



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**Daño ocasionado por la presencia de
microsporidios en el músculo abdominal de
camarones peneidos del estado de Sonora**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGA**

**P R E S E N T A :
MARTHA ANGÉLICA BONILLA VÁZQUEZ**



FACULTAD DE CIENCIAS

UNAM

DIRECTORA: M. EN C. MARÍA DEL PILAR TORRES GARCÍA



2004

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



ESTABLECIDA EN 1822



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Bonilla Vázquez Martha
Angélica
FECHA: 04/05/04
FIRMA: Martha Bonilla V.

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: "Daño ocasionado por la presencia de microsporidios en el músculo abdominal de camarones peneidos del estado de Sonora".

realizado por Martha Angélica Bonilla Vázquez con número de cuenta 8840028-0 quién 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 Rodríguez.

Teresa Sosa R

Propietario Biol. José Ignacio Fernández Méndez.

José I. Méndez

Suplente M. en C. María Teresa Gaspar Dillanes.

Comit

Suplente Dr. Pedro Joaquín Gutiérrez Yurrita

Pedro Joaquín

Consejo Departamental de Biología.

Juan Manuel Rodríguez Chavez
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chavez.

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGIA

Dedicatoria

A mi Madre

*Eres mi apoyo y la fuerza para cumplir mis metas.
Soy afortunada al tenerte.*

Te quiero.

Gracias

A mi progenie

Por que te he esperado hace mucho tiempo.

En memoria

A Doña Juana

A Giovanni

A Beto

A Peluche

A Juvito

Gracias por ser parte de mi vida.

Agradecimientos

A mis Hermanos Juan Diether y Edgar Fernando por estar siempre conmigo. Los quiero.

A mi gran Familia: al Abuelo, Tíos, Primos y Sobrinos

A mis amigos, sin Ustedes no hubiera continuado. Gracias

A David Infante A. por el interés y facilidades para este proyecto.

A mis compañeros y maestros.

A mis sinodales por todo el tiempo, paciencia y esmero para desarrostrar mi potencial.

Y a ti por darme el mejor regalo.

Reconocimiento

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme ser parte de ella.

Al laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la UNAM con mi gratitud y cariño por darme la oportunidad de desarrollar este mi primer trabajo profesional. Muy especialmente a la Biol. Teresa Sosa Rodríguez por sus enseñanzas, paciencia y amistad que siempre me brindó, Gracias Tere.

A mis compañeros del Laboratorio de Invertebrados: A Tere, Meche, Sarita, Erick, Carlos, Carlitos, Ale, Romeo, José Luis, Paty y Eva. Gracias por su apoyo y convivencia de tanto tiempo..

A la Biblioteca de la Facultad de Ciencias, por el respaldo que siempre me brindaron. Toño Gracias.

Al Centro de Cómputo "Tomás A. Brody" de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Al Laboratorio de Microcine de la Facultad de Ciencias de la UNAM que sin su valiosa ayuda no hubiera sido posible concluir.

Al Laboratorio de Protozoología en especial a la Dra. Rosaura Mayen por el interés prestado.

Al Laboratorio de Neuromorfometría del Instituto Nacional de Pediatría por medio del M. en C. Marco Antonio Martínez Ávila por su tiempo y apoyo en el uso de su equipo científico.

Al Instituto Nacional de la Pesca por permitirme conocer a profesionales, por el uso de sus instalaciones, y a todos y cada uno de los que con cariño colaboraron para la elaboración de este trabajo. Especialmente a Nachito, Tere, Gina, Edith, Gerardo, Memo, Paty Guzmán, Manuel Flores, Magui Hernández, Luz Ma., y al Staff de Oceanografía. Mil gracias

Al Dr. Pedro Joaquín Gutiérrez Yurruta por el apoyo y las porras que siempre me haz brindado. Mil Gracias Pedro.

A FianSerCa, Fianzas y Servicio de Calidad, a Roberto Ramírez Rodríguez Asesor Profesional. Gracias Beto.

*Este trabajo se desarrolló 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 UNAM.*

Es un orgullo ser su discípula.

Por sus sabios consejos y cariño de siempre.

Mil Gracias.

Mamá Pilar

*Hacer lo que te gusta no es la receta de una vida
más sencilla.*

Es la receta de una vida interesante.

(Matthews, 2000)

ÍNDICE

	Pag.
1.0. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Camaronicultura mundial	
1.2 Camaronicultura en México	
1.3 Tipos de cultivo	
1.4 Importancia	
1.5 Biología de la especie. Generalidades	
1.6 Ubicación taxonómica	
1.7 Morfología externa del camarón	
1.8 Morfología interna del camarón	
1.9 Ciclo de vida del camarón	
1.10 Distribución	
2.0 ANTECEDENTES	17
2.1 Clasificación taxonómica de los microsporidios	
2.2 Investigaciones sobre microsporidios	
3.0 OBJETIVO	22
4.0 ÁREA DE ESTUDIO	23
5.0 MATERIAL Y METODO	28
5.1 Técnica histológica	
• Colecta	
• Fijación	
• Corte de segmentos	
• Deshidratación	
• Corte	
• Tinción	
• Montaje	
6.0 RESULTADOS	33
6.1 Microsporidiosis, enfermedad de algodón o camarón de leche	
6.2 Ciclo de vida de los microsporidios	
6.3 Resultados de las observaciones al microscopio del material procesado	
6.4 Otras enfermedades	
7.0 DISCUSIÓN	49
8.0 CONCLUSIONES	51
8.1 Recomendaciones	
9.0 LITERATURA CONSULTADA	52

1.0 INTRODUCCIÓN

El camarón ha sido un recurso pesquero importante para México, debido a los ingresos y divisas que generan las diferentes pesquerías de camarón y por el número de empleos productivos que se crean tanto en su extracción como en su procesamiento, distribución y comercialización, se ha constituido como una de las principales actividades del sector pesquero desde el punto de vista económico (NOM-002-PESC-1993).

