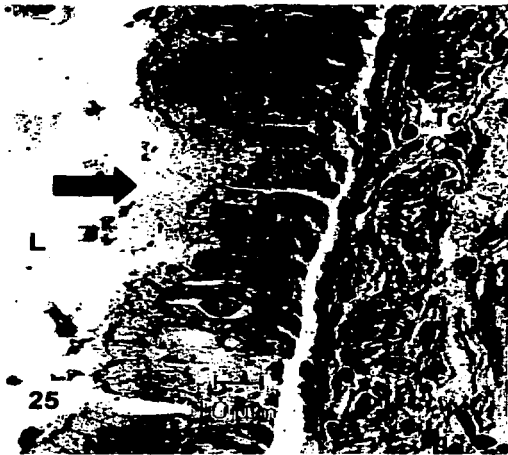
TESIS CON
 FALLA LE ORGEN

Fig. 22. Epitelio del ciego anterior del intestino medio, con presencia de gregarinas en la zona y destrucción del epitelio. Tec. H - E. 200X. (Epc, epitelio del ciego; L, lumen; Gg, gregarina)



Fig. 23. Epitelio del intestino medio, perforado por la presencia de las gregarinas. Tec. H - E. 200X. (Ep. Epitelio; L, lumen)

Fig. 24. Destrucción del epitelio y presencia de fagosomas en el mismo, que indican un sistema de defensa del camarón. Tec. H - E. 200X. (Ep, epitelio; Tc, tejido conjuntivo; Gg, gregarina)



TESIS CON
 FALLA LE ORGEN

Fig. 25. Región del intestino medio, destruido por la presencia de gregarinas. Tec. H - E. 200X. (Ep, epitelio; L, lumen; Tc, tejido conjuntivo)

Fig. 26. Perforación del epitelio, que puede ser una vía de entrada de bacterias del género *Vibrio*. Tec. H - E. 200X. (Ep, epitelio; L, lumen)

7.6. OTRAS ENFERMEDADES.

Se identificaron otras enfermedades en los diferentes tejidos de los camarones peneidos estudiados como: en hepatopáncreas esteatosis, protozoarios epibiontes del género *Zoothamnium* en la cutícula, e hifas de hongo *Leucotrix mucor* localizados en los apéndices del cefalotórax.

En el hepatopáncreas de los camarones procesados, se encontró esteatosis, observándose una gran cantidad de vacuolas en los túbulos, causando necrosis en las células por la presión que ejercen. Esto se puede deber a que la grasa en el alimento estuviera oxidada o que el alimento contuviera mucha grasa. Este tipo de problemas es común en cultivos donde se rebasa la capacidad de carga. (Fig. 27 y 28).

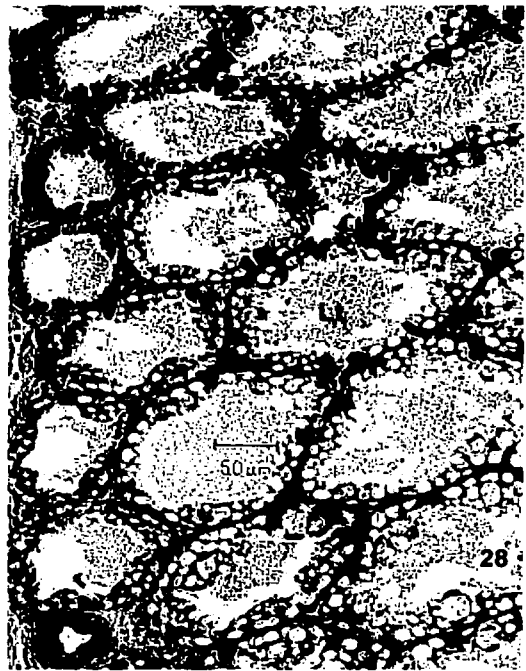


Fig. 27. Corte longitudinal de la región del hepatopáncreas donde se observan los túbulos. La pared que forman estos túbulos se encuentra completamente vacuolada. Tec. H - E. (Lt, lumen del túbulo; Vc, vacuolas)

Fig. 28. Corte transversal de los túbulos donde no se distinguen las células debido a la gran vacuolización. Tec. H - E. 50X (Lt, lumen del túbulo)

Los protozoarios epibiontes que se identificaron pertenecen al género *Zoothamnium* y se localizaron en la cutícula del cefalotórax y en la región de las branquias. (Fig. 29 y 30).

