



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“Diagnostico Histopatológico de la Necrosis del  
Hepatopáncreas, (NHP) en camarones peneidos de  
interés comercial en el estado de Nayarit.”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
BIOLOGO

P R E S E N T A :

MIGUEL MARIN ESPINOSA

DIRECTORA DE TESIS:

M.en C. Maria del Pilar Torres García



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR  
2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Diagnóstico Histopatológico de la Necrosis del Hepatopáncreas (NHP), en camarones peneidos de interés comercial en el estado de Nayarit".

realizado por Miguel Marin Espinosa

con número de cuenta 9534707-9 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario

M. en C. María del Pilar Torres García

*Ma. Pilar Torres*

Propietario

Biol. Teresa Sosa Rodriguez

*Teresa Sosa R*

Propietario

M.V.Z. María Estela Ana Auró Angulo

*Ma. Estela*

Suplente

M. en C. Marco Antonio Martínez Avila

*Ma. A. Martínez*

Suplente

M. en C. José Luis Bortolini Rosales

FACULTAD DE CIENCIAS

Consejo Departamental de Biología

*Juan Manuel Rodríguez Chávez*  
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez



UNIDAD DE ENSEÑANZA  
DE BIOLOGÍA

## *AGRADECIMIENTOS*

*A LA MAESTRA PILAR TORRES POR TODO SU APOYO Y COMPRENSIÓN EN MI VIDA ACADÉMICA Y PERSONAL GRACIAS POR LAS FACILIDADES OTORGADAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTE TRABAJO.*

*A TERE POR QUE SIN TU AYUDA PARA LA REALIZACIÓN TÉCNICA DE LA TESIS NO SERÍA POSIBLE ESTE TRABAJO. TE APRECIO MUCHO.*

*A LOS INTEGRANTES DEL LABORATORIO DE INVERTEBRADOS Y LABORATORIO DE MICROCIENE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNAM, POR SU APOYO.*

*A LA DGETA, EN ESPECIAL AL LIC. V. MARIO CALDERÓN MORENO, POR TODO SU APOYO BRINDADO A LO LARGO DE MI DESEMPEÑO LABORAL, GRACIAS.*

## DEDICATORIAS

- ◆ A MI MAMÁ: GRACIAS A TU AMOR, ESFUERZO Y APOYO SIEMPRE LATENTE Y EXPRESADO DE TAN DIVERSAS FORMAS EN REALIDAD SIEMPRE HE TENIDO TODO, POR QUE SIEMPRE ME DISTE TODO LO NECESARIO PARA LLEGAR A DONDE AHORA ESTOY.
- ◆ A MI HERMANA POR TODO SU APOYO, AYUDA Y ALIENTOS CUANDO DE ELLA LO NECESITÉ.
- ◆ A MI ABUELA POR QUE ME ENSEÑÓ A SER PACIENTE Y TODOS LOS VALORES QUE DEBE APRENDER UNO EN LA VIDA.
- ◆ A MI HIJO JOHAM POR QUE ERES MI MAYOR ORGULLO
- ◆ A JANNET POR QUE ME ALENTÓ A TERMINAR ESTE TRABAJO AUN DESCUIDANDO LA RELACIÓN, SABES QUE TE CONVERTISTE EN MI MOTOR.
- ◆ A DIOS POR QUE A PESAR DE LAS EXPERIENCIAS MALAS SIEMPRE ME DIO UN RESPIRO "DIOS APRIETA PERO NO AHORCA"
- ◆ A MIS AMIGOS RICARDO, VICTOR, PERLA, YANI, PETER, JUDITH

**“EL SER HUMANO SUELE SER TAN  
ESTÚPIDO, QUE SUEÑA CON EL FUTURO,  
LLORA POR EL PASADO Y NO DISFRUTA EL  
PRESENTE”**

**Leonardo da Vinci**  
**(1452-1519); artista e inventor italiano**



Este trabajo fué realizado bajo la dirección de la  
**M. en C. María del Pilar Torres García** en el  
**Laboratorio de Invertebrados** de la **Facultad de**  
**Ciencias** de la **Universidad Nacional Autónoma de**  
**México.**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1.Historia de la acuacultura y sus antecedentes en México	1
1.2.Producción de camarón a nivel mundial	2
1.3.Importancia de la camaronicultura en México	3
1.4.Sistemas de cultivo de camarón empleados en México	4
1.5.Biología del camarón	6
1.6.Morfología externa del camarón	6
1.7. Osmorregulación del camarón	9
1.8.Morfología del aparato digestivo de camarones peneidos	10
1.9.Ciclo de vida de camarones peneidos	12
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>15</b>
2.1.Respuesta inmunológica	15
2.2.Definición de la Necrosis del Hepatopáncreas (NHP)	16
2.3.Descripción de la enfermedad	17
2.4.Tratamiento	18
2.5.Enfermedades causadas por protozoarios ciliados	18
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
3.1.Objetivo general	20
3.2.Objetivos particulares	20
<b>4. ÁREA DE ESTUDIO</b>	<b>21</b>
4.1.Ubicación geográfica	21
4.2.Datos meteorológicos	22
4.3.Tipo de suelo dominante	22
4.4.Agricultura y flora	23
4.5.Ganadería	23
4.6.Hidrología	23
4.7.Fisiografía	23
<b>5. UBICACIÓN TAXONÓMICA</b>	<b>25</b>
<b>6. MATERIAL Y MÉTODO</b>	<b>26</b>
6.1.Material de estudio	26
6.2.Fijación de los organismos	26
6.3.Preparación de los organismos para la técnica histológica	27
6.4.Deshidratación	28
6.5.Elaboración de los cortes	28
6.6.Tinción	29
6.7.Observación y toma de microfotografías	29
<b>7. RESULTADOS</b>	<b>30</b>
<b>8. DISCUSIÓN</b>	<b>44</b>
<b>9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>46</b>
<b>10.BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA</b>	<b>47</b>

## **1.INTRODUCCIÓN**

El término acuicultura, significa "Todo tipo de cultivo de animales y vegetales, que se realiza en agua dulce, salobre o marina", se refiere al uso de métodos y técnicas para el manejo y control de los organismos cuyo hábitat es el agua, hasta su cosecha, procesamiento, comercialización y consumo.

En un sentido más amplio, la acuicultura está concebida y orientada a la creación de unidades de producción de un organismo dado. De ello se desprende que es una actividad interdisciplinaria que va desde la selección y manejo de organismos reproductores y producción de crías, hasta el consumo.

Desde el punto de vista biológico, la acuicultura es el intento del hombre por incrementar la productividad de los recursos acuáticos mediante la manipulación deliberada de sus procesos fisiológicos de crecimiento, reproducción y mortalidad, haciendo uso de insumos como alimento, energía y mano de obra.

Se considera a la acuicultura como una transición entre la pesca y la agricultura. Como tal, no es una disciplina pura, sino combina aspectos de diferentes ciencias y tecnologías. Por otro lado, permite revalorizar diversos recursos orgánicos al transformarlos en valiosos alimentos que de otra manera serían considerados como desperdicios y por lo tanto desaprovechados. Tal es el caso de las excretas animales, desperdicios agrícolas, ciertos residuos agroindustriales. También con la acuicultura se logra el aprovechamiento óptimo de tierras y aguas no aptas para la agricultura y ganadería.

### **1.1 Historia de la acuicultura y sus antecedentes en México**

Es probable que el arte de cultivar organismos acuáticos se haya originado entre las antiguas civilizaciones del Asia Menor debido a que sus fuentes de alimentación estaban orientadas hacia el mar, ríos y lagos. Sin embargo, los primeros testimonios fidedignos sobre la acuicultura provienen de China, en los que describen el cultivo de las carpas, tanto para fines ornamentales como alimenticios, los que se remontan al siglo V a.C.

En la antigua Roma y en la Galia ya se practicaba el cultivo de ostiones. En la Edad Media, los monasterios contaban con estanques para la cría de peces.

Los orígenes de la acuicultura en México se remontan al periodo prehispánico cuando los peces eran cultivados con fines religiosos y ornamentales, según lo atestiguan relatos de Francisco Javier Clavijero, Fray. Juan de Torquemada y Hernán Cortés.

Es hasta fines del siglo XVIII, cuando José Antonio Alzate propone el cultivo de peces en los lagos de Texcoco y Chalco, así como en los estanques de Chapultepec, Churubusco y los de San Joaquín y Coyoacán.

En la formulación del proyecto del Código Civil para las Leyes de Reforma al clasificar los bienes inmuebles, se incluyen los viveros de animales, como estanques de peces; acto con el cual nace la acuicultura en el campo de derecho, en 1858.

## 1.2 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 (*Marsepenaeus 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 período 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, 2000).

De esta producción mundial, 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).

### 1.3 Importancia de la camaronicultura en México

El cultivo de camarón en México se inició en la década de los 80's y hasta la fecha representa una fuente importante de recursos económicos y de 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 período 1990-1999. (Miles de toneladas). Anuario Estadístico de Pesca (SEMARNAP, 2000).

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

Tabla 3. Producción total y por acuicultura de camarón en México, para el periodo de 1991-2002. (toneladas). Anuario Estadístico de Pesca (SAGARPA, 2002).

Año	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Total	57,722	66,215	72,515	76,324	85,901	78,879	88,489	90,335	95,611	95,077	105,523	100,486
Acuicultura	5,111	8,326	11,846	13,138	15,867	13,315	17,570	23,749	29,120	33,480	48,014	45,853
% Acuicultura	8.85	12.57	16.34	17.21	18.47	16.88	19.86	26.29	29.53	35.21	45.50	45.63

En el año 2002, la producción total de camarón en el país fue de 100,486 toneladas. De este total la producción por captura en peso vivo en alta mar, esteros y bahías fue de 54,633 toneladas y por cultivo fue de 45,853 toneladas, es decir, la acuicultura contribuyó con el 45.63% del total nacional. (SAGARPA, 2002).

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) y *Farfantepenaeus brasiliensis* (camarón rojo). (SEMARNAP, 2000a).

En el año 2000 se reportaron un total de 364 granjas camaroneras de uso comercial, ocupando el estado de Sinaloa el primer lugar a nivel nacional con 194 granjas, Nayarit el segundo con 103 granjas y el tercero Sonora con 32 granjas. Se observaron 11 granjas de autoconsumo en el estado de Oaxaca. (SEMARNAP 2000a) (Tabla 4).

Para el año 2000 se registraron 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 con 2 laboratorios, Colima, Chiapas, Guerrero, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán con 1 laboratorio en cada estado. (Tabla 4).

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

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

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

\*Etapa experimental.

#### 1.4 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).

Los sistemas de cultivo se clasifican en tres :

Extensivo, se caracteriza por presentar bajos niveles de insumos y de densidades de organismos por unidad de área, con un nivel de aplicaciones de nutrientes externos muy reducidos o inexistentes, con el llenado de estanquería mediante intercambio de mareas y con producciones menores a los 500 kg/ha/año.

Semi-intensivo, 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 de estanquería mediante bombeo y sus producciones son de 1 y 2 ton/ha/año.

Intensivo, con suministro de alimento balanceado, utilización de bombeo y aereación, con mayor uso de densidades superiores y producciones por encima de las 2 ton/ha/año. (Álvarez, 2000) (Tabla 5).

Tabla 5. Características de los estanques camaronícolas de cultivo en el noreste de México.

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

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

## 1.5. Biología del camarón

Los camarones peneidos son organismos invertebrados de regiones intertropicales y subtropicales, euritéricos y eurihalinos, la temperatura óptima para su crecimiento va de 24-28°C. Pasa los estadios juveniles y adultos en el bentos y el desarrollo larval suspendido en el zooplancton. (SEMARNAP,2000).

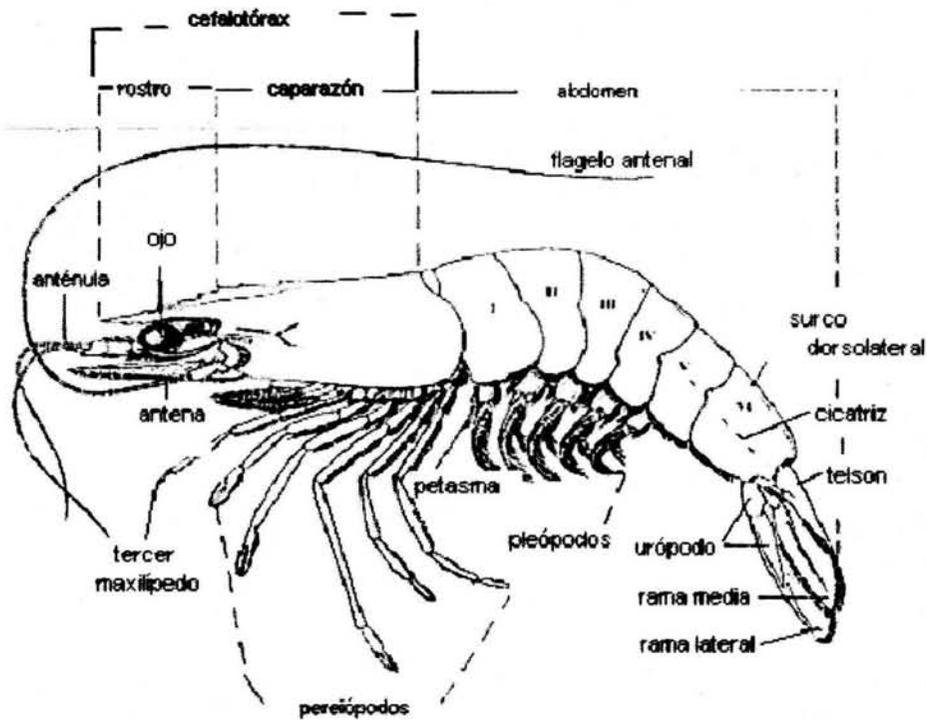
## 1.6. Morfología externa del camarón.

Los peneidos son decápodos comprimidos lateralmente, con cuerpo alargado, esbelto, adaptado para la natación ya sea en la columna de agua, o sobre la superficie del fondo. El cuerpo se divide en tres regiones: cefalotórax, abdomen y telson.