La explotación sin control de algunas especies de camarón de interés comercial, por el sector productivo (pesquería y cultivo), ha ocasionado la disminución en el volumen de su captura en los últimos años. Una alternativa para evitar el agotamiento del recurso, generación de empleos y comercialización al extranjero fue el desarrollo de la acuicultura, para recuperar las poblaciones y conservar la pesquería. Aunque actualmente, en español, está más difundida la palabra Acuicultura que Acuícultura, es lingüísticamente incorrecta, ya que parece más la traducción directa del inglés *Aquaculture*, que una palabra del español proveniente del latín. El término Acuicultura viene de la palabra del latín (*aqua*=agua) y otra del bajo latín (*cultivare*=cultivar). En español, cuando se unen dos palabras, si la terminación es vocal, dicha vocal puede transformarse en *i* (Gutiérrez-Yurrita, 1999).

Acuicultura es una actividad que está orientada al cultivo (reproducción, crecimiento y engorda) de organismos acuáticos; apoyada con métodos y técnicas para el aprovechamiento de dichos recursos pesqueros (Instituto de Acuicultura y Pesca del Estado de Jalisco, 2002).

El cultivo de estos organismos acuáticos ha adquirido gran importancia dentro de los programas de acuicultura debido a que:

- Contribuye a la alimentación humana, por su gran potencial de producción.
- Por su importancia social y económica en la creación de fuentes de trabajo e ingresos económicos.
- Por su concepto de exportación dando como resultado entrada de divisas al país (Fernández, 2001).

En México, el cultivo de camarón es una actividad acuícola que se conoce desde la época prehispánica, según los relatos de Francisco Javier Clavijero, Fray Juan de Torquemada y Hernán Cortés, cuando algunas comunidades indígenas realizaban encierros rústicos "tapos" (Fig. 1) en lagunas costeras y estuarios. En 1933 se inician los primeros encierros en la Ensenada de Carros, Laguna de Huizache, Sinaloa y en Puerto Peñasco, Sonora. El camarón se capturaba en los sistemas lagunares sólo para autoconsumo local o regional, costumbre que se conservó hasta fines del siglo XIX (SEPESCA, 1986).

Los "tapos" se construyen de palma de coco de 30 a 40 cm de diámetro, a manera de una compuerta rústica cubierta de mallas o redes y sostenidas en el fondo. (SEPESCA, 1986). El primero en ser de concreto fue el tapo Revolución, en Escuinapa, Sin. (Fig 1).

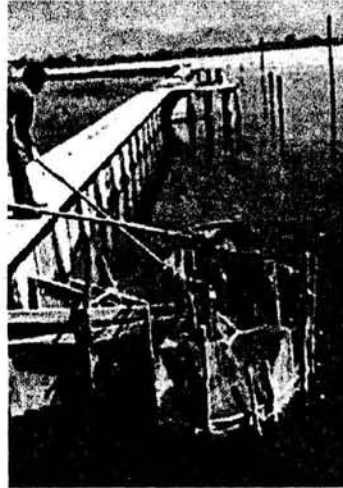


Figura 1. Tapo Revolución. Escuinapa Sinaloa
(Tomado de Cifuentes *et al.*, 1997b)

El aprovechamiento del recurso inició con la instalación de la primera granja experimental de cultivo intensivo de camarones en Puerto Peñasco, Sonora en 1971 (SEMARNAT, 2001). A partir de 1975, el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS) incursionó en la investigación sobre otros sistemas de cultivo como el semi-intensivo. En la actualidad las investigaciones están orientadas al cultivo semi-intensivo, intensivo e hiperintensivo. (Martínez, 1993).

La tecnología desarrollada por el CICTUS, es aplicada en algunas cooperativas de producción acuícola, como ejemplo de ello se tienen las experiencias llevadas a cabo en Rancho Chapo, Sonora, en donde en 1987, se realizó una siembra de postlarvas en estanques de tierra, logrando producciones aceptables. La Cooperativa Loma Linda, localizada en el Municipio de Navolato, Sinaloa, para 1993 contaba con 100 hectáreas en producción y en su primera cosecha obtuvo 120 toneladas. Las postlarvas empleadas provenían del cultivo larvario realizado en el CICTUS. (Martínez, 1993).

Actualmente las investigaciones del cultivo de camarón, abarcan todos los aspectos relacionados con la producción de alimentos de bajo precio y con alto rendimiento, reproducción más eficiente en condiciones controladas, mejoramiento genético, optimización de sistemas, prevención y control de enfermedades.

A pesar de los beneficios económicos que esta actividad ha generado, también ha sufrido grandes pérdidas en la producción, debido a problemas sanitarios, ya que las enfermedades son un gran obstáculo para el cultivo de camarón. Enfermedad es cualquier desviación del estado normal de salud (Secretaría de Pesca, 1988). Los estanques de cultivo son susceptibles de ser afectados por diversos agentes patógenos, como: protozoarios, hongos, bacterias, pero son las infecciones virales las que causan las pérdidas económicas más graves. Patógeno es cualquier organismo que vive sobre o dentro de otro que ocasiona una enfermedad (Secretaría de Pesca, 1988).

Estas infecciones son causadas por diferentes factores como:

- a) *contaminantes*: por uso indiscriminado de sustancias químicas,
- b) *calidad del agua*: el manejo inapropiado de los factores físico-químicos que intervienen en el medio acuático. (Cuadro 1).
- c) *alimentación*: forma de suministro, frecuencia de alimentación, control en la calidad de alimento balanceado y natural.