Las hifas de hongos pertenecen a la especie *Leucotrix mucor* y se localizaron en los apéndices del cefalotórax. (Fig. 31 y 32).

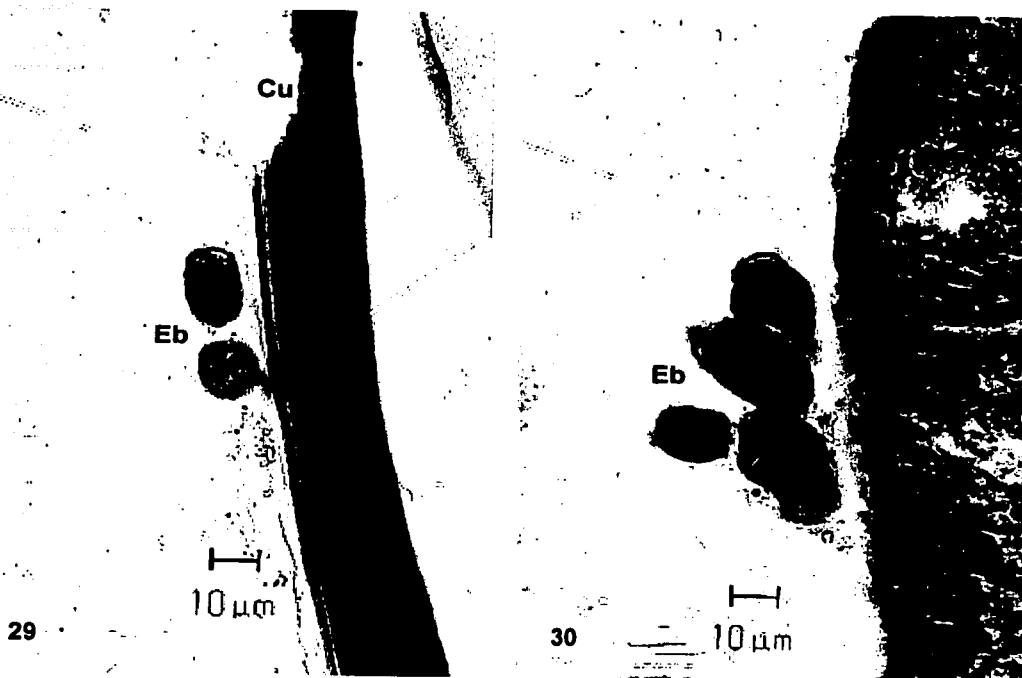


Fig. 29. Protozoarios encontrados en la cutícula del cefalotórax. Tec. H - E. 200X. (Cu, cutícula; Eb, epibiontes)

Fig. 30. *Zoothamnium* localizados en branquias de camarones penneidos. Tec. H - E. 200X (Eb, epibiontes)



Fig. 31. Epicomensales ciliados e hifas de hongos localizados en los apéndices del cefalotórax del camarón. (←). Tec. H – E. 200X (Hi, hifas de hongo; Ec, epicomensal)
 Fig. 32. Identificación de hifas de *Leucotrix mucor* en apéndices del cefalotórax. Tec. H – E. 200X. Contraste de fases. (Hi, hifas de hongo)

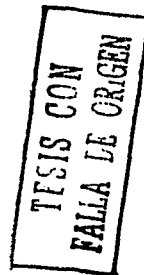
8. DISCUSIÓN.