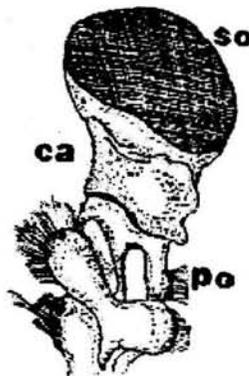
El cefalotórax presenta una estructura prominente llamada rostrum, la cual sirve para diferenciar a una especie de otra dependiendo del número de dientes que presente.

Los apéndices son pareados y se distinguen en el cefalotórax : anténulas, antenas, mandíbula, maxilas, tres pares de maxilípedos y cinco pares de pereiópodos, los tres primeros son quelados y utilizados durante la alimentación y los dos últimos no quelados, se emplean en la locomoción. Presentan ojos compuestos pedunculados. (Fig.1 y 2).

El abdomen está dividido en seis segmentos, los cinco primeros presentan un par de apéndices por segmento llamados pleópodos, los cuales son utilizados para el nado. El sexto segmento no presenta apéndices. Le continúa la última región corporal conocida como telson, que presenta un par de estructuras llamadas urópodos que conforman un abanico caudal con función natatoria. (Martínez, 1999).



**Fig. 1. Morfología externa de un camarón peneido. Vista lateral. (Tomado y modificado de Pérez-Farfante, 1970).**



**Fig. 2. Aparato visual (ojo derecho) vista lateral. so, superficie ommatidial; ca, calathus; po, pedúnculo ocular. (Tomado y modificado de Bortolini, 1994).**

En hembras, las aberturas sexuales se localizan en la base del tercer par de pereiópodos, presentan una estructura torácica abdominal llamada télico, que puede ser abierto o cerrado. donde se fija el espermatóforo

El tipo de télico abierto consiste en una serie de placas externas especializadas, a las cuales se le adhiere el espermatóforo, como en *Litopenaeus setiferus*, *L. stylirostris*, *L. vannamei* y *L. schmitti*. El télico cerrado está estructurado por placas externas modificadas formando un receptáculo, en el interior del cual se inserta el espermatóforo, se presenta en especies como *Farfantepenaeus aztecus*, *F. duorarum*, *F. notialis* y *Marsupenaeus japonicus*.

El espermatóforo, es la estructura que el macho le transfiere a la hembra durante la cópula y difiere según la especie. Para especies de télico abierto, el espermatóforo consiste de un saco espermático endurecido, semicilíndrico que contiene los espermatozoides, los cuales no tienen movilidad. Para especies de télico cerrado, es una masa gelatinosa formada por el líquido seminal con los espermatozoides y rodeada de una membrana muy fina (Alfonso et al., 1993).

La maduración de los ovarios puede identificarse por cambios en su color y tamaño en las hembras jóvenes, éstos son transparentes y conforme crecen aparecen melanóforos sobre su superficie y se toman opacos. Al avanzar la maduración, los ovarios pasan por diferentes tonalidades de amarillo o verde según se trate de especies de télico abierto o cerrado, respectivamente (Alfonso et al., 1993).

Tabla 6. TAGMOSIS: 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	Maxilípido 1	Alimentación
	VII	Maxilípido 2	Alimentación
	VIII	Maxilípido 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
	XIII	Pereiópodo 5	Locomoción y Reproducción
Abdomen	XIV	Pleópodo 1	Natación
	XV	Pleópodo 2	Natación
	XVI	Pleópodo 3	Natación
	XVII	Pleópodo 4	Natación
	XVIII	Pleópodo 5	Natación
	XIX	Urópodos	Natación
Telson		Urópodos	Natación

### 1.7 Osmorregulación del camarón

Los procesos fisiológicos de osmorregulación en el camarón se llevan a cabo principalmente en las branquias, glándula antenal e intestino, las branquias tienen la función de absorber sales.

Los órganos excretores de los decápodos son las glándulas antenales, también llamadas en este grupo glándulas verdes. El saco terminal de la glándula antenal consta de una pequeña vesícula (sáculo) y una masa esponjosa llamada laberinto. El laberinto está conectado por un túbulo excretor a una vejiga dorsal, que abre al exterior por un poro sobre la superficie ventral de la base del segmento antenal. La presión hidrostática interna del hemocele proporciona la fuerza necesaria para la filtración del líquido dentro del saco terminal, el filtrado pasa a través del túbulo excretor, se modifica por absorción de sales, aminoácidos, glucosa y algo de agua, siendo finalmente excretado como orina.

La excreción de desechos nitrogenados (mayormente amoníaco) tiene lugar por difusión a través de áreas finas de la cutícula; en especial las branquias y los llamados órganos excretores funcionan principalmente en la regulación de la composición iónica y osmótica de los líquidos corporales. (Brusca y Brusca,2003).

#### 1.8 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 (cardiaca) y una posterior (pilórica), esta última dividida en una subcámara dorsal y una ventral, y el divertículo digestivo; la región media que incluye la mayor parte del intestino y la parte posterior que comprende el recto y el ano, ambas ubicadas en la sexta somita.

El aparato digestivo está conformado por las siguientes regiones:

**Boca:** Se localiza en la parte ventral anterior, entre las mandíbulas y flanqueada por los apéndices alimenticios, que están uno sobre otro, el apéndice más anterior es el labrum, una protuberancia camosa no pareada, grande y con una cubierta quitinosa delgada, posterior al labrum se tienen las mandíbulas fuertemente quitinosas presentando, cada una de ellas, una superficie incisiva y molar utilizadas para rasgar y moler las partículas alimenticias.

**Esófago:** Comunica en su parte anterior con la región oral delimitada por las mandíbulas y las maxilas, y en la parte posterior se comunica con el hepatopáncreas. Las paredes se componen de

una cutícula, 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 hacia la parte posterior 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 de la 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 osículos trituradores.

**Intestino:** Es rectilíneo y tubular, se extiende dorsalmente a lo largo del cuerpo, de pared delgada, presenta un epitelio que en estadios larvales es simple cúbico y en adultos se presenta como simple cilíndrico, con microvellosidades hacia el lumen del intestino. En la parte apical de las células se tiene una región densa de organelos celulares mitocondrias, gránulos secretores y aparatos de Golgi. Las células epiteliales están descansando sobre 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 grandes pliegues epiteliales que se proyectan dentro del lumen del mismo. Presentan un epitelio simple cilíndrico 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:** Morfológicamente es similar en la mayoría de las especies de los decápodos, aunque el número de los lóbulos varía dependiendo de la especie.

En los peneidos, el hepatopáncreas presenta dos lóbulos, estructurados por una serie de túbulos. 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, sostenido 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 en los túbulos; las células E se localizan en todo el contorno del túbulo, tienen un núcleo prominente que ocupa la mayor parte de la célula y una membrana nuclear lisa.

En la región media del túbulo hepatopancreático se encuentran células R en desarrollo que son de almacenamiento y de absorción y se caracterizan por contener numerosas vacuolas en el citoplasma y las células F que brindan tensión y soporte, sus núcleos son más grandes que los de las células R y típicamente contienen un nucleolo prominente. En esta 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.

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

**Intestino posterior:** Los pliegues del intestino posterior están formados en gran parte por glándulas tegumentarias, cubiertos por una capa epitelial simple cilíndrica. En la parte posterior del tracto gastrointestinal, la cutícula es gruesa y calcificada en la superficie externa del ano a diferencia de la que recubre el resto del intestino.

### 1.9. 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.(Fig. 3). El camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* se reproduce en zonas someras y cercanas a la costa. Las hembras reciben los espermatozoides encerrados en el

espermatóforo. 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 que presenta un cuerpo piriforme con tres pares de apéndices, mandíbulas y antenas, cuya función es natatoria, además de presentar en la parte anterior un ojo denominado "ojo 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. El estado larval protozoa presenta 3 regiones definidas: cefalón, tórax y abdomen. El cefalón sobresale como carácter distintivo en este estadio. En protozoa el tórax presenta seis segmentos. En protozoa II aparece el rostrum, mientras que en el estadio de protozoa III se observa la presencia de urópodos birrámeos y espinas en los segmentos abdominales. Este estadio es de hábitos planctónicos y se alimenta de fitoplancton, la protozoa después de tres o cuatro días, se convierte en mysis.

Existen tres estadios mysis. El estadio I presenta el desarrollo inicial de los pereiópodos en la región ventral de los primeros cinco segmentos abdominales, así como pleópodos no segmentados. El estadio mysis II es de mayor longitud que el anterior. El estadio III se caracteriza por la presencia de pleópodos compuestos de dos segmentos con dos o tres terminales. Los peneidos en este estadio se alimentan de zooplancton y son de hábitos planctónicos (Del Torno, 1992).

La última etapa de mysis da origen a una postlarva que presenta branquias reducidas en tamaño y número, no se observan caracteres sexuales secundarios, la postlarva 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).

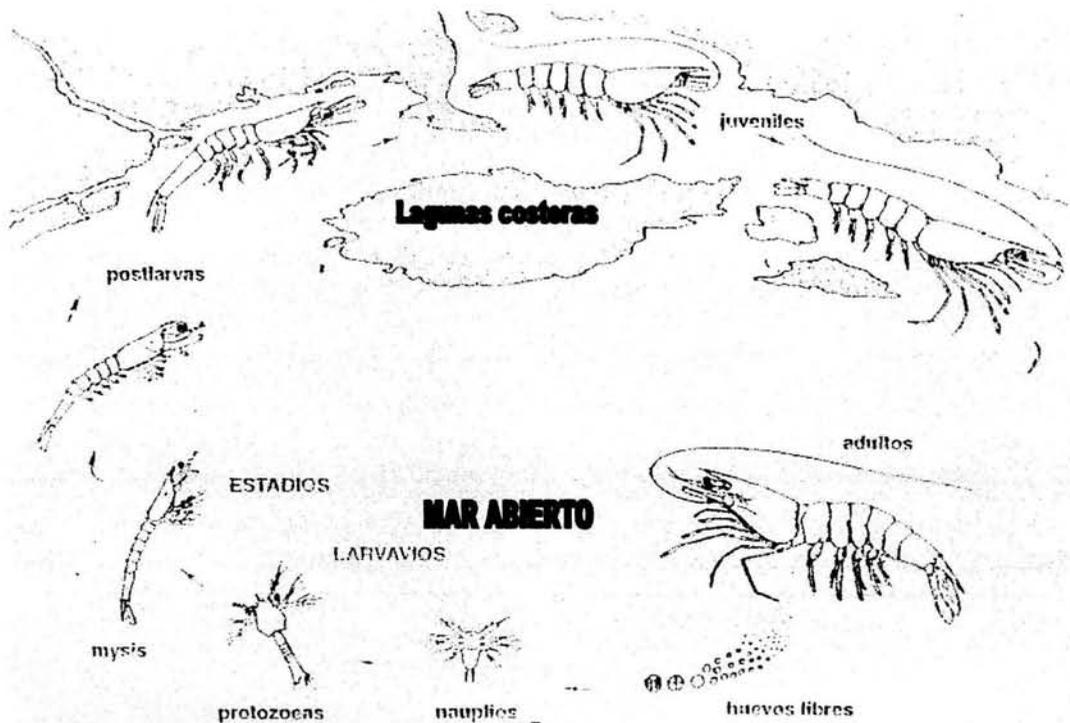


Fig. 3. Ciclo de vida de camarones peneidos.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Respuesta inmunológica

Los camarones peneidos no presentan un sistema inmunológico específico. No poseen memoria inmunológica y estricta especificidad (anticuerpos), debido a la incapacidad de producir inmunoglobulinas. Sin embargo, pueden hacer frente a los patógenos por medio de mecanismos humorales y celulares en los cuales están implicados los diferentes constituyentes de la hemolinfa (Burbano, 1999).

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. Como un ejemplo están las proteínas que reconocen y se unen a los carbohidratos de las paredes microbianas, lipopolisacáridos (LPS) de bacterias gram (+) y gram (-), y  $\beta$ -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 feniloxidasasa (PO). En el complejo del  $\beta$ -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 profeniloxidasasa (ProPO), transformándola en feniloxidasasa. La proenzima ProPO es sintetizada por hemocitos granulares y semigranulares y circula en la hemolinfa.

La feniloxidasasa 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 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  $\beta$ -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).

## 2.2. Definición de la Necrosis del Hepatopáncreas (NHP).

La necrosis del hepatopáncreas es una enfermedad que fue reportada por primera vez por Johnson (1989) como "hepatopáncreas granulomatoso" (por la formación de granulomas) causando altas mortalidades en las granjas de la parte central y sur de Texas, posteriormente fue reportado en Perú, Costa Rica, Panamá, Brasil, Venezuela, Ecuador y México provocando mortalidades entre el 20% y 95% en los sistemas de cultivo de *Litopenaeus vannamei* y *Litopenaeus stylirostris*.

Lightner y Redman en 1994, mencionan que en enero y febrero de 1993 una severa epizootia de hepatopancreatitis necrotizante NHP afectó camarones cultivados en granjas ubicadas al Noroeste de Perú, así como en zonas adyacentes a Ecuador. Exámenes histológicos, así como de microscopía electrónica de transmisión de organismos juveniles de *L. vannamei*, mostraban severas infecciones en el hepatopáncreas por infiltración de bacterias Gram-negativas. Este agente fue llamado hepatopancreatitis necrotizante de Perú PNHP, debido a su distribución geográfica y por el tipo de lesión con la que fue asociada. Una bacteria similar TNHP ha sido asociada con serias epizootias ocurridas en granjas de Texas.

En marzo de 1993, se registró un brote de hepatopancreatitis necrotizante NHP en camarones de estanques de la provincia del Oro, en Ecuador. Los organismos afectados mostraban anorexia, marcado detenimiento de crecimiento, exoesqueleto frágil, en algunos casos expansión de cromatóforos, presentándose una apariencia oscura en el exoesqueleto, frecuentes estados de letargo y mortalidad. En los organismos más afectados se observó una marcada hipertrofia del hepatopáncreas con coloración blanquecina y frecuentes áreas melanizadas. NHP es causado por bacterias intracelulares colonizando los citoplasmas de las células del hepatopáncreas.