Cuadro 1. Calidad del agua. Rasgos paramétricos de factores físico-químicos
(Modificado de Contreras, 1988)

Parámetro	Condiciones
Temperatura	Cultivo larvario 27° a 29° C, Maduración sexual 26° a 28° C, Mínima 14° C a Óptima 25° C
Oxígeno	Cultivo larvario 5 a 7 mg/l, Maduración sexual 5 a 8 mg/l
pH	Maduración sexual y cultivo larvario 7.4 a 8.4
Bióxido de carbono	10 mg/l tolerable con altas concentraciones de oxígeno disuelto, 5 mg/l adecuado estado de las poblaciones
Alcalinidad	Alcalinidad total de Ca CO ₃ 200 mg/l
Dureza	Dureza total: 780 mg/l Dureza carbonatos: 200 mg/l
Sólidos disueltos	Se requiere alta calidad para cultivo de larvas; filtrar y desinfectar
Amoniaco (N-NH ₃)	0.1 mg/l para el resto de las fases de cultivo
Salinidad	Para crecimiento 30‰ siendo el máximo tolerable 35‰

Las fluctuaciones excesivas de estos factores afectan a los organismos provocando estrés y susceptibilidad a las enfermedades.

El confinamiento de un gran número de organismos acuáticos en superficies de agua pequeñas, aumentan notablemente la posibilidad de que entren en contacto los organismos cultivados y los patógenos oportunistas produciendo enfermedades, ocasionando mortalidades de variable magnitud que pueden afectar una parte de la producción o perderla totalmente (Contreras, 1988).

Para resolver la problemática referente a sanidad acuícola, se han puesto en marcha métodos y técnicas que permitan el diagnóstico temprano de estas enfermedades en las poblaciones a cultivar.

El manejo de la patología del camarón como profesión, se inició hace 30 años como una necesidad de la acuicultura y con el objeto de disminuir pérdidas en las producciones. Los métodos de diagnóstico son simples para describir las primeras enfermedades conocidas y los agentes silvestres causales en la camaricultura. En 1971 en el laboratorio del Instituto Nacional de Pesquerías de Galveston, Texas, desarrollaron el “Método Galveston de cultivo larvario”, para detectar problemas sanitarios que podrían afectar a los cultivos de camarón; tecnologías desarrolladas por el Dr. Sparks, director del laboratorio en ese entonces, conformó uno de los primeros programas de investigación en patología de camarón. Por más de una década se desarrollaron y mejoraron las técnicas histológicas para camarón. Finalmente en 1984 el Programa de Desarrollo de Acuicultura del estado de Hawái comisiona al laboratorio de Investigación Ambiental para la elaboración del Manual de Camarón Penaeido Normal.

Las técnicas histológicas tradicionales se aplicaron para describir las lesiones causadas en los tejidos de los organismos por los patógenos. Los métodos de diagnóstico más empleados son: Patología Morfológica e Histopatológica, Microscopia Electrónica, Histoquímica, Microbiología, Bacteriología, Micología y Serología. Actualmente se emplea la Sonda genómica, Marcadores moleculares, Escáner Genético que han proporcionado diagnósticos rápidos y efectivos, los cuales han logrado salvar producciones antes de perderse en su totalidad. (Lightner, 1988).

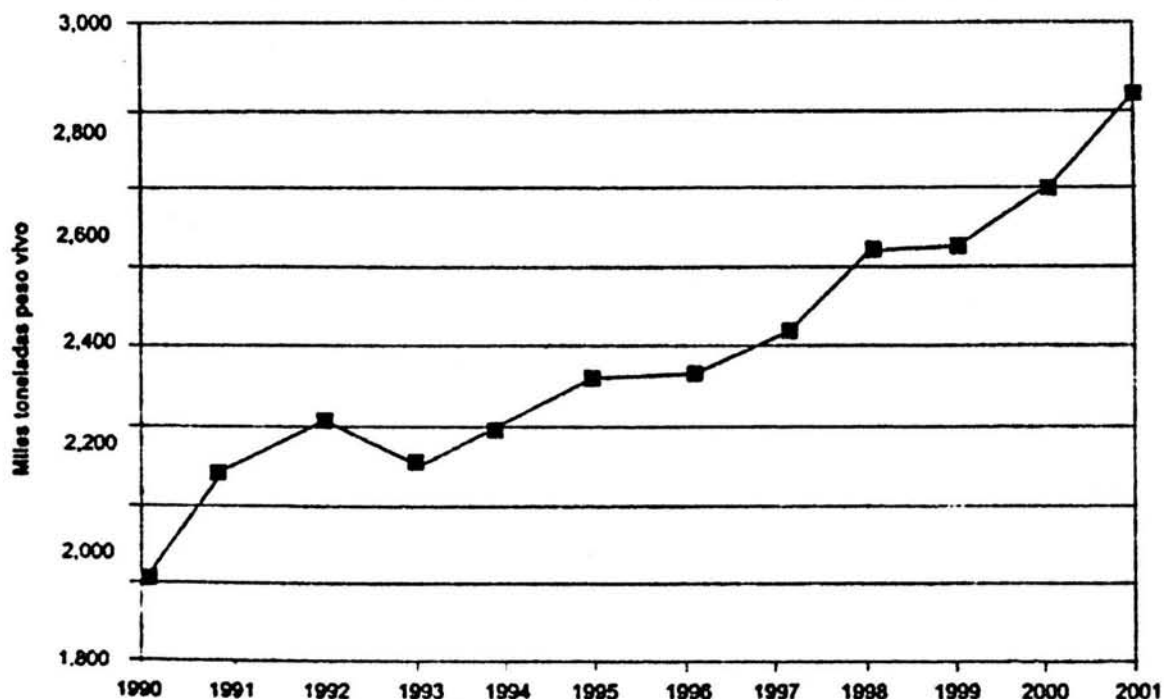
La técnica histopatológica es un método de diagnóstico de enfermedades que permite identificar anomalías a nivel celular en cortes de tejidos de organismos, los mismos que son sometidos a tinciones generales, que permiten observar las lesiones provocadas por los parásitos y su identificación. Parásito es un organismo que obtiene su alimento de animales o plantas sobre o dentro de los cuales vive y que actúan como hospederos (Secretaría de Pesca, 1988).