La presencia de gregarinas en los organismos estudiados permite deducir que la calidad del agua que se maneja en los estanques de la granja donde se colectaron es mala. Brock and Main (1994); Bower (1996); Martínez (1999); Morales (1999); Morales y Chávez (1999); Gómez y Roque (2001), entre otros, relacionan la mala calidad del agua con la presencia de gregarinas, mencionado que para el control de este patógeno es necesario la erradicación de hospederos intermediarios, el mejoramiento de la calidad de agua, la remoción de sedimento y la aplicación de cal entre ciclos de producción, el secamiento periódico de estanques así como un rígido control sanitario.

Fueron identificados esporozoitos en el lumen del intestino medio, unidos a la pared del epitelio y trofozoitos libres. Etapa esporadina que se reconoce con más frecuencia, como es mencionado por Ball (1959); Feigenbaum (1975); Overstreet (1978); Kudo (1982); Fulks *et al* (1992); Brock *et al* (1994); Bower (1994); Jones *et al* (1994); Lightner (1996); Ibarra (1999); Ibarra *et al* (1999a) y Martínez (1999), entre otros.

Lightner (1996) y Bower (1996) reportan que los parásitos son encontrados algunas veces en la luz del ciego del intestino medio, lo que concuerda con la destrucción del epitelio del ciego anterior del intestino medio mostrada en la Figura 22. En el intestino posterior se identificaron gametocitos unidos al epitelio intestinal, tanto macrogametocitos como microgametocitos, lo que es reportado también por Overstreet (1973); Feigenbaum (1975); Overstreet (1978) e Ibarra (1999). Los trofozoitos fueron encontrados en sicigia, en unión de 2 y 3 individuos, tanto lineales como bifurcadas, estas sicigias son reportadas también por Ball (1959); Overstreet (1973); Feigenbaum (1975); Overstreet (1978); Jones *et al* (1994) e Ibarra (1999 y 1999a).

Las lesiones observadas en el epitelio del intestino medio, en diferentes zonas como en el epitelio del ciego anterior, consistieron en la reducción de la mucosa del intestino medio; hiperplasia del epitelio y perforaciones en la mucosa, concordando con lo reportado por Lightner (1996) y Martínez (1999). Clotilde – Ba *et al* en 1995 reportan un leve daño en la capa del epitelio del



intestino. Sprague y Couch en 1971 observaron daño local, a nivel celular y cuando las gregarinas son abundantes pueden llegar a obstruir la luz del intestino, con serios resultados, esta obstrucción de la luz se pudo comprobar y se observa en las Figuras 6, 7 y 8.

Existen varios trabajos en los que se reportan que las gregarinas no causan un daño aparente o el daño que puedan llegar a causar es menor en el hospedero, incluso a nivel de no considerar la infestación por este parásito como una patología, que la reducción de la absorción del alimento proveniente de la luz del intestino o el bloqueo intestinal ocasionado por las gregarinas, es de poca importancia patológica para el hospedero, sin embargo Clotilde – Ba y Toguebaye en 1995 dicen que en densidades altas pueden ocasionar graves daños, ya que reducen el crecimiento de los camarones.

También reportan que la absorción de comida por parte del protozoario es perjudicial, pero el daño es de poca importancia. Johnson (1989); Lio *et al* (1992); Martorell *et al* (1993) y Bower (1994). Jones *et al* en 1994, mencionan no haber encontrado ninguna evidencia de degeneración de tejido ni lesiones en las células en ningún camarón infectado, encontrando el epitelio normal del intestino medio, con los bordes de las vellosidades intactos.

Sin embargo, con los resultados observados, se está en desacuerdo con lo anterior, ya que las lesiones en el epitelio causadas por gregarinas del género *Nematopsis* en camarones *Litopenaeus vannamei* son de importancia patológica, debido a que este epitelio se encontró destruido en diferentes zonas siendo así una vía importante de entrada a bacterias, como lo menciona Lightner (1996), además de disminuir las funciones de absorción que se llevan a cabo en este epitelio, y reducir la talla de los camarones infectados trayendo como consecuencia grandes pérdidas económicas a la industria camaronícola, apoyado por los estudios realizados por Fulks *et al* (1992); Brock *et al* (1994) y Lightner (1996) quienes relacionan la reducción del crecimiento del organismo a la infestación por gregarinas, además de una elevada tasa de conversión alimenticia. Se ha reportado el uso de diferentes coccidiostáticos para el control de las gregarinas como lo mencionan Jones *et al*, (1994); Martínez,

(1999) y Gómez, (2001). Así como también el uso de alimento impregnado con hidróxido de calcio Ibarra, (1999 a), sin un resultado satisfactorio.