### 2.3. Descripción de la enfermedad

La necrosis del hepatopáncreas (NHP) es una severa enfermedad provocada por bacterias intracelulares del tipo de las rickettsias, siendo la más predominante y más patógena de esta enfermedad un pequeño cocobacilo gram-negativo, con un diámetro en promedio de 0.36  $\mu$ m, el cual infecta y se multiplica dentro del citoplasma de las células epiteliales de los túbulos del hepatopáncreas.

Esta enfermedad se asocia con factores medioambientales como temperatura y salinidad alta durante períodos prolongados, ya que se tienen reportes que ésta se hace presente cuando se tienen temperaturas de 29°C a 35°C, así como de salinidades entre 20 a 38 ppm en los sistemas de cultivo.

La primera señal que se reporta para esta enfermedad, en grado severo, es una reducción en el consumo de alimento en post-larvas, juveniles y adultos hasta dejar de comer por completo, posteriormente se observa la aparición de camarones moribundos nadando cerca de la superficie y en las orillas de los estanques. Los camarones moribundos muestran palidez generalizada del cuerpo, con un color café claro, branquias de color amarillo pálido a café y hepatopáncreas atrofiado, con coloración café claro a oscuro, provocando que sea fácil de confundir con enfermedades virales.

La necrosis del hepatopáncreas es una enfermedad que se ha reportado en la mayoría de los países donde se desarrolla el cultivo del camarón. En México, la NHP se detectó a través de trabajos de investigación realizados en sistemas de cultivo y laboratorios de producción larvaria desde 1998, pero su más alta prevalencia fue observada por primera vez en 1999, continuando hasta la mitad del 2001. En estos años se ha determinado que las más altas prevalencias ocurren en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

La necrosis del hepatopáncreas es una enfermedad que debe ser monitoreada durante todo el ciclo del cultivo para evitar mortalidades y en los laboratorios comerciales se debe incrementar la inspección de los organismos ablacionados, ya que se ha observado que después de la ablación, la NHP se incrementa de manera exponencial y si no es detectada en sus inicios causa altas mortalidades.

El análisis en fresco se podría utilizar como una herramienta indispensable en los sistemas acuícolas y en los laboratorios comerciales para vigilar el estado de salud de los organismos y posiblemente las alteraciones que se encuentren en los túbulos del hepatopáncreas pudieran servirles para prevenir NHP, o por lo menos, no causar altas mortalidades en los cultivos.

#### 2.4.Tratamiento

Con base en los resultados de los últimos años, se ha tomado como una referencia la deformación tubular que sufre el hepatopáncreas. En algunos estanques de cultivo se les ha adicionado diferentes dosis de oxitetraciclina para evitar la proliferación de la bacteria, obteniéndose resultados favorables, ya que se observa muy poca melanización y necrosis tubular y celular en comparación con los organismos no tratados. (Morales 2001).

#### 2.5.Enfermedades causadas por protozoarios ciliados

Todas las especies de camarones peneidos son afectados por protozoarios epibiontes o ectocomensales como los ciliados del orden Peritrichia, *Zoothamnium sp.* y protozoarios suctorios como *Acineta sp.* (Tabla 7).

*Zoothamnium* es un ciliado peritrico. Los miosomas de los tallos de todos los individuos son continuos, lo que permite que la colonia se contraiga o se expanda simultáneamente. Presentan de 3 a 30 trofontes por colonia. Esta especie causa más problemas cuando infecta a larvas en estadio Zoea, ya que *Zoothamnium sp.* interfiere con el nado y la respiración, causando altas mortalidades. (Xiuqin et al., 1991). *Zoothamnium sp* no ocasiona daño tisular en el camarón, sin embargo, *Lagenophrys sp.* puede causar severo daño tisular e inflamación de las branquias (Lightner, 1988).

*Acineta sp.* Es un ciliado del orden Suctorida que carece de boca y poseen estructuras especializadas para la fijación llamadas pedúnculos, solo ostentan cilios durante las etapas inmaduras, el cuerpo suele ser en forma globulosa o de cono. Cuando son adultos, son sésiles, presentan en lugar de cilios unos tentáculos que le sirven para capturar a sus presas, por medio de los haptocistos que son disparados al interior del organismo atrapado, fijándolo a los tentáculos, El suctorio succiona el contenido de la presa a través de un tentáculo tubular y el material es recolectado en vacuolas alimenticias. Viven en agua dulce, salobre o salada, algunos son ectocomensales o endocomensales en diversos

hospederos, vertebrados e invertebrados, se fija en la cutícula de los camarones y en las branquias dificultando el intercambio gaseoso. (Brusca & Brusca,2003).

Tabla 7. Niveles de contaminación superficial provocado por protozoarios ciliados. Conroy y Conroy, 1990.

<b>Grado</b>	<b>Condición</b>
0	No hay ciliados en la superficie cuticular del camarón
1	1-25% de la superficie cuticular está cubierta con ciliados adheridos
2	26-50% de la superficie cuticular está cubierta con ciliados adheridos
3	51-75% de la superficie cuticular está cubierta con ciliados adheridos
4	76-100% de la superficie cuticular está cubierta con ciliados adheridos

Los animales afectados muestran señales de hipoxia, letargia, decoloración blanquecina de la musculatura abdominal y, a veces, una leve flexión dorsal del abdomen. Conroy y Conroy,1990; Lightner, 1996, menciona que algunos organismos epicomensales pueden producir exotoxinas que causan daño en el tejido tisular del hospedero.

### **3.OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

- ◆ Identificar la necrosis del hepatopáncreas (NHP) que afecta a camarones peneidos, *Litopenaeus vannamei* de granjas de cultivo del estado de Nayarit.

#### **3.2 Objetivos particulares**

- ◆ Determinar los daños histológicos causados por la necrosis del hepatopáncreas (NHP), en el epitelio de los túbulos del órgano.
- ◆ Identificar otros organismos patógenos oportunistas que se presentan durante la manifestación de esta enfermedad .

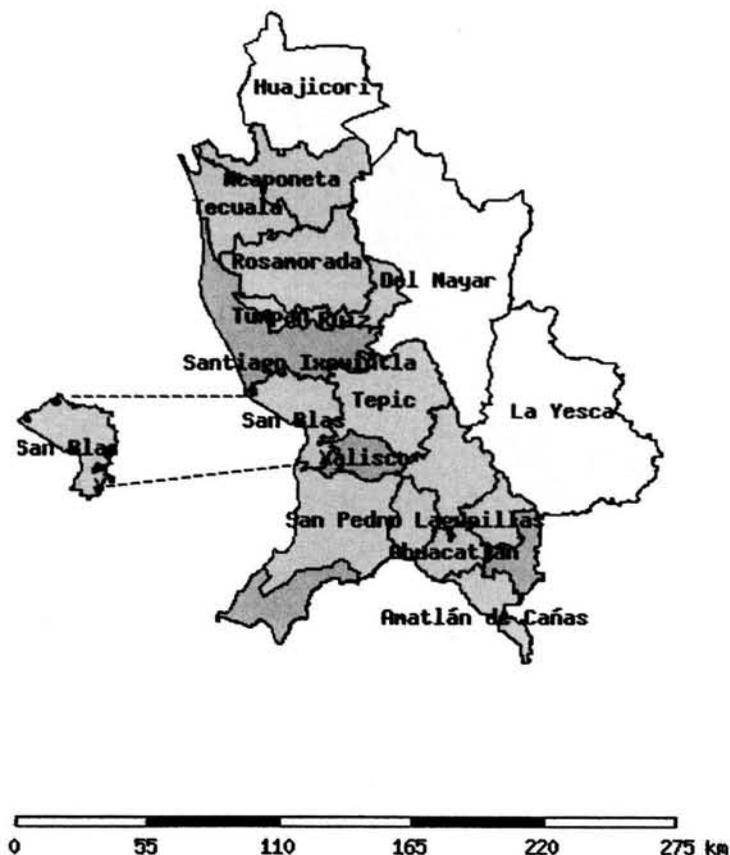
## 4. ÁREA DE ESTUDIO

### 4.1 Ubicación geográfica

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

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

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).



Mapa 1. Ubicación de San Blas y los diferentes municipios del Estado de Nayarit.

## 4.2 Datos metereológicos

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

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

### Temperatura media anual 1977-2000

Temperatura Promedio	21.2 ° C
Temperatura del año más frío	20.1 ° C
Temperatura del año más caluroso	22.2 ° C

### Precipitación fluvial total anual de 1977-2000

Precipitación Promedio	1,094.4mm
Precipitación del año mas seco	176.3mm
Precipitación del año más lluvioso	1,431.8mm

## 4.3 Tipo de suelo dominante

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

Unidad	Subunidad	Clase de textura
Luvisol	Crómico	Media
Solonchak	Gleyco	Media
Acrisol	Órtico	Media

#### 4.4 Agricultura y flora.

El municipio de San Blas 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 Blas existe ganadería de: bovino, porcino, ovino, caprino y equino, así como también industria avícola y existencia de apiarios.

#### 4.6 Hidrología

En el municipio de San Blas 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 Naranja.

#### 4.7 Fisiografía

EL municipio de San Blas se localiza 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 TAXONÓMICA

Phylum: Arthropoda

Subphylum: 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

Genero: *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 8).

TABLA 8. Cambio de nomenclatura en camarones peneidos

<b>NOMBRE ANTIGUO</b>	<b>NOMBRE PROPUESTO</b>
<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>
<b>SIN CAMBIO</b>	
<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 60 organismos divididos en tres lotes, de veinte camarones cada uno, en los meses de Junio, Julio y Agosto del 2002. Se midieron y pesaron, teniendo un promedio de 7.5 cm. de longitud y un peso promedio de 3.5 g.

Método empleado.

### **6.2 Fijación de los organismos**

Los organismos se fijaron en el campo inyectándoles la solución Davidson y otras en R-F, se trasladaron al Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde se colocaron en alcohol al 70% hasta su procesamiento histológico.

**-Fijador Davidson ( Lightner, 1996).**

(Para un Litro)

330 ml. de alcohol etílico al 96%.

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 formol al 100%., ( solución acuosa saturada al 37-39%).

22 ml. de hidróxido de amonio.

222 ml. de agua destilada.

### 6.3 Preparación de los organismos para la técnica histológica

Para su procesamiento histológico se eligieron 15 muestras de cada uno de los meses, trabajando un total de 45 organismos; a cada uno se le retiraron los apéndices y se cortaron en dos secciones transversalmente, quedando el cefalotórax y el abdomen por separado. Del abdomen se procesaron los segmentos 3 y 6, cortándose éstos dorso ventralmente. El cefalotórax se cortó longitudinal para procesar posteriormente las dos secciones. (Fig. 5).

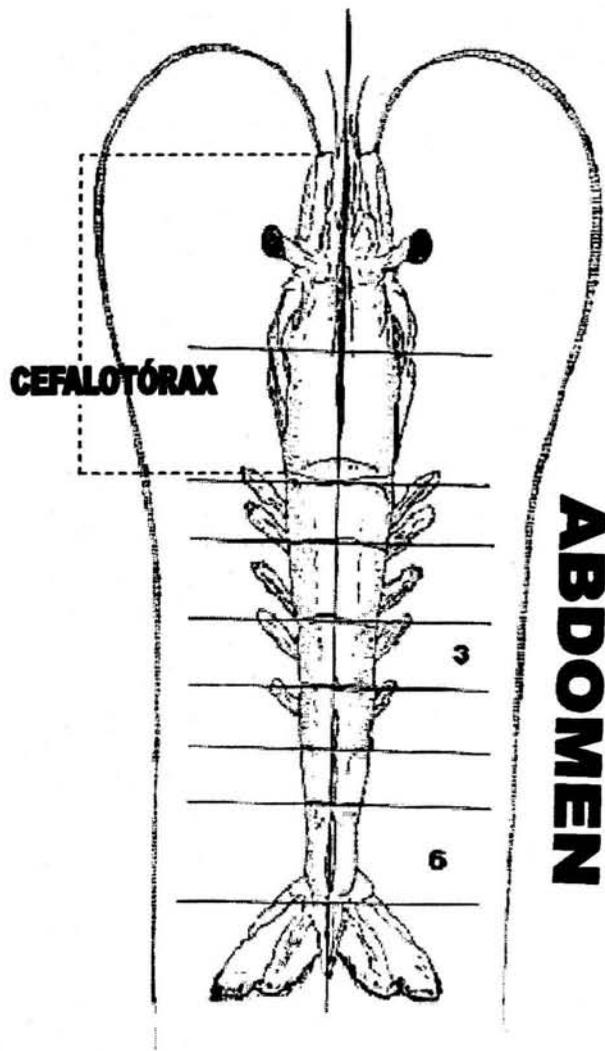


Fig. 4. Diagrama de los segmentos procesados histológicamente. Se procesó el cefalotórax y los segmentos abdominales 3 y 6.

#### 6.4 Deshidratación.

Los segmentos cortados de los organismos, se colocaron en cassettes para su 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	90 min.
Alcohol Absoluto	90 min.
Xilol	90 min.
Xilol	90 min.
Parafina 56°-58° primer cambio	90 min.
Parafina 56°-58° segundo cambio	90 min.

#### 6.5 Elaboración de los cortes

Se realizaron 300 cortes a 7  $\mu\text{m}$  de grosor en un micrótopo de rotación marca American Optical. Los cortes se colocaron en un baño de flotación que contenía agua y grenetina a una temperatura de 27° C. Y se recuperaron en portaobjetos con albúmina.

## 6.6 Tinción

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

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

## 6.7. Observación y toma de microfotografías

Se observaron las preparaciones determinando las lesiones producidas por la presencia de las bacterias en los túbulos hepatopancreáticos, se escogieron los campos al microscopio y se tomaron las microfotografías de los daños detectados.