Los trabajos iniciales sobre enfermedades de camarón fueron de investigadores como: Sprague, (1950); Iversen y Tripulando, (1959); Overstreet, (1973); Johnson, (1975), quienes realizaron un examen microscópico directo. (Lightner y Redman 1998). Los primeros trabajos que mencionan algas y hongos en larvas de camarón son: Ishiakawa (1966); Anderson y Conroy (1968); Overstreet (1973); Johnson *et al* (1973), Barkete *et al* (1974); Lightner (1975); el primer reporte viral fue de Lightner y Fontaine, 1973. Kusada y Watada (1969); Egusa y Ueda (1972); Cocina y Lofton (1973) y Lightner y Lewis, (1975); desarrollaron el método microbiológico clásico para determinar la identidad de los agentes virales. Actualmente la literatura en América es de Johnson (1980), Bell y Lightner (1988), Retman, Conroy y Conroy (1990), Hasson (1995), Lightner (1996), Bonami (1997) y otros. En México, los trabajos referentes a la investigación de las enfermedades de camarón cultivado, son de Bortolini (1994), Pantoja (1996), Jiménez (1999), Fernández (2001), Manzano (2001), Rodríguez-Gutiérrez y Col. (2001), Jardón (2003), Santiesteban (2004) entre otros, por lo que es importante continuar con su estudio.

1.1 Camaronicultura mundial

En la actualidad se estima que la acuicultura aportó el 31% de la producción mundial de camarón con 1.30 millones de toneladas en 2001. El cultivo del camarón presenta una tasa media de crecimiento anual estimada para el periodo 1990-2001 del 5.68% con una media de producción de 982 mil toneladas a nivel mundial como se muestra en la cuadro 2. (FIRA, 2002a)

Cuadro 2. Producción Mundial de camarón por Acuicultura



Fuente: Estimaciones del autor con datos de FAO, World Shrimp Outlook 2001 y CONAPESCA 2001 (FIRA, 2002a).

La producción de camarón por acuicultura constituye hoy en día la única alternativa sustentable para incrementar la oferta. Se estima que la acuicultura aportó el 31% de la producción mundial con 1.30 millones de ton en 2002. El 63% de la producción mundial de camarón vía acuicultura estimada en 2002 la concentran 4 países, Tailandia, China Indonesia e India, el 87% del cultivo se realiza en Asia en 13 países principales y el 13% de la acuicultura de camarón se obtiene en América en 11 países productores.

La producción en América, presentará un rápido crecimiento en nuevas áreas de cultivo, como Brasil pasando de 4 mil ton en 1997 a 50 mil en 2002. Otros países favorecidos con esta tendencia son México, Belice Colombia, Honduras, Perú, Nicaragua y Venezuela. En base a lo anterior, Asia seguirá siendo la principal área productora de camarón cultivado y tal vez el desempeño de América será en una década (FIRA, 2003).

1.2 Camaronicultura en México

En México el cultivo de camarón se inicia en los años 70, basado en un modelo de desarrollo tecnológico en sistema de estanques, uno orientado hacia el cultivo intensivo de ciclo completo, en la unidad experimental de Puerto Peñasco, Sonora; y se otro modelo en los 80's, desarrollado en Nayarit, en un sistema de cultivo semintensivo y de ciclo incompleto (Garmendia, 1996). La producción de camarón en sistemas controlados aplicando técnicas de acuicultura constituye la única alternativa sustentable para incrementar la oferta mundial de camarón, brindando oportunidades de negocio principalmente en las zonas rurales (FIRA, 2002a).

La producción de camarón en México pasará por un periodo de recesión producto de las enfermedades y bajos precios. Pero se prevé el crecimiento de la actividad mediante la consolidación de clusters regionales a 53,920 ton en 2005 y 86,838 ton en 2010 (FIRA, 2003).

En el mercado internacional, el camarón cultivado se distribuye, principalmente congelado, enlatado y empanizado; y en el mercado nacional se distribuye: fresco, congelado, enlatado, descabezado, seco y en polvo. A Estados Unidos y América Latina se exporta en marquetas de 2265 g (congelado en bloques de hielo enfundados en cartón parafinado), descabezado; congelado individual, pelado, desvenado y cocido (Filose, 2001).

También es exportado a Japón en marquetas de 2000 g. Para España la presentación es con cabeza, seleccionado por tallas, sin glaseo envuelto en película plástica y en cajas top-open, pesados en kilos y etiquetado en español. A Francia la presentación es entero, cocido con un aditivo para realzar el color, seleccionado por tamaños, congelado de preferencia de manera individual, en kilos y etiquetado en francés.

Se han desarrollado las estrategias de mercadotecnia para incrementar la demanda de camarón en los mercados nacional e internacional como: la utilización del producto en revistas especializadas de gastronomía, ferias y exposiciones, actividades como la venta directa con compradores claves, así como el desarrollo de nuevas presentaciones para su comercialización. En la figura 2 se observan los tipos y presentación para su comercio.



Fig. 2 Distintas presentaciones como se comercializa el camarón en el mercado nacional e internacional (Gastélum, 2001)

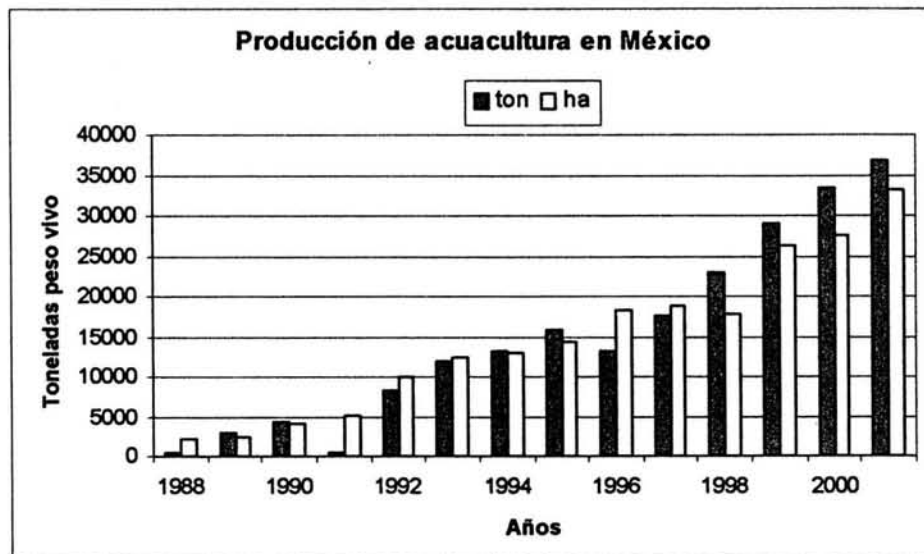
El cultivo de camarón ha logrado incorporar un gran número de empresas de carácter privado y del sector social, en donde se han involucrado grupos ejidales y diferentes sociedades cooperativas, con una considerable generación de empleos y divisas para el estado donde se desarrolla esta actividad (SEMARNAP, 1996a). Las exportaciones de camarón en el período 1995-2000 se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Exportaciones de camarón 1995-2000, cifras en ton y millones de SUSD