El método más efectivo para el control de las gregarinas es la remoción de los hospederos intermediarios, Brock *et al*, (1994); Bower, (1994); Martínez, (1999); Gómez, (2001).

Los túbulos del hepatopáncreas se encontraron con una gran vacuolización debido probablemente a que el alimento balanceado administrado a estos camarones se encontraba con una gran cantidad de grasa o porque el alimento estaba almacenado por mucho tiempo y la grasa se oxidara (alimento rancio).

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El gran número de gregarinas presentes en los camarones examinados nos indica un mal manejo de la calidad del agua de los estanques.
- El género de la gregarina presente en el tracto digestivo de *Litopenaeus vannamei* fue *Nematopsis* sp.
- Las gregarinas en el tracto digestivo de los camarones causan lesiones patológicas, destruyendo severamente el epitelio intestinal, abriendo una vía de acceso a bacterias.
- Los daños detectados histológicamente atribuidos a la presencia de las gregarinas son: alteraciones en la superficie celular de la mucosa intestinal, hiperplasia y perforaciones en el epitelio del intestino, además de la obstrucción de la luz del intestino.
- En el intestino posterior se localizan los gametocitos masculinos y femeninos de las gregarinas. Los esporozoitos se encuentran unidos al epitelio del intestino medio y los trofozoitos se observan libres en la luz de este órgano.
- Uno de los métodos con efectividad para controlar la aparición de este patógeno, es la eliminación de hospederos intermediarios.
- Se han probado diferentes medicamentos para el control de las gregarinas, sin un resultado satisfactorio.

10. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Álvarez, T.P. 2000. Cultivo de camarón. Estado de salud de la acuicultura. Instituto Nacional de la Pesca. Dirección General de Investigación en Acuicultura. Capítulo XVI. Cultivo de camarón. México. 68pp.
- Ball, H.G. 1959. Some gregarines from crustaceans taken near Bombay, India. *Journal of Protozoology*. 6 (1), 8 – 13.
- Beams, H.W., T.N. Tahmisian, R.L. Devin, and E. Anderson. 1959. Studies on the fine structure of a gregarine parasitic in the gut of the grasshopper, *Melanoplus differentialis*. *Journal of Protozoology*. 6(2), 136 – 146.
- Bell, T.A. and D.V. Lightner. 1988. A handbook of normal penaeid shrimp pathology. World Aquaculture Society. Hawaii. 114pp.
- Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico. 2001a. Manual de enfermedades de camarones peneidos en México. UAM y CONAPESCA. SAGARPA. Año 4, Volumen 2, Número 14. 10pp.
- Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico. 2001b. Manual de enfermedades de moluscos. UAM y CONAPESCA. SAGARPA. Año 4, Volumen 4, Número 16. 10pp.
- Bortolini, R, J.L. 1994. Diagnóstico de algunos patógenos que afectan al camarón cultivado en las granjas de Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 54pp.
- Bower, S.M. 1996. Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish: Gregarine disease of penaeid shrimp. URL: <http://www.pac.dfo.ca/sealane/aquac/pages/gregdpsp.htm>
- Brock, J.A. and K.L. Main. 1994. A guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana. USA. 242pp.

Buenaventura, B.D. 1996. El Ecuador camarero. En: Foro Internacional Camaronicultura '96. Mazatlán, Sinaloa. 12pp.

Conroy, P.A. y G. Conroy. 1990. Manual de patología de camarones peneidos. 2ª. edición. D.A. & G. Conroy. Maracay. Venezuela. 197pp.