## **7. RESULTADOS.**

La diagnosis de la enfermedad de Hepatopancreatitis o necrosis del hepatopáncreas se realizó en camarones que presentaban características de la enfermedad como la palidez generalizada del cuerpo, flacidez muscular, coloración del hepatopáncreas de café claro a oscuro, melanización en la cutícula, branquias de color amarillo pálido a café. A estos organismos se les disecto el hepatopáncreas y se realizaron improntas del mismo para una observación in situ. En las preparaciones en fresco se observó que el tejido hepatopancreático presentaba poco contenido lipídico; y en algunos túbulos la pared que los formaba estaba altamente atrofiada.(Fig. 9,10 y 16)

De los organismos procesados se revisaron los hepatopáncreas y tejido muscular, que son los órganos principales afectados por la enfermedad de la Hepatopancreatitis. También se observaron estructuras como branquias, exoesqueleto y apéndices para identificar protozoarios parásitos, los cuales se incrementan cuando la calidad del agua es deficiente.

Los hepatopáncreas estudiados de los diferentes organismos, presentaron las siguientes lesiones causadas por la enfermedad:

Las células epiteliales que forman la pared de los túbulos del hepatopáncreas, se encontraron desprendidas (descamadas), por causa de la bacteria que provoca la Necrosis del Hepatopáncreas, y que se introduce en la célula. (Fig. 16). También se observaron granulomas multifocales en diferentes etapas de formación (Fig. 5,7,11,12 y 13) mostrando deformaciones de los túbulos formando nidos de células altamente atrofiadas, rodeadas por un gran número de hemocitos dispuestos en forma concéntrica, característicos de la enfermedad. (Fig. 6,8,14 y 15).

En diferentes regiones del hepatopáncreas se identificaron zonas melanizadas donde ya no existían los túbulos hepatopancreáticos y otros donde se observaron las células melanizadas de los granulomas o nódulos hemocíticos. (Fig. 17 y 18).

En diferentes zonas del hepatopáncreas los túbulos que forman al órgano están totalmente lisados, quedando solo el tejido conjuntivo y hemocitos que los rodeaban, mostrando una área inflamada. (Fig. 20.)

Entre los túbulos del hepatopáncreas se localizó una gran inflamación observando los vasos sanguíneos hipertrofiados. (Fig. 19.)

Al analizar el músculo del tercero y sexto segmentos, se observó que los paquetes de fibras musculares, en algunas zonas estaban lisadas, donde se apreciaban espacios en blanco provocando que el músculo fuera flácido. (Fig. 21.)

### **Protozoarios ciliados:**

Los camarones peneidos, principalmente los que se encuentran en cultivo, son susceptibles a infestaciones por protozoarios ciliados, la mayoría de los cuales existen normalmente en un estado de comensalismo con el crustáceo, pero al presentarse condiciones de estrés, varias especies de estos protozoarios son capaces de producir poblaciones elevadas, ocasionando mortalidad en los camarones, ya que se adhieren a la superficie de las branquias o en la superficie cuticular, interfiriendo con el intercambio gaseoso en las branquias o dificultando la locomoción, alimentación o muda.

Se identificaron numerosos organismos epibiontes en branquias y cutícula, del género *Zoothamnium sp.* y *Acineta sp.* *Zoothamnium sp.* se encontraba adherido a las branquias formando grandes grupos, incluso se observaron entre los espacios de las lamelas. (Fig. 23 y 25).

También los protozoarios ciliados se localizaron en la superficie de la cutícula del cefalotórax y de los pereiópodos de los camarones peneidos como epicomensales. (Fig. 22, 24 y 26).

*Acineta sp.* es otro ciliado del orden Suctoria que se encontró en las branquias y adherido en la superficie de la cutícula. (Fig. 27 y 28).

La gran cantidad de *Zoothamnium sp.* y la presencia de *Acineta sp.*, se debe a la mala calidad del agua de los estanques de cultivo, cuando los camarones están enfermos debido a otro patógeno, los ciliados se vuelven organismos oportunistas.

Las colonias de ciliados se encuentran fijadas a la capa externa de los filamentos branquiales los cuales solamente van a servir de sustrato a las colonias sin presentar alteración a nivel histológico. Los ciliados se van a fijar a la cutícula del camarón en sitios en donde las corrientes de agua no son tan fuertes como en el centro de la cámara branquial (Fig. 22 y 23). Cuando los ciliados se encuentran en cantidades suficientes, estos van a competir con el camarón por el oxígeno disuelto del medio.

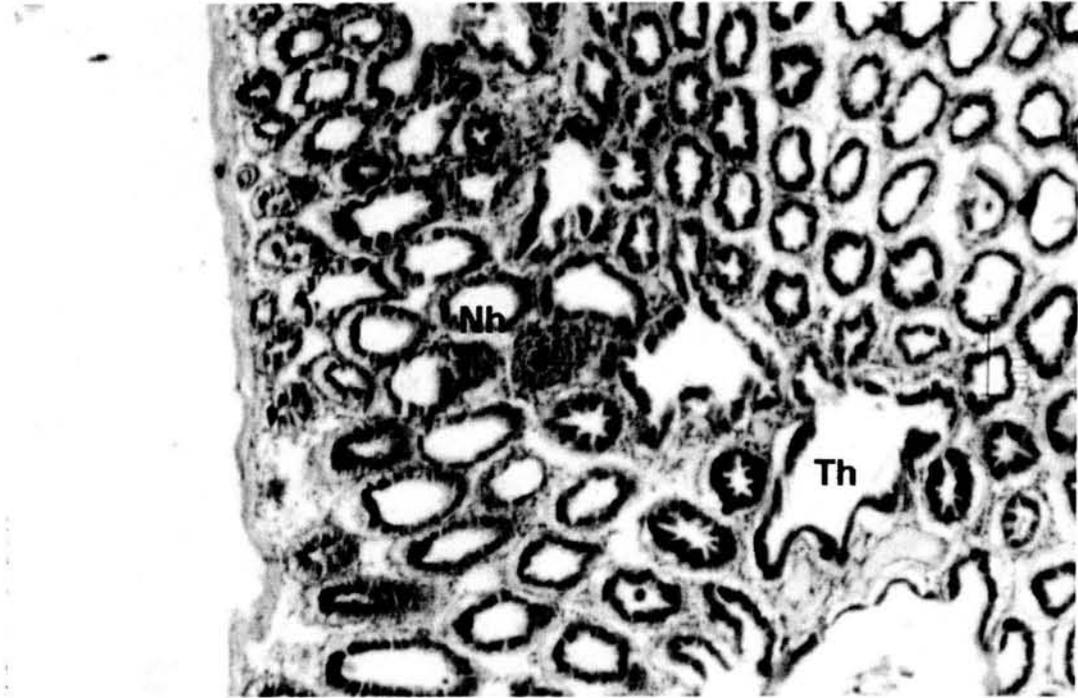


Fig.5. Aspecto general del hepatopáncreas donde se observa la alteración que presentan los túbulos del hepatopáncreas (Th), y la formación de un nódulo hemocítico o granuloma (Nh). H-E. 50X. (longitud de la barra 100 $\mu$ m).

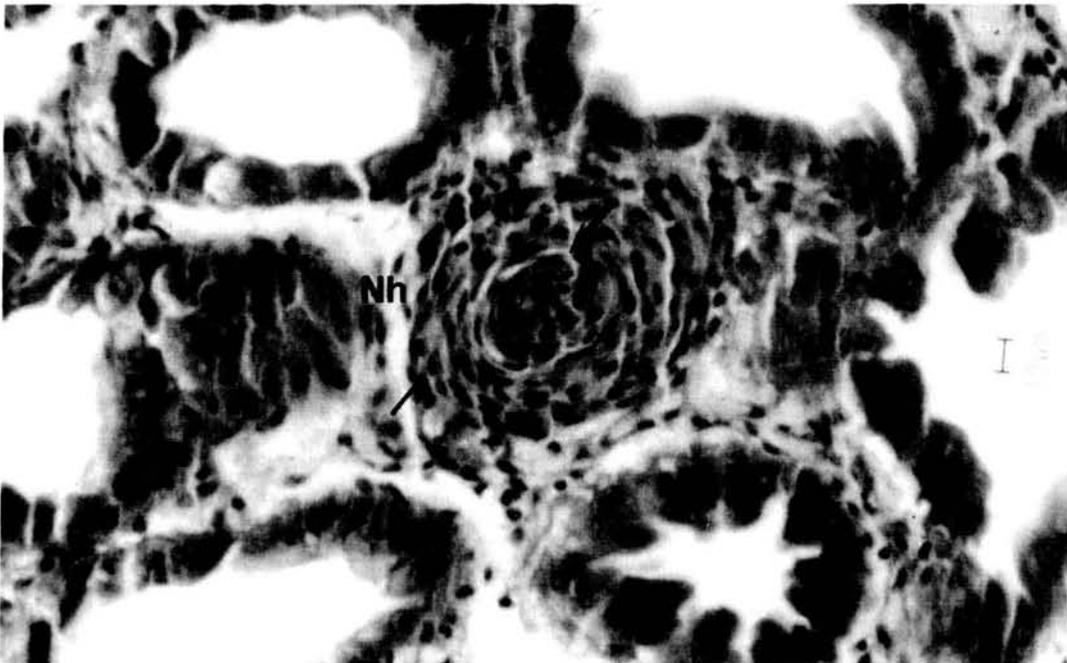


Fig. 6. Acercamiento de un granuloma o nódulo hemocítico (Nh). Característico de la enfermedad NHP, donde se observan un gran número de hemocitos (→) y células melanizadas (→). H-E. 100x.

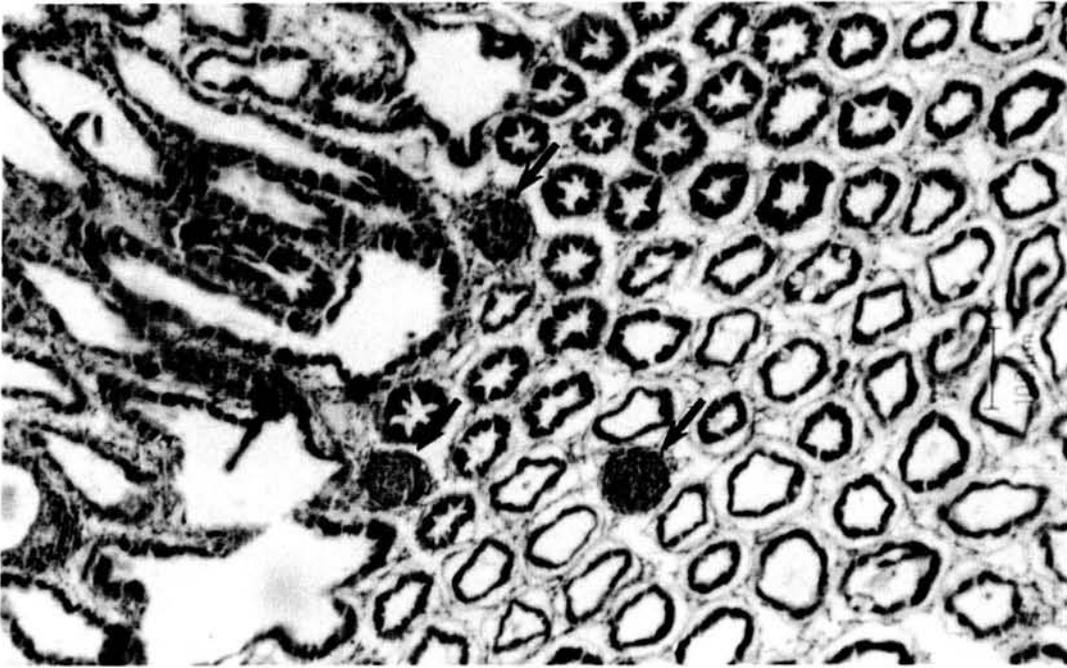


Fig. 7. Vista general del hepatopáncreas, donde se identifican tres nódulos hemocíticos (→) en proceso de formación. H-E. 25X.

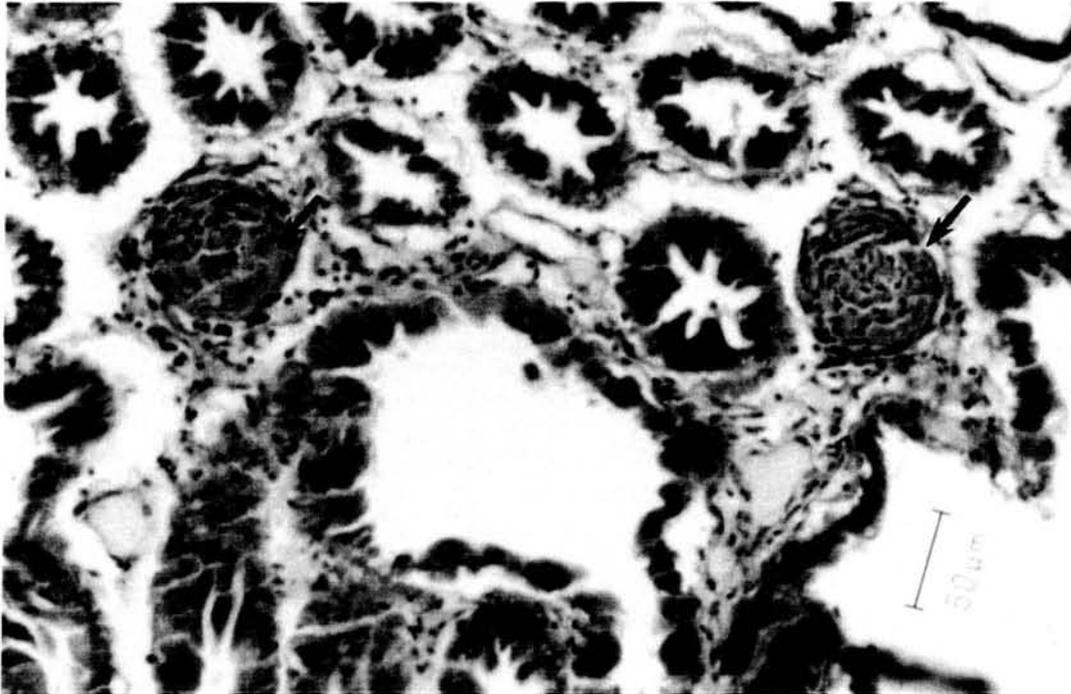


Fig. 8. Acercamiento de dos nódulos hemocíticos o lesiones granulomatosas (→), los hemocitos concéntricos a las células melanizadas. H-E. 50X.