Exportaciones	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total
Volumen (t)	34,747	38,251	36,898	38,221	38,365	32,835	219,317
Volumen (\$)	442.98	407.18	445.68	436.81	453.55	405.08	2,591.28

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca, CONAPESCA, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001. FIRA, 2002a, 2002b

El cultivo de camarón en México presenta un dinámico crecimiento pasando de 551 toneladas de producción obtenidas en 2,100 ha de estanquería en 1988 a una estimada de 36,828 ton en 33,093 ha de estanquería en 2001 (FIRA, 2002a). En el cuadro 4 se muestra la Producción de Acuicultura en México.

Cuadro 4. Producción de Acuicultura en México

Fuente: Estimación del autor con datos del Anuario Estadístico de pesca SEMARNAP, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, CONAPESCA 2001. (FIRA,2002a)

Para la camaronicultura, la disponibilidad de terrenos para sus instalaciones y la falta de aplicación de políticas de ordenamiento de fomento de investigación para su desarrollo, ha frenado su crecimiento. El cultivo del camarón podría ampliarse siempre y cuando se realicen estudios para la conservación de los recursos naturales, un adecuado ordenamiento de los ecosistemas costeros, crecimiento de la industria camaronera, lo que mantendrá el equilibrio, conservando manglares, las lagunas y zonas costeras. Es necesario el fomentar la investigación para su desarrollo.

1.3 Tipos de cultivo

La acuicultura es el estudio de la flora y fauna acuáticas mediante el empleo de métodos y técnicas para su desarrollo controlado en todo estado biológico y ambiente acuático y en cualquier tipo de instalaciones. De acuerdo con 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 (SEMARNAP, 2000; INEGI, 2001).

La actividad se apoya en métodos y técnicas de cultivo para el aprovechamiento del recurso. En la actividad se han desarrollado 4 sistemas de cultivo: cada uno de ellos relacionado con la cantidad de organismos que se mantienen por m^3 o m^2 de espejo de agua (Instituto de Acuicultura y Pesca del Estado de Jalisco, 2002).

Sistema Extensivo. Se siembran de 1 a 2 camarones/ m^2 y los organismos son mantenidos en condiciones naturales, la semilla por lo general es silvestre (Martínez, 1993). La producción obtenida es para autoconsumo de la localidad.

Sistema Semiintensivo. El número de camarones sembrados es de 6 a 10 por m² y los organismos, aún cuando son mantenidos en condiciones ambientales naturales, el alimento es proporcionado en raciones balanceadas las cuales se completan con alimento natural de manera mínima. La semilla puede ser obtenida del medio natural o a través de cultivo larvario en condiciones controladas. La cantidad de organismos es incrementada, teniendo una producción de carne factible para comercialización.

Sistema Intensivo. Los camarones sembrados van de 20 a 40 por m²; a los organismos se les proporciona alimentación balanceada y aireación artificial para poder mantener estas altas densidades de población. Generalmente la semilla se obtiene a través de cultivo larvario en laboratorio (Martínez, 1993). La cantidad de organismos es incrementada para obtener una producción alta de carne. (Instituto de Acuicultura y Pesca del Estado de Jalisco, 2002).

Sistema Masivo. También conocido como Superintensivo, se siembran de 200 a 500 organismos por m² y son mantenidos con alimentación balanceada, aireación e intercambio continuo de agua. La semilla proviene de laboratorios de producción de postlarvas.

La distribución de los sistemas de cultivo en México es semi-intensivo en un 80%, extensivo en un 15% y 5% de sistemas intensivos. (FIRA, 2002a).

1.4 Importancia

En muchos estados y comunidades costeras, las actividades pesqueras se han convertido en un elemento fundamental en el desarrollo económico y de bienestar social de la región.

El propósito de la Acuicultura es la producción de alimentos, generación de empleos, captación de divisas y desarrollo regional.

Los productos originados en estos sistemas de cultivo son de excelente calidad, siempre que el productor los haya manejado con las técnicas y procedimientos recomendados; tomando en cuenta las preferencias del mercado y la cantidad que demanda éste. (Instituto de Acuicultura y Pesca del Estado de Jalisco, 2002).

El camarón es también un ingrediente muy popular en platillos pre-elaborados, como entremeses congelados, comida para microondas, alimentos empacados listos para ser consumidos, comida-rápida y alimentos listos para ser cocinados

Aspectos nutricionales del camarón, es y siempre ha sido, bajo en grasa y calorías. Una ración normal para una persona (85 g de camarón cocinado) sólo contiene 80 calorías. Incluso, los camarones pequeños sólo contienen un gramo de grasa total por porción, menos que una pechuga de pollo sin piel.

Las bondades de tener el producto disponible en diversas épocas del año, aunado al ser producto muy fresco y cosechado en forma controlada y en tierra, proporciona todas las facilidades para que pueda ser empacado con cabeza, cocido, y congelado. (FAO, 1999).