Clotilde – Ba, F.L., and B.S. Toguebaye. 1995. Occurrence of microsporidia and gregarines in the shrimp *Penaeus notialis* from Senegal (West Africa). Bulletin of the European Association of Fish Pathologists. 15(4), 122 – 124. Abstract.

Feigenbaum, L.D. 1975. Parasites of the commercial shrimp *Penaeus vannamei* Boone and *Penaeus brasiliensis* Latreille. Bulletin of Marine Science. Vol. 25. No. 4. 491-514.

Fernández, S.B. 2001. Descripción histopatológica del síndrome de Taura (TSV), enfermedad viral que afecta al camarón cultivado en Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 64pp.

Fulks, W. and L.K. Main. 1992. Diseases of cultured penaeid shrimp in Asia and the United States. Proceedings of a workshop in Honolulu, Hawaii. The Oceanic Institute. 392pp.

Gómez, G.B. y A. Roque. 2001. Enfermedades infecciosas más comunes en la camaronicultura en México y el impacto del uso de antimicrobianos. Camaronicultura y Medio Ambiente. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Mazatlán, Sinaloa. 273 – 295.

Gracia, G.A. 2001. Interacción entre la utilización de postlarvas silvestres para cultivo y las pesquerías de camarón. Camaronicultura y Medio Ambiente. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Mazatlán, Sinaloa. 397 – 409.

Granja, C. y M. Salazar. 2001. Una revisión acerca de los mecanismos de la respuesta inmunológica del camarón. Panorama Acuícola. Sept. / Oct. 2001. México 8 – 9.

Hasson, K.W., J. Hasson, H. Aubert, R.M. Redman and D.V. Lightner. 1997. A new RNA – friendly fixative for the preservation of penaeid shrimp samples for virological detection using cDNA genomic probes. *Journal of Virological Methods*. 66: 227-236.

Hendrickx, M.E. 1996. Los camarones penaeoidea bentónicos (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico Mexicano. CONABIO. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 147pp.

Hendrickx, M.E. 2001. Taxonomía, biología y zoogeografía de los peneidos de importancia comercial del Pacífico Mexicano. *Camaronicultura y Medio Ambiente*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Mazatlán, Sinaloa. 25 - 39.

Ibarra, G.J.C. 1999. Epizootiologías de las enfermedades detectadas en el cultivo de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el parque acuícola el Siari, Sonora, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. 64pp.

Ibarra, G.J.C., L. Galaviz, F. Segovia y F. Jiménez. 1999a. Biología de las gregarinas y sus efectos patológicos en el cultivo de camarón. *Enfoque Acuicola*. Revista especializada en camaronicultura. Cd. Obregón, Sonora, México. 39pp.

INEGI. 2001. Anuario estadístico del estado de Nayarit. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. Gobierno del Estado de Nayarit. México. 476pp.

Jiménez, G.F. 1999. Atlas de enfermedades de peneidos. SEMARNAP. Subsecretaría de Pesca. Dirección General de Acuicultura. México. 80pp.

Jiménez, R., L. Barniol and M. Machuca. 2002. *Nematopsis marinus* sp. nov., a new septate gregarine from cultured penaeoid shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone), in Ecuador. *Aquaculture Research* 33(4). 231 – 240. Abstract.

Jiménez, G.F., Ibarra, G.C. y F. Segovia. 2002. Manual del taller de técnicas de diagnóstico presuntivo de enfermedades del camarón. Angostura, Sinaloa. México. 23pp.

Johnson, S.K. 1989. Handbook of shrimp diseases. Department of wildlife and fisheries sciences. Texas A&M University. USA. 25pp.

Jones, C.T., R.M. Overstreet, J.M. Lotz and P.F. Frelter. 1994. *Paraophroidina scolecooides* n. sp., a new aseptate gregarine from cultured Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. Diseases of Aquatic Organism. Dis. Aquat. Org. Vol. 19: 67 – 75.

Jory, D.E. 2001. Manejo integral del alimento de camarón de estanques de producción camaroneros y principios de bioseguridad. Curso Laca en Acuicultura. 26 – 30 Marzo 2001. Monterrey, Nuevo León. México. 66pp.