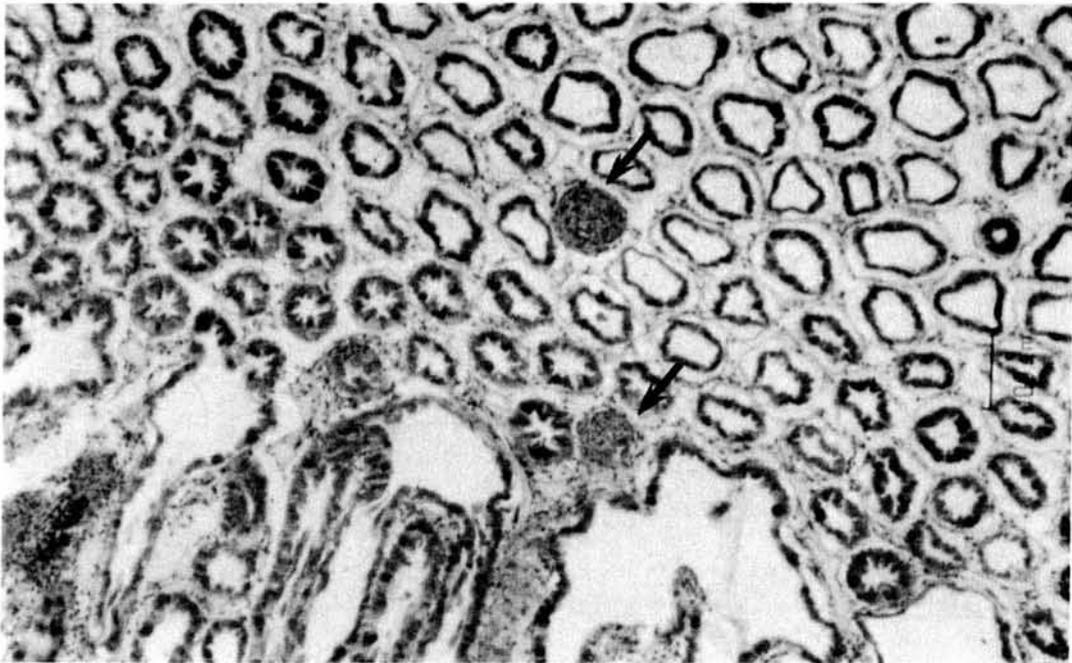


Fig. 9. Panorámica del hepatopáncreas, donde se localizan dos nódulos hemocíticos (→) melanización de algunas zonas y la pared de los túbulos con escasas células epiteliales. H-E. 25X. (longitud de la barra 100 $\mu$ m).

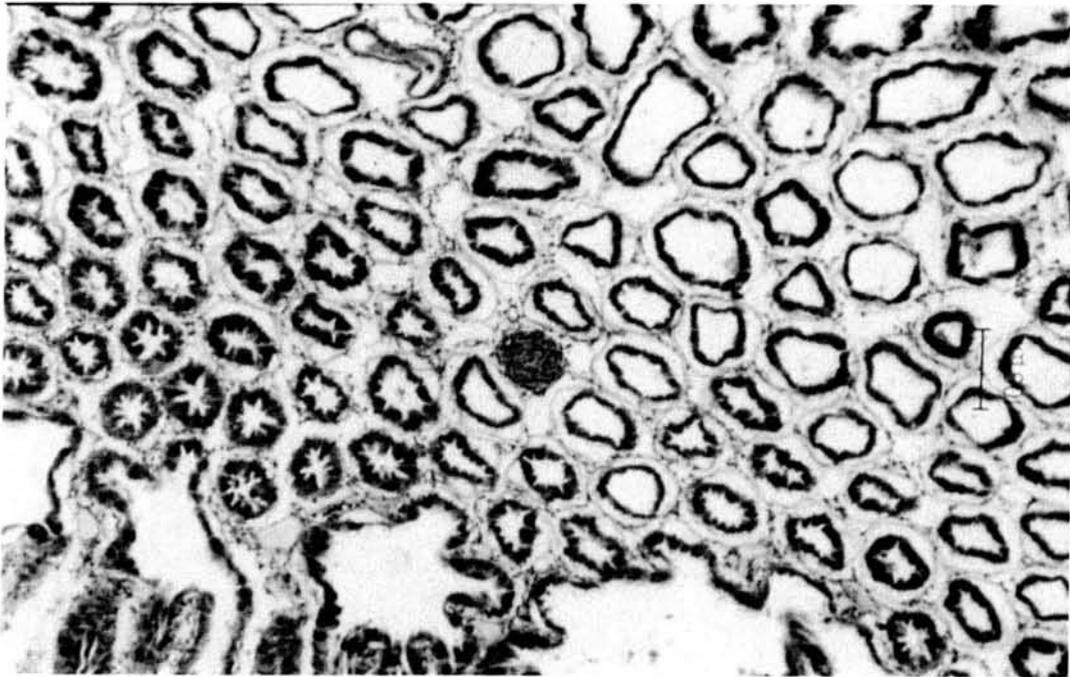


Fig. 10. Otro aspecto del tejido del hepatopáncreas donde se aprecia la pared de los túbulos y la formación de los granulomas. H-E. 25X.

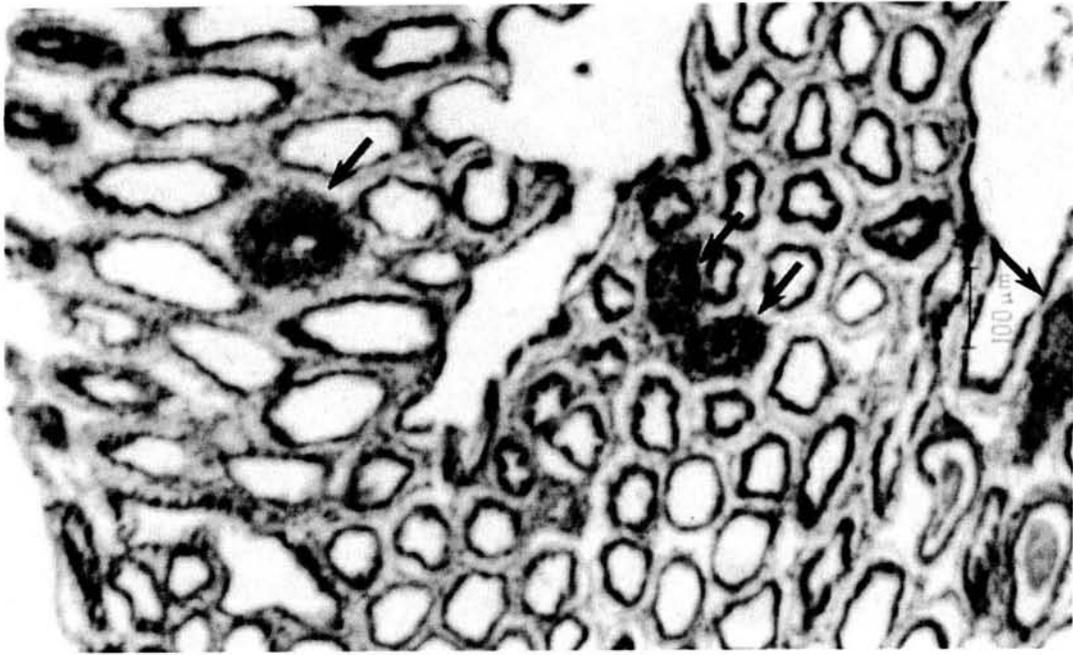


Fig. 11. Túbulos del hepatopáncreas donde se observa la formación de varios nódulos hemocíticos (→). H-E. 25X.

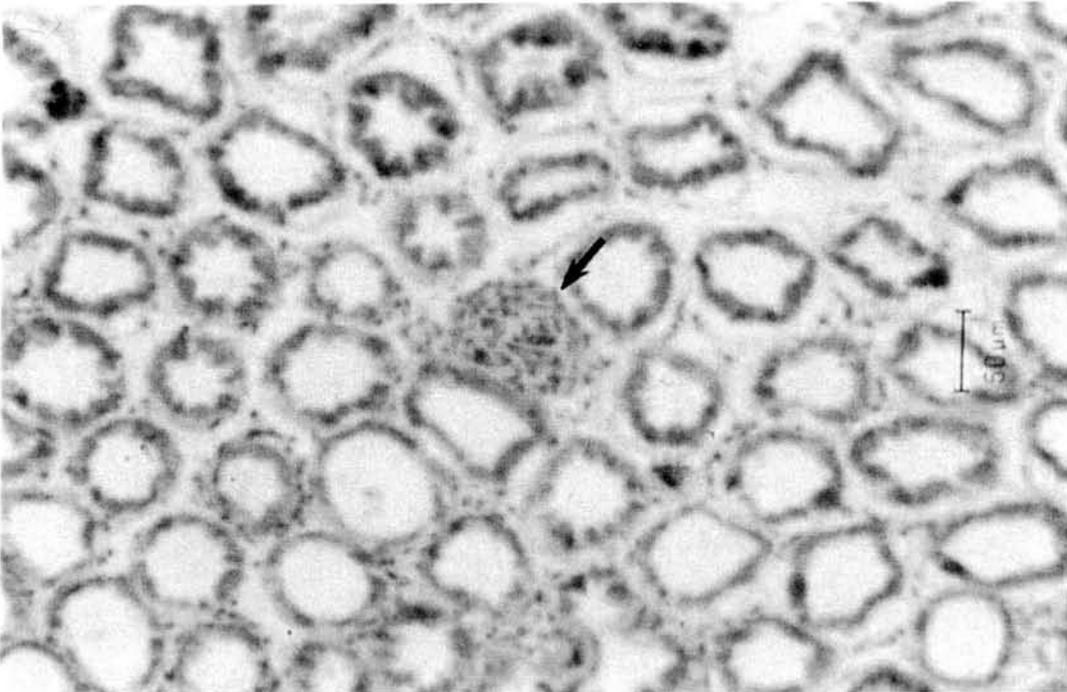


Fig. 12. Vista general de hepatopáncreas de camarón peneido, donde se observan nódulos hemocíticos (→), y túbulos del hepatopáncreas con lesiones causadas por las bacterias intracelulares. H-E. 25X.

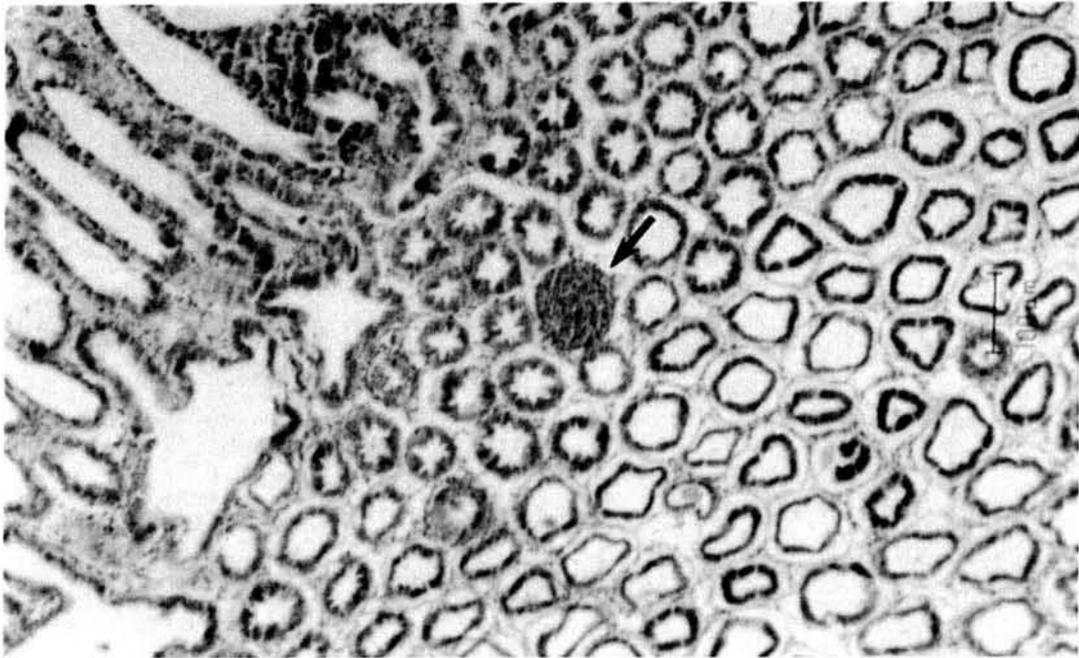


Fig. 13. Otra vista del hepatopáncreas de camarones peneidos, donde se observan nódulos hemocíticos (→), y túbulos del hepatopáncreas con lesiones causadas por las bacterias intracelulares. H-E. 25X.

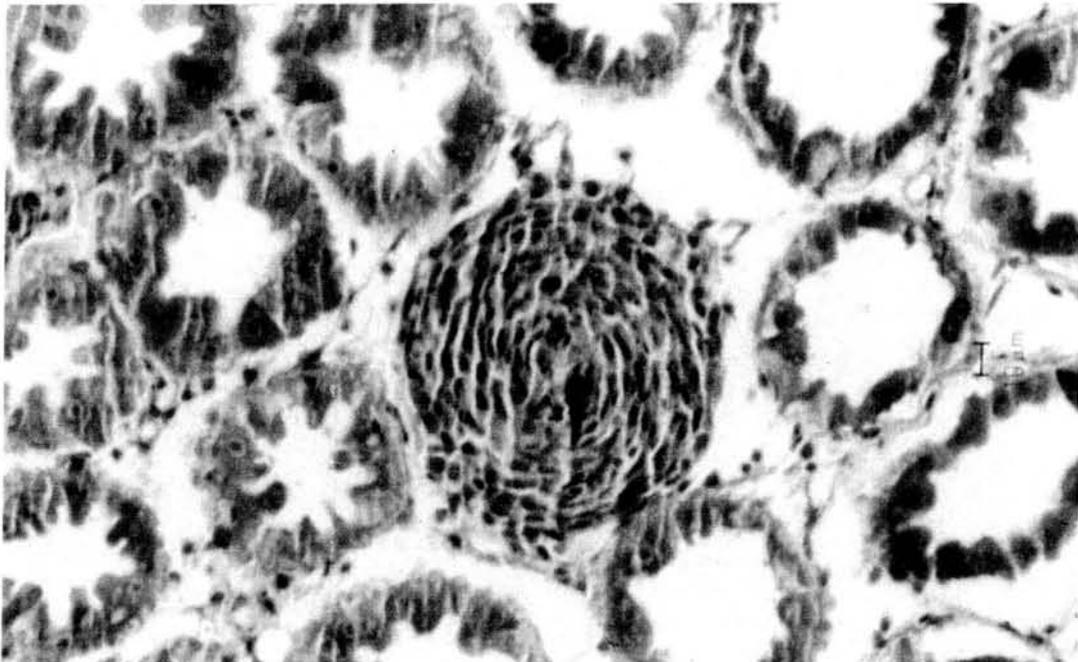


Fig.14. Acercamiento de un nódulo característico de la enfermedad de la Necrosis del Hepatopáncreas, donde se observan los hemocitos dispuestos en forma concéntrica. H-E.100X.

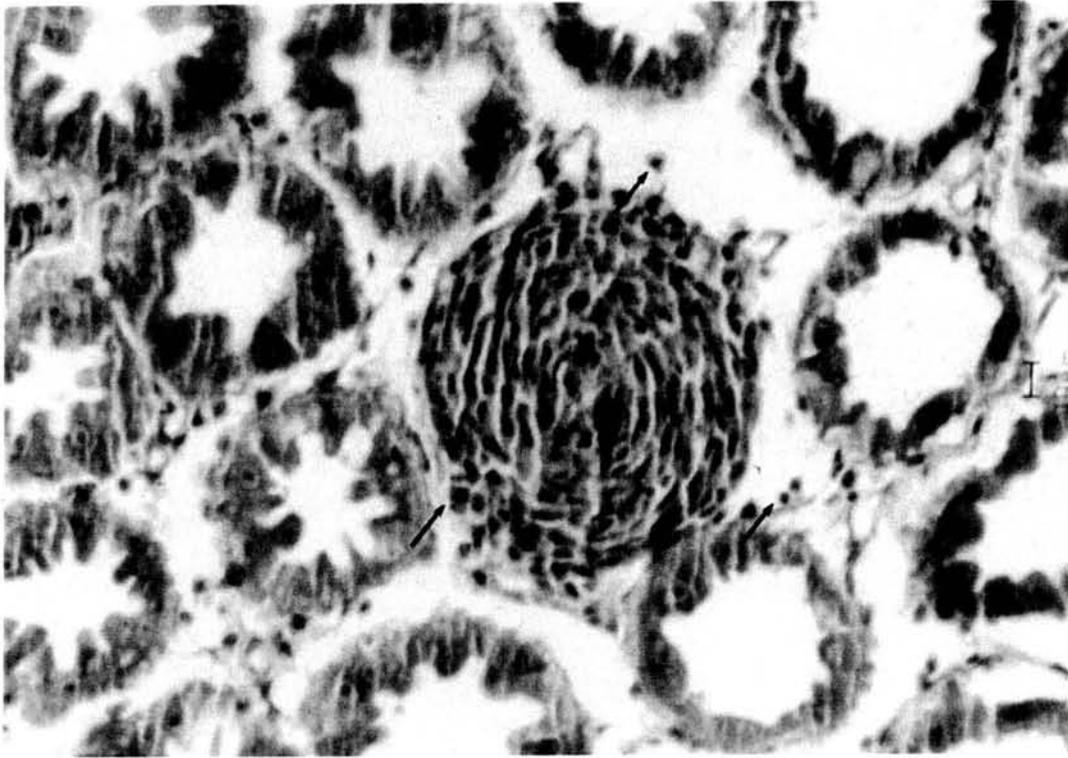


Fig. 15. Detalle del granuloma formado entre los túbulos del hepatopáncreas, hemocitos (→)H-E. 100X.



Fig. 16. Túbulo del hepatopáncreas donde se observa descamación de las células del epitelio y adelgazamiento de su pared. H-E. 25X.

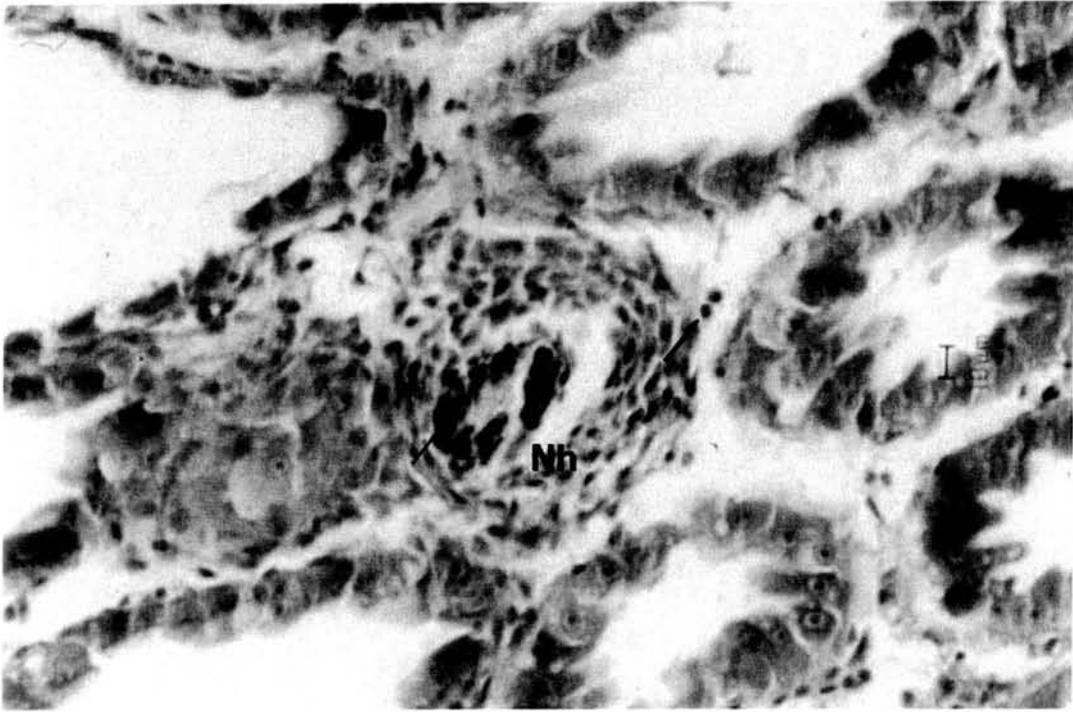


Fig. 17. Nódulo del hepatopáncreas (Nh) con células melanizadas ↑ al centro y hemocitos ↑ rodeando las células. 63X. H-E.

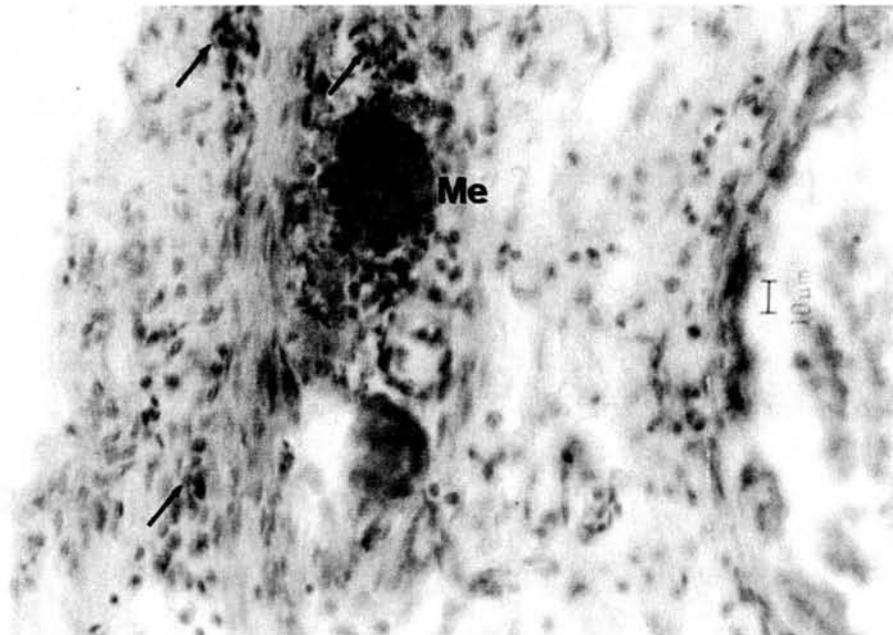


Fig. 18. Melanización (Me) en el tejido hepatopancreático, ya no existen túbulos. en su lugar se observa poco tejido conjuntivo y hemocitos (→) H-E.100X.

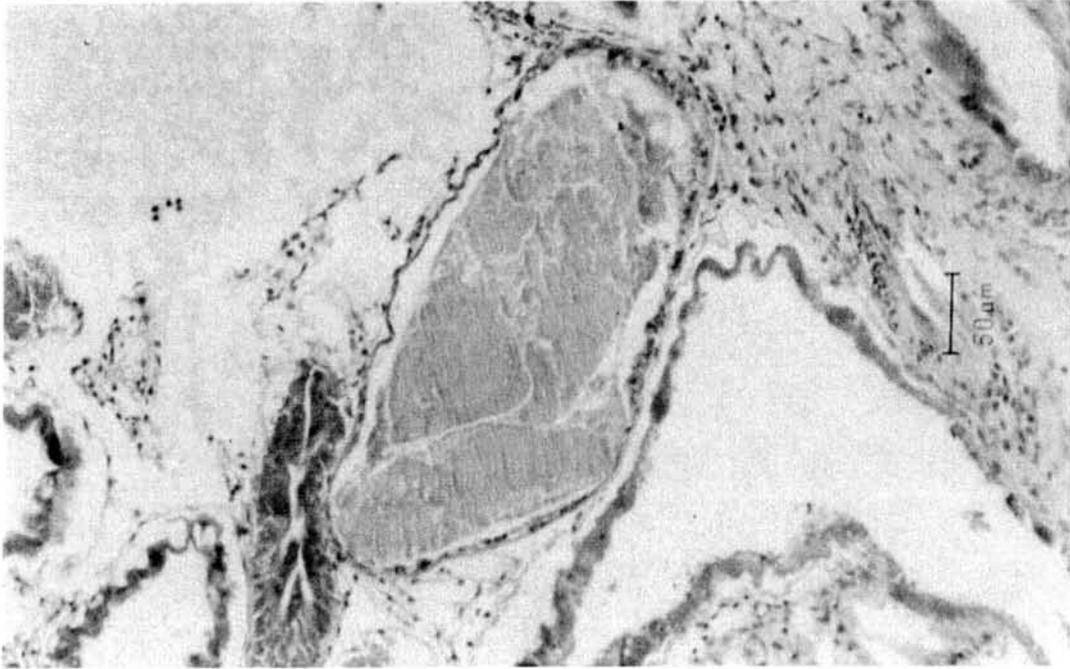


Fig. 19. Inflamación de un vaso sanguíneo del tejido hepatopancreático del camarón. H-E.100X.

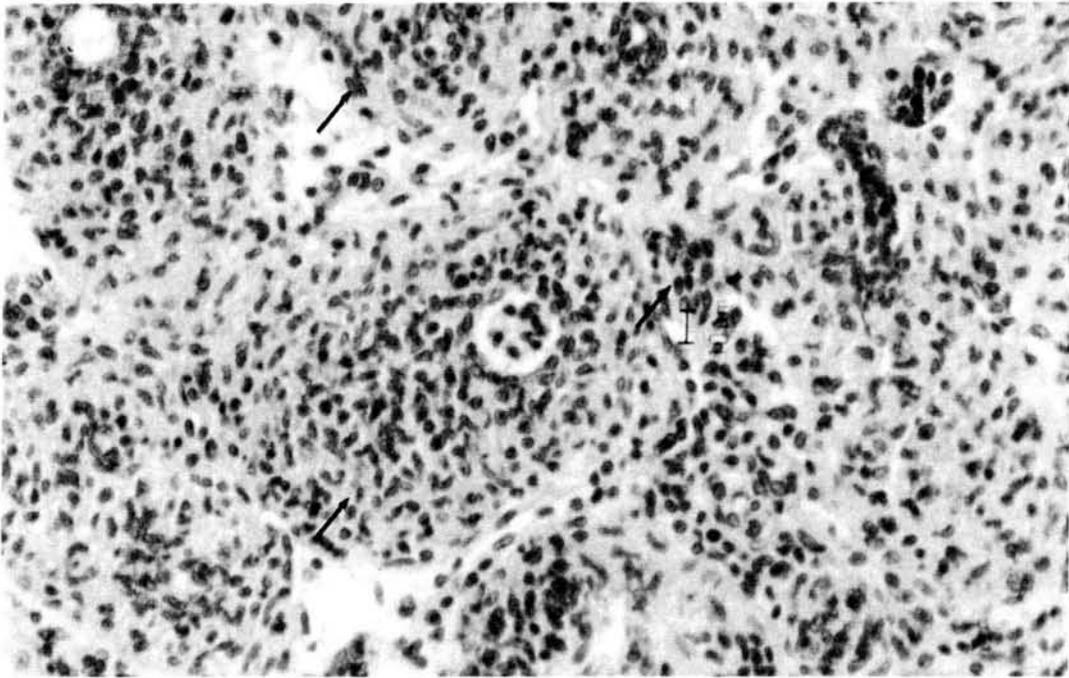


Fig. 20. Corte de hepatopáncreas de camarón peneido donde se observa una zona inflamada del hepatopáncreas con gran número de hemocitos (→). H-E. 63X.

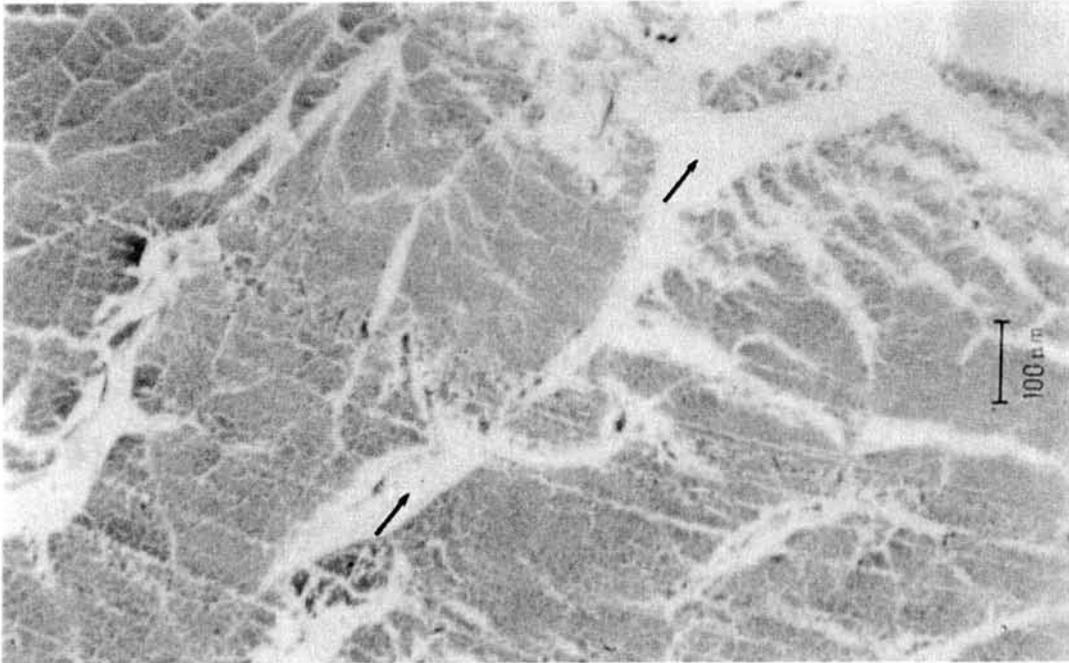


Fig. 21. Aspecto del tejido muscular, donde se observan zonas lisadas, en las que ya no se encuentran fibras musculares. H-E. 100X.

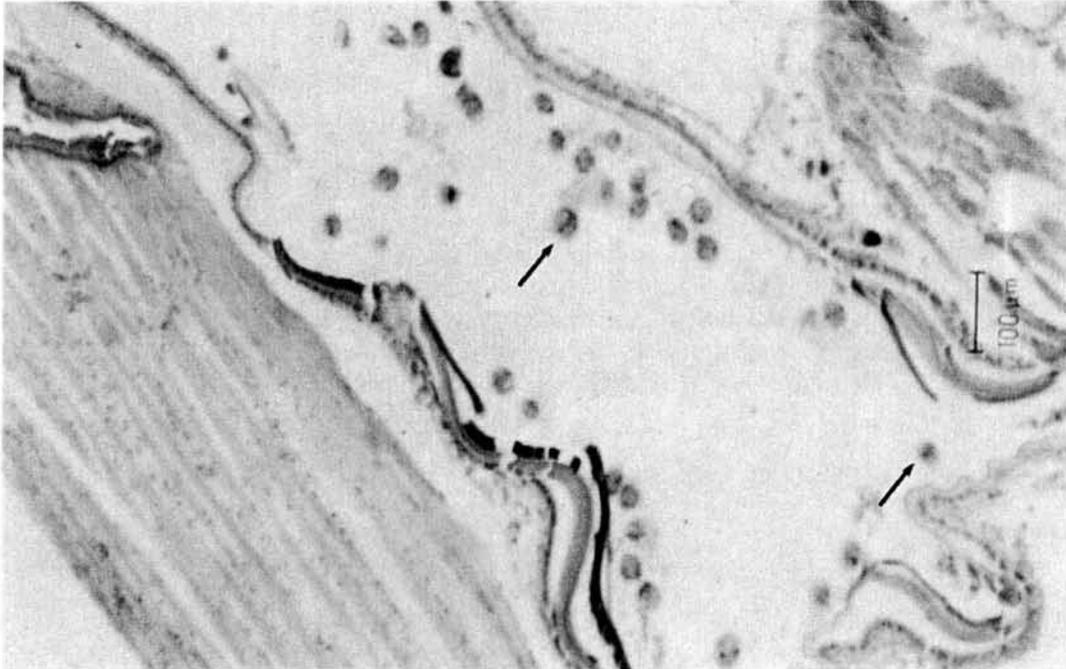


Fig. 22. Protozoarios epibiontes (→) del género *Zoothamnium* sp., adheridos a la cutícula del cefalotórax de camarones penidos. H-E. 50X.

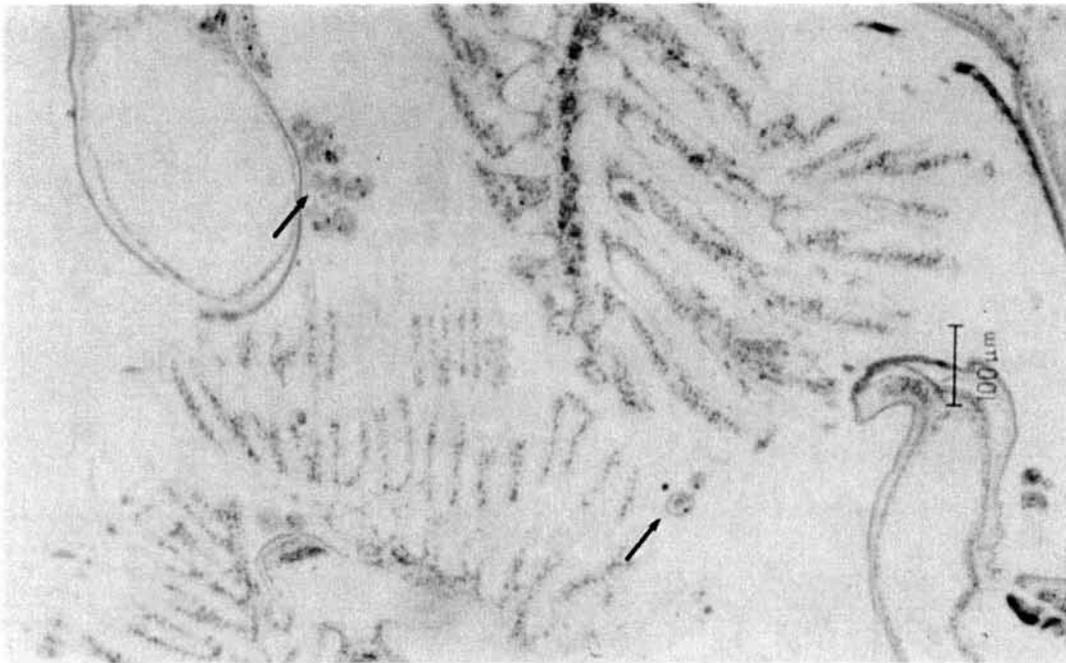


Fig. 23. Vista general de protozoarios epibiontes (→) localizados en las lamelas branquiales y cutícula de camarones peneidos afectados con la enfermedad de NHP. H-E. 50X.

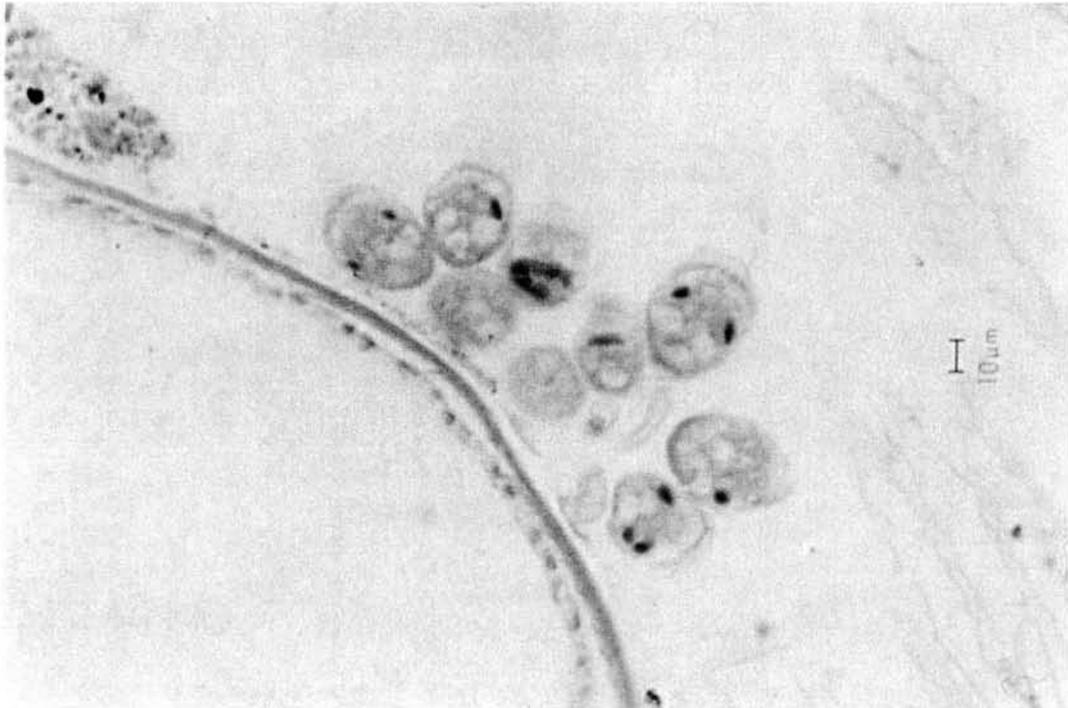


Fig. 24. Colonia de protozoarios del genero *Zoothamnium* sp, en cutícula H-E. 100X.

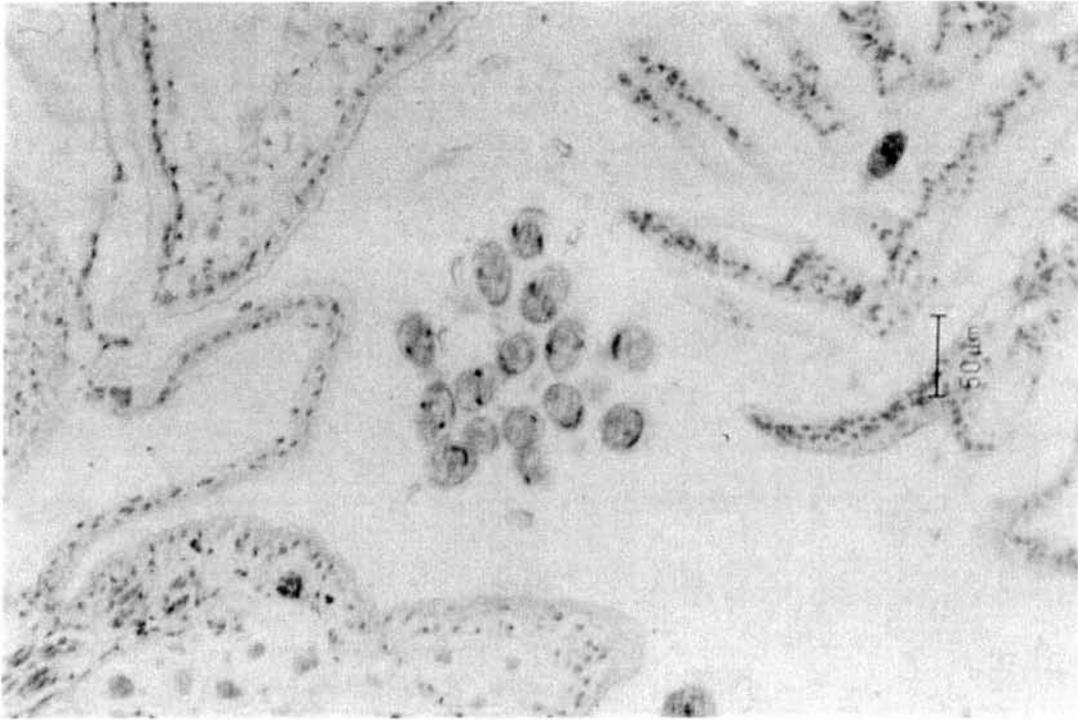


Fig. 25. Vista general de protozoarios epibiontes localizados en lamelas branquiales en camarones peneidos que presentan la enfermedad de la Necrosis del hepatopáncreas (NHP). H-E. 50X.

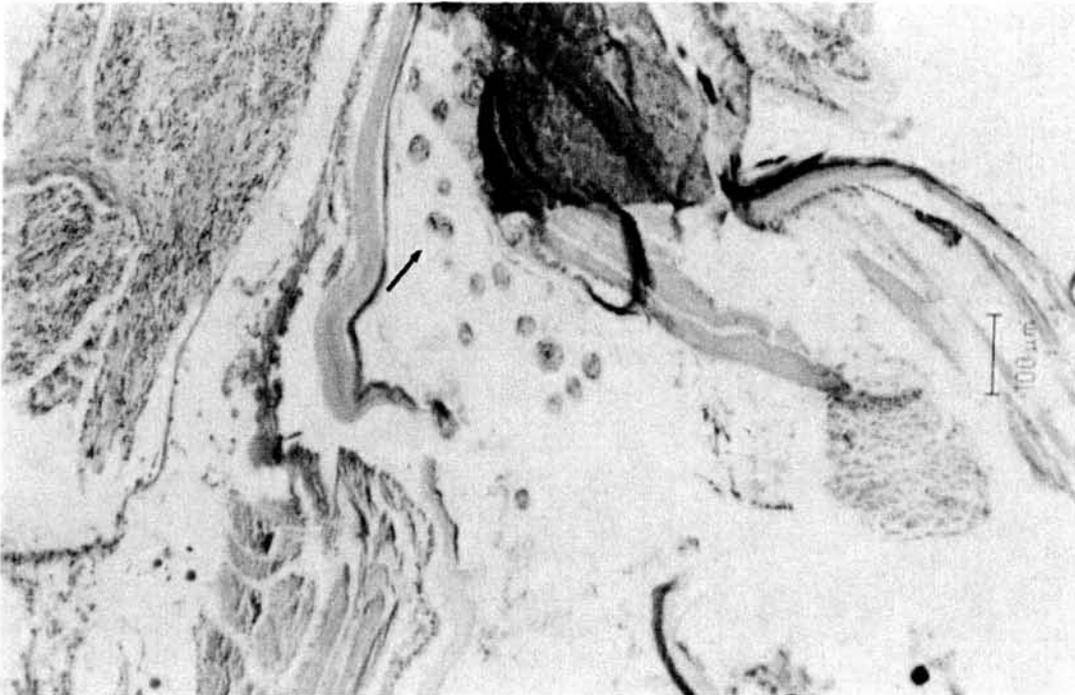


Fig. 26. Vista general de protozoarios epibiontes (→) localizados en cutícula de pereiópodos en camarones peneidos que presentan la enfermedad de la Necrosis del hepatopáncreas (NHP). H-E. 50X.

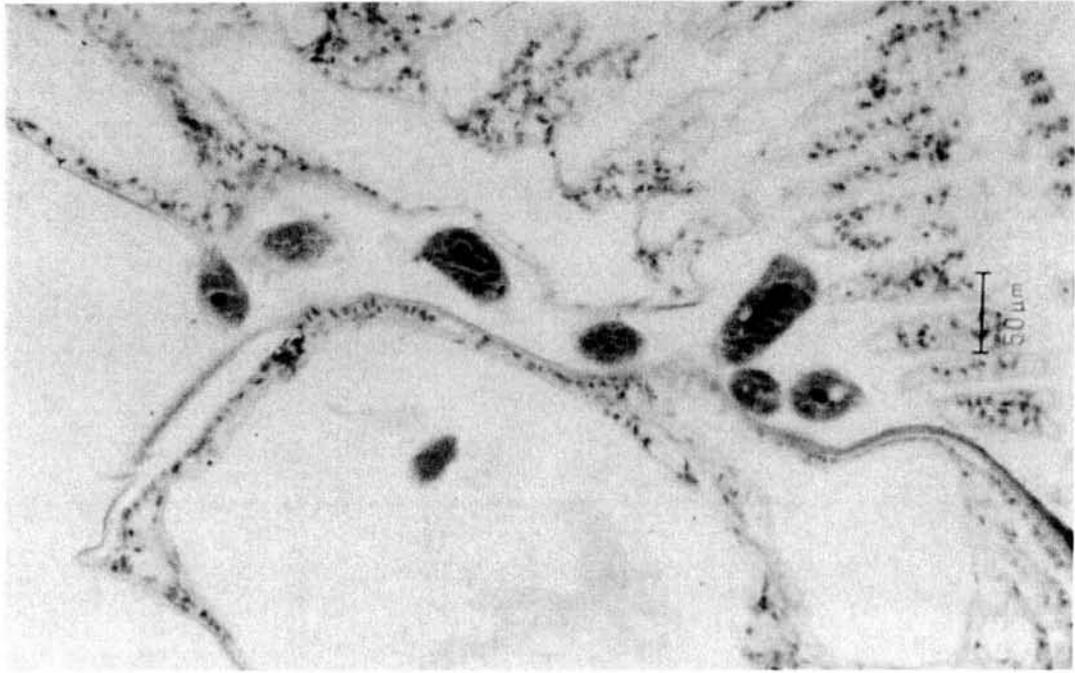


Fig. 27. Protozoarios succionarios *Acineta* sp., adheridos a la cutícula del cefalotórax y branquias de un camarón que presenta la NHP. H-E. 50X.

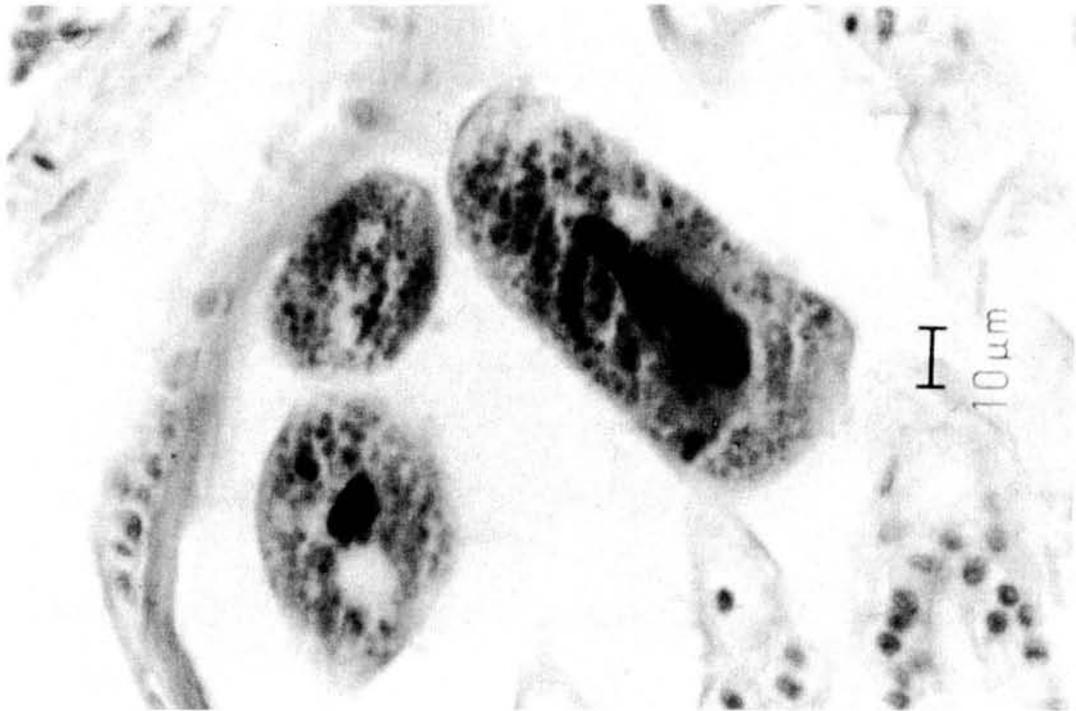


Fig. 28. *Acineta* sp. sujeta a la pared de la cámara branquial de un camarón peneido. H-E. 184X.

## 8. DISCUSIÓN

Morales 2001 dice que los hepatopáncreas en fresco de los camarones asintomáticos presentan deformación tubular donde se observa atrofia y estrangulamiento de los túbulos con desprendimiento e hipertrofia celular. lo que coincide con los resultados en fresco que obtuvimos, en donde se observaron los túbulos del hepatopáncreas severamente atrofiados y con células epiteliales descamadas.

Pantoja, en 2002, reporta lesiones granulomatosas y presencia de bacterias intracelulares de las células epiteliales del hepatopáncreas. En los resultados observados, se confirma lo anterior, ya que, en el análisis del tejido hepatopancreático se identificaron granulomas causados por la presencia de bacterias intracelulares.

Lightner, 1996, menciona que el diagnóstico histopatológico se basa, en la observación de la atrofia del hepatopáncreas y lesiones granulomatosas multifocales en los túbulos. Lo que coincide con este estudio al observar las lesiones granulomatosas, formando nódulos hemocíticos, que hacen evidente la atrofia del hepatopáncreas.

La curvatura anormal en el cuerpo de los organismos se relaciona con lo reportado por Conroy y Conroy (1990), donde menciona que la flexión dorsal a nivel del tercer segmento abdominal en los peneidos afectados es el signo de la infestación de *Zoothamnium* sp. En el análisis en fresco de branquias se observó la presencia de una gran cantidad de protozoarios y la flexión anormal en algunos organismos.

Bell, Arume y Lightner 1988. Clasifican a las colonias de ciliados adheridos a branquias en cuatro grados de infestación. Tomando como base esta clasificación, lo observado en el análisis de branquias infectadas por protozoarios estaría en el segundo grado con un porcentaje del 26% al 50 % de ciliados presentes.

Lightner, 1986. Refiere que la presencia de bacterias y de epicomensales, son parte de la flora y fauna normal en el cultivo comercial del camarón peneido. Estos pueden ser patógenos oportunistas que causan enfermedades sólo bajo condiciones que los favorecen. Separa como enfermedades de origen infeccioso a las ocasionadas por virus, bacterias y hongos, y como

enfermedades de tipo no infeccioso a aquellas ocasionadas por protozoarios epicomensales y algas. En el análisis de los resultados se cuenta con la presencia de enfermedades infecciosas como la Necrosis del Hepatopáncreas (NHP) ocasionada por bacterias cocobacilos gram negativas y enfermedades de tipo no infeccioso por la presencia de *Zoothamnium sp.* y *Acineta sp.*

## **9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. Los daños detectados histológicamente atribuidos a la presencia de las bacterias que causan la Necrosis del Hepatopáncreas (NHP) son: atrofia del hepatopáncreas y lesiones granulomatosas multifocales (nódulos) en los túbulos del hepatopáncreas.
2. Uno de los métodos con efectividad para controlar la manifestación de la Necrosis del Hepatopáncreas (NHP), es tener un adecuado control de los parámetros fisicoquímicos como son la temperatura y la salinidad, principalmente.
3. El gran número de protozoarios ciliados presentes en los camarones examinados indica un mal manejo del agua de los estanques de la granja.
4. Incrementar el recambio de agua para reducir la salinidad en los estanques.
5. El estrés en los camarones puede disparar un nuevo brote epidemiológico, al reactivar agentes patógenos latentes.
6. Se recomienda un diseño de estanques más profundos para mitigar el efecto de las altas temperaturas.

## 10. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Alfonso, E, L. Ramos, E. Díaz, G.Torres y C. Rosas. 1993. Manual del II Curso internacional de producción de postlarvas de camarones peneidos del Atlántico de América. Coordinación de Servicios Editoriales de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 132pp.
- 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.
- Auró, A. O. 2002. Apuntes de Sanidad Acuícola. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 89pp.
- 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.
- 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.
- Brusca, R.C. and G.J. Brusca. 2003. Invertebrates. Second edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers USA. 936pp.
- Burbano, G. 1999. Los betaglicanos. V Congreso Ecuatoriano de Acuicultura, Enfocando los Retos del 2000. 28 al 30 de octubre de 1999. Guayaquil, Ecuador.
- Conroy, P. A. y G. Conroy. 1990. Manual de patología de camarones peneidos. 2ª. Edición. D. a. & G. Conroy. Maracay, Venezuela. 197pp.
- Del Torno, J.J. 1992. Establecimiento del cultivo de camarón *Penaeus vannamei* Boone en el litoral del Estado de Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 58pp.
- Frelie, P.F. and D. H. Lewis. 1992. Microscopic and ultrastructural studies of necrotizing hepatopancreatitis in Texas cultured shrimp (*Penaeus vannamei*). Veterinary Pathology. USA. 29: p. 269-277.

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. p.397-409.

Granja, C. y M. Salazar. 2001. Una revisión acerca de los mecanismos de la respuesta inmunológica del camarón. Panorama Acuícola. Septiembre/Octubre. 2001 México. p.8-9.

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. p.25-39.

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

Jardón, P. E. 2003. Identificación de gregarinas (Protozoa: Sporozoa) en el aparato digestivo de camarones peneidos del estado de Nayarit. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 61pp.

Jiménez, G. F. 1999. Atlas de Enfermedades de Peneidos Dirección General de Acuicultura. SEMARNAP. 80 pp.

Jiménez, G. F. y G. C. Ibarra. 2001. Manual de recomendaciones para el manejo de granjas de camarón en México. SAGARPA. CONAPESCA. 22pp.

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

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 3: Bacteria/Necrotizing Hepatopancreatitis. 5pp.

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

Loy, J.K., and F.E. Dewhirst. 1996. Molecular phylogeny and in situ detection of the etiologic agent of necrotizing hepatopancreatitis in shrimp. Applied and Environmental Microbiology. Vol. 62, No. 9. p.3439-3445.

Manzano, S. 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.

Morales, C.M. S. y S.M.C. Chávez. 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.

Morales, C.M.S. y S.M.C. Chávez. 1999. Histopathological studies on wild broodstock of white shrimp (*Penaeus vannamei*) in the plantations area adjacent to San Blas, Nayarit, México. World Aquaculture Society. 30(2), p.192-200.

Morales, C. M.S. 2000. Principales enfermedades de camarones peneidos en el Pacífico Mexicano. Panorama Acuícola. Vol. 6. No. 1. p.26-27.

Morales, C.M. S. 2001. Necrosis del hepatopáncreas una enfermedad de alta prevalencia en los camarones de cultivo. Panorama Acuícola. Vol. 7. No. 1. p.26-27.

Orbe, A. y A. Arias. 1984. Métodos de cultivo del camarón en México. Dirección General de Acuicultura. Secretaría de Pesca. México. 27pp.

Pérez Farfante, I. and B. Kensleey. 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnosis for the Families and Genera. Muséum National d' Histoire Naturelle. France. 233pp.

Rodríguez, C. 1988. Manual técnico para la operación de granjas camaroneras Secretaría de Pesca. México. 153pp.

SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. p. 13-34.

SEMARNAP. 2000a. Carta Nacional Pesquera. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación. 28 de Agosto de 2000. México. Tercera sección. p. 49-72.

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

SEMARNAP. 2000. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 691 pp.

SEPESCA. 1994. ¿Qué es la acuicultura?. Colección nacional de manuales de capacitación pesquera. Secretaría de Pesca. México.59pp.

Stern, S. y L. Galli. 2000. Alteraciones histológicas por cambios en la salinidad en juveniles de *Litopenaeus vannamei*. Revista Acuicultura de Ecuador en [www.nauplius.com/php3/articulos](http://www.nauplius.com/php3/articulos).

Xiuqin, S., Z. Jinxing and W. Yunpeg. 1999. Studies on the prevention and treatment of mycosis and ciliate disease of larval penaeid shrimp. Acta Oceanologica Sinica. China Ocean Press. Vol. 10, No.3, p. 463-466.

Páginas web:

[www.sagarpa.gob.mx/conapesca/informacion.htm](http://www.sagarpa.gob.mx/conapesca/informacion.htm)

[www.inp.semarnat.gob.mx/](http://www.inp.semarnat.gob.mx/)

[www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

[www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/cientif/main.htm](http://www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/cientif/main.htm)