1.5. Biología de la especie. Generalidades

Los camarones peneidos constituyen un grupo muy antiguo de crustáceos Decápodos, ya que existen registros desde el Pérmico-Triásico (género *Antrimpos*); generalmente se les considera como los más primitivos, por su estructura de molino gástrico, branquias y de espermatozoides. Son también los únicos decápodos que presentan estadio nauplio libre, carácter importante para la camaronicultura (Meléndez, 1977; Gilbert, *et al.* 1991). Son artrópodos mandíbulados con apéndices birrameos articulados, con dos pares de antenas, branquias y caparazón. Incluyen especies de hábitat bentónico o pelágico. Se reconocen por unas pinzas bien desarrolladas en el primer par de pereiópodos.

Han sido descritas cerca de 318 especies de camarones, divididas en cuatro subfamilias: Aristaeidae, Solenocerinae, Sincyoninae y Penaeinae. De acuerdo a sus características morfológicas de acanalados y no acanalados se clasifican en los géneros *Litopenaeus* y *Farfantepenaeus*.

En México existen ocho principales especies comerciales; cuatro en el Pacífico y cuatro en el Golfo de México

Océano Pacífico:

<i>Farfantepenaeus californiensis</i> (Colmes, 1900)	camarón café
<i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931)	camarón blanco
<i>Litopenaeus stylirostris</i> (Stimpson, 1874)	camarón azul
<i>Farfantepenaeus brevisrostris</i> (Kingsley, 1878)	camarón rojo

Golfo de México y Mar Caribe:

<i>Farfantepenaeus duorarum</i> (Burkenroad, 1939)	camarón rosado
<i>Farfantepenaeus aztecus</i> (Ives, 1891)	camarón pardo o café
<i>Litopenaeus setiferus</i> (Linnaeus, 1767)	camarón blanco
<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> (Latreille, 1817) (Tomado de Pérez-Farfante, 1997).	camarón rojo del Mar Caribe

El presente trabajo se realizó con *Litopenaeus vannamei*, que son organismos marinos que se encuentran tanto en aguas someras como profundas en regiones tropicales, subtropicales y templadas, vive la mayor parte del tiempo en zonas influenciadas por los deltas de los ríos, estuarios y lagunas costeras (SEMARNAT, 2000).

Esta especie puede alcanzar una talla comercial de 20 gramos a partir de postlarvas de 5 a 15 días, en un tiempo de 4 a 6 meses, a una densidad de 50,000 a 75,000 individuos por hectárea, por lo que se pueden obtener 2 toneladas por hectárea con una sobrevivencia de 60 a 80%.

Se ha reportado que *Litopenaeus vannamei* es la especie de preferencia para la camaronicultura en Latinoamérica, crece en altas densidades en los estanques redondos al aire libre (Dore, 1987), y tolera amplios rangos de temperatura y salinidad y puede crecer muy bien en salinidades bajas; además de sus excelentes condiciones de crecimiento y

supervivencia, por su valor comercial debido a su gran tamaño y alto precio en el mercado. (García, 1986; Sandoval, 1996).

1.6 Ubicación taxonómica

La ubicación taxonómica hasta nivel de familia se obtuvo de Bowman y Abele (1982); para el nivel de género se consultó a Pérez (1969); y para el nivel de especie a Conroy y Conroy (1990) y Fernández-Salazar (2001).

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea (Brünnich, 1772)
Clase	Malacostraca (Latreille, 1806)
Orden	Decapoda (Latreille, 1803)
Suborden	Dendrobranquiata (Bate, 1888)
Superfamilia	Penaeoidea (Rafinesque-Schmaltz, 1815)
Familia	Penaeidae (Rafinesque-Schmaltz, 1815)
Género	<i>Litopenaeus</i> (Perez-Farfante, 1997)
Especie	<i>L. vannamei</i> (Bonne, 1931)

1.7 Morfología externa del camarón

Los organismos peneidos presentan un cuerpo, alargado esbelto, adaptado a la “natación”. (Gilbert, 1991). El cuerpo de los camarones se divide en tres regiones principales: cefalotórax, abdomen y telson. Los apéndices del cefalotórax son anténulas, antenas, mandíbulas, maxilas, maxilípedos y pereiópodos; el abdomen está formado por seis segmentos y seis pares de apéndices llamados pleópodos cuya función es natatoria. En el telson se encuentran los urópodos, que sirven también para la natación. El exoesqueleto, en la región del cefalotórax, presenta espinas, suturas y surcos, cuya forma, tamaño y distribución es característica para cada especie. (Martínez, 1993). (Fig. 3).

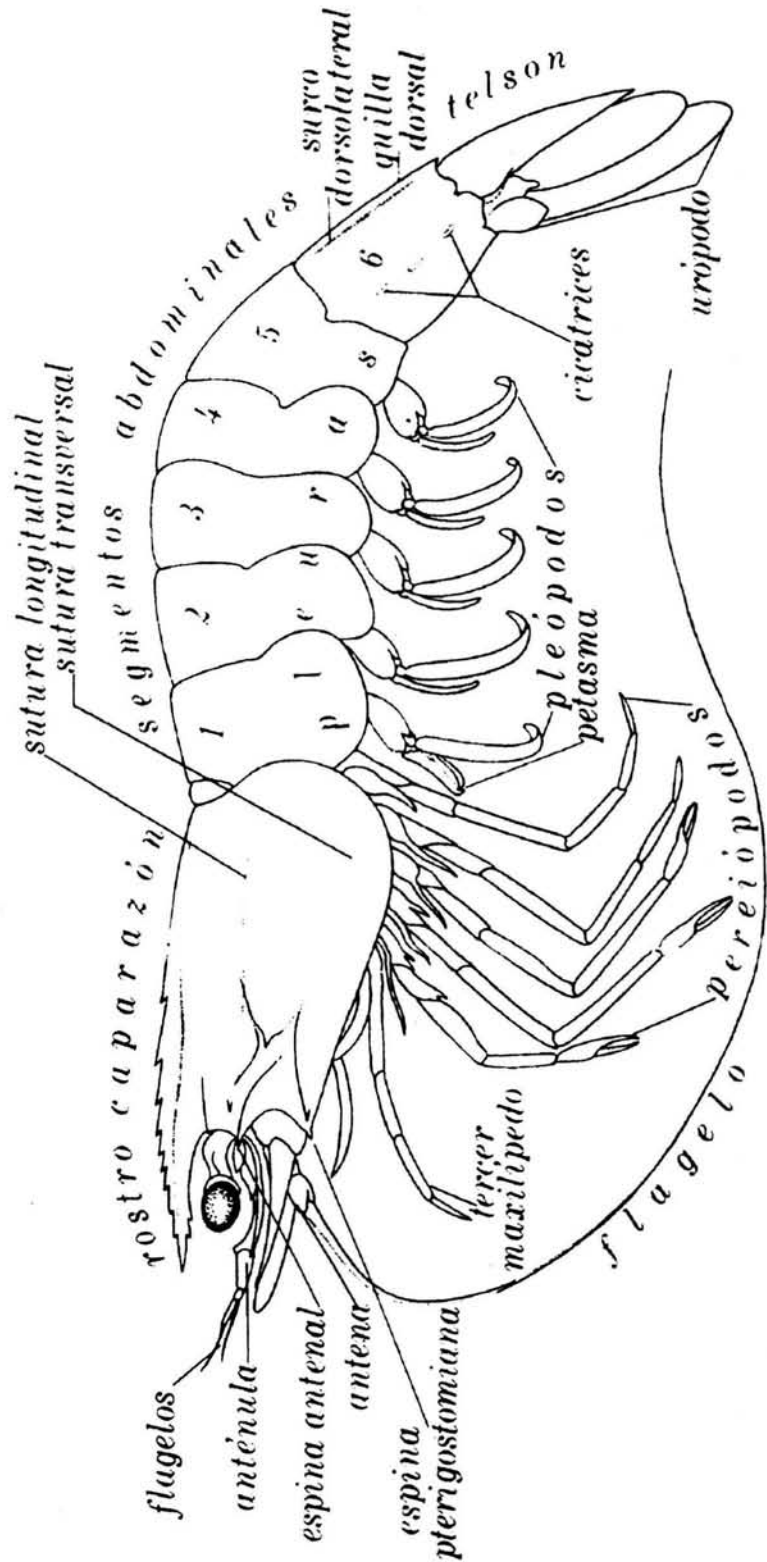


Figura 3 Esquema de camarón peneido (Tomado y modificado de Pérez-Farfante, 1970)

1.8 Morfología interna del camarón

La mayoría de los órganos de los camarones, se encuentran en la región del cefalotórax. El cerebro es trilobulado, presenta un ganglio supraesofágico. El sistema nervioso es ventral en el tórax y en el abdomen, con los ganglios metamerizados (Martínez, 1993).

El corazón es ventral y se conecta directamente con el homoceloma a través de las arterias abdominales ventral y dorsal. El sistema digestivo se compone de una boca, estómago y hepatopáncreas situados en el cefalotórax (Martínez, 1993). El sistema digestivo de los camarones, como el de todos los decápodos, está constituido por la boca que se localiza en la parte ventral anterior, entre las mandíbulas; un esófago por donde pasan los alimentos ya triturados, en parte, al molino gástrico o estómago en donde se encuentran dos cavidades o cámaras: el cardias y el piloro; en la primera se continúa la demolición de los alimentos y en la segunda se filtran. Los ciegos hepatopancreáticos forman dos grandes glándulas digestivas constituidas por un número considerable de túbulos ramificados, unidas en tres lóbulos que nacen después el molino gástrico. En el hepatopáncreas, los alimentos entran en contacto con sustancias digestivas que los degradan y transforman en compuestos asimilables. La absorción de las sustancias alimenticias se lleva a cabo en el intestino, el cual es un tubo simple que se extiende por todo el abdomen hasta el ano que se localiza ventralmente en el último segmento abdominal, donde comienza el telson. (Martínez, 1993).

El aparato respiratorio está constituido por dendrobranquias que se encuentran localizadas en las partes laterales del cefalotórax en una cámara protegida por la pleura que cubre al mismo. El agua pasa a través de esta cámara por el movimiento de ciertos apéndices o cuando el camarón nada; ahí se lleva a cabo el intercambio de gases de la hemolinfa que luego pasa al corazón para ser distribuida a todo el cuerpo del animal. La tasa de consumo del oxígeno depende de la temperatura, salinidad, talla del espécimen y actividad. En el esquema de la figura 4 se muestra la morfología interna.

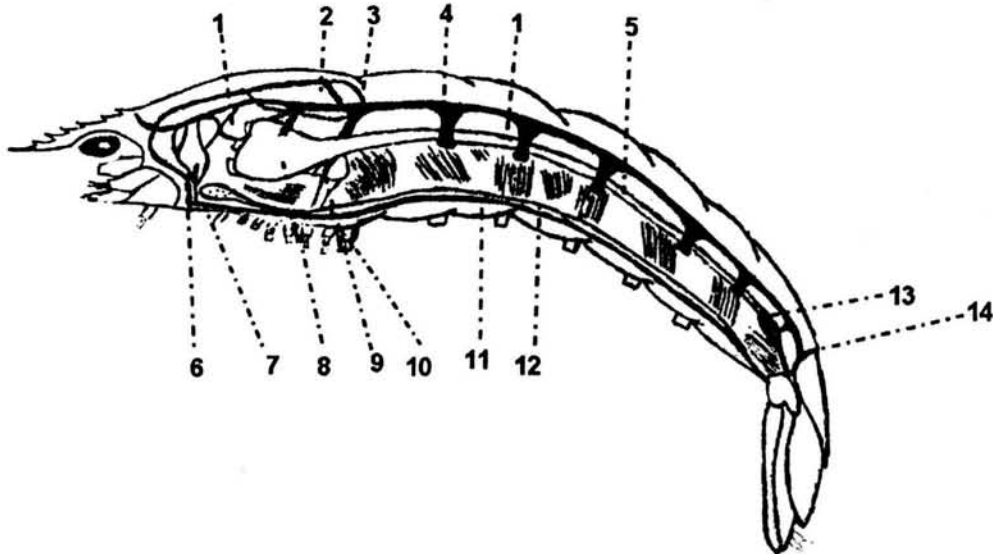


Figura 4. Esquema de morfología interna de camarón peneido. 1. ovario, 2. corazón, 3. pericardio, 4. arteria abdominal, 5. intestino, 6. estómago, 7. arteria torácica, 8. hepatopáncreas, 9. oviducto, 10. tónico, 11. arteria abdominal, 12. cordón ventral abdominal, 13. glándula o ciego intestinal, 14. ano.

1.9 Ciclo de vida del camarón

Los camarones peneidos presentan un ciclo de vida corto. Se observa dimorfismo sexual externo, el macho presenta el primer par de pleópodos modificado para formar un órgano copulador llamado petasma y la hembra presenta una estructura quitinizada llamada télico entre el quinto par de pereiópodos. Maduran y se reproducen en mar abierto, sus huevos son demersales.

Los adultos copulan y desovan en aguas oceánicas costeras a profundidades entre 8 y 34 m de profundidad. La copulación se presenta generalmente durante la muda. Los machos adhieren el saco espermático, las hembras rompen el espermatóforo para fertilizar los huevos los cuales se cree que son liberados (los huevos y el esperma) simultáneamente en el agua. La fecundación de los huevos es externa y en mar adentro. Los huevos fertilizados puestos en el agua flotan libremente y algún tiempo más tarde tienden a depositarse sobre el fondo donde eclosionan más o menos en 24 h. (Martínez, 1993). Después de la eclosión tienen once estadios larvales planctónicos, pasando de una fase a otra por medio de una muda: cinco nauplios, tres zoea y tres mysis.

Estas larvas migran hacia aguas protegidas en esteros y lagunas costeras, estuarios o bahías, que se caracterizan por ser zonas de baja profundidad y con mucha vegetación que son utilizadas como zonas de maternidad o crianza y alimentación para continuar el desarrollo de la última de estas mudas, convirtiéndose en una postlarva, donde inicia su crecimiento y adquieren hábitos bentónicos como juvenil, crece de 30 a 60 mm/mes, cuando alcanza 100mm aproximadamente, ya tiene la apariencia general del adulto, pero su fórmula rostral es incompleta e inmaduros sexualmente.

Tras su estancia en estas áreas y sincronizada con eventos como ciclos lunares, mareas, vientos y fluctuaciones ambientales, se desplaza hacia mar abierto para completar su ciclo reproductivo, algunas semanas más tarde el adulto realiza la reproducción a partir de los 6-7 meses de edad. (Fig. 5).

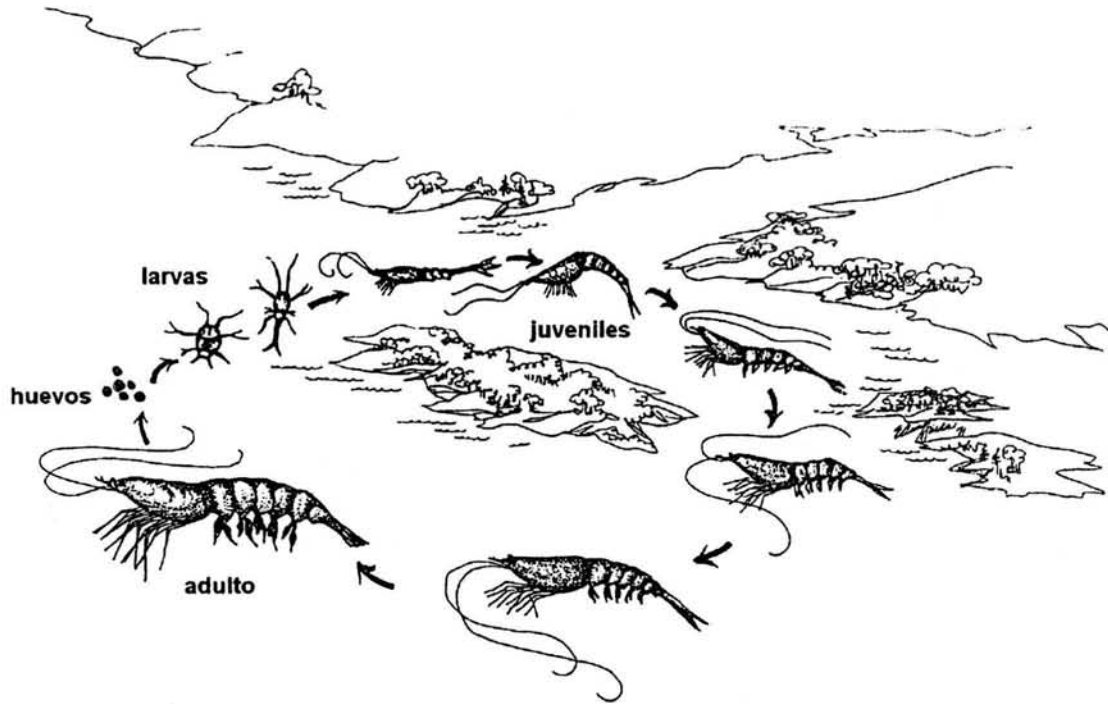


Figura 5. Ciclo de vida de camarón peneido. (Tomado y modificado de Bardach, Ruther y McLarney, 1972)

Los camarones peneidos como nauplio se alimentan del vitelo del huevo; durante los estadios de protozoa y las primeras fases de mysis, se alimentan de fitoplancton principalmente diatomeas; en las últimas fases de mysis y postlarva se alimentan de zooplancton. Los camarones juveniles y adultos son omnívoros y consumen plantas, crustáceos, peces, moluscos, anélidos, poliquetos, otros invertebrados y detritos. Se sabe que algunos peneidos comen inclusive otros camarones bajo condiciones de baja densidad o cuando se encuentran heridos o mudando (Gracia