Krauss, E. 1996. Experiencias en aprovechamiento de postlarvas silvestres y de laboratorio en Ecuador. En: Foro Internacional Camaronicultura '96. Mazatlán, Sinaloa. 17pp.

Kudo, R.R. 1982. Protozoología. Editorial Continental. México. 905pp.

Lee, J.J. and H.S. Hutner. 1985. An illustrated guide to the Protozoa. Society of Protozoologists. Kansas, U.S.A. 629pp.

Lee, J.J., G.F. Leedale and P. Bradbury. 2000. The illustrated guide to the Protozoa. Organisms traditionally referred to as Protozoa, or newly discovered groups. Society of Protozoologists. Kansas, U.S.A. Second edition. Volume 1. 190 – 369.

Liao, I-Chiu, Su Mao-Sen and Chang Cheng-Fang. 1992. Diseases of *Penaeus monodon* in Taiwan: A review from 1977 to 1991. Diseases of cultured penaeid shrimp in Asia and the United States. Proceedings of a workshop in Honolulu, Hawaii. The Oceanic Institute. 392pp.

Lightner, D.V. 1996. A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured penaeid shrimp. The World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, USA. Section 6: Parasites and commensals / gregarine parasites. 6pp.

Lightner, D.V. and R.M. Redman. 1998. Shrimp diseases and current diagnostic methods. Aquaculture. USA. 164: 201 – 220.

- MacCallum, G.S., J. Blackbourn, S.E. McGladdery, S.M. Bower and J.T. Davidson. 2001. Disease issues relevant to the culture of shellfish in Atlantic and Pacific Canada. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 101(3), 5 - 12. Abstract.
- Manzano, M.M. 2001. Principales enfermedades que afectan a los camarones peneidos de la región El Oro, Ecuador. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 85pp.
- Martínez, C.L.R. 1999. Cultivo de camarones peneidos. Principios y prácticas. AGT. Editor. México. 283pp.
- Martorell, R.S. and J.J. García. 1993. First record of a Porosporidae gregarine parasitic in the shrimp, *Artemesia longinaris* Bate 1888. In the sea around Argentina. *Neotropica* 39(101 - 102), 27-28. Abstract.
- Morales, C. M.S. y Chávez, S.M.C. 1999. Manual para la detección de enfermedades en camarones peneidos utilizando análisis en fresco. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Hermosillo, Sonora. México. 68pp.
- Overstreet, M.R. 1973. Parasites of some penaeid shrimps with emphasis on reared. *Aquaculture*. 2: 150 - 140.
- Overstreet, M.R. 1978. Marine maladies? Worms, germs, and other symbionts from the Northern Gulf of Mexico. Grant Consortium and R. M. Overstreet. Mississippi. Alabama Sea. 29 - 41.
- Páez, O.F. y F.A.C. Ruiz. 2001. La calidad del agua en la camaronicultura: conceptos, manejo y normatividad. *Camaronicultura y Medio Ambiente*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Mazatlán, Sinaloa. 101 - 134.
- Pérez Farfante, I. and B. Kensley. 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the Families and Genera. Muséum National d' Histoire Naturelle. France. 233pp.
- SEMARNAP. 1996. Programa de Pesca y Acuicultura 1995 - 2000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 23pp.

SEMARNAP. 2000. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 41 – 50.

SEMARNAP. 2001. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 41 – 50.

SEMARNAP. 2000a. Carta Nacional Pesquera. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación. 28 de agosto de 2000. México. Tercera sección. 49 – 72.

SEPESCA. ¿Qué es la acuicultura?. Colección nacional de manuales de capacitación pesquera. Secretaría de Pesca. México. 59pp.

SEPESCA. 1992. Ley de pesca y su reglamento 1992. Secretaría de Pesca. México. Artículo 44. 67pp.

Sprague V. and J. Couch. 1971. An annotated list of protozoan parasites, hyperparasites, and commensals of Decapod Crustacea. *Journal of Protozoology*. 18: 3, 526 – 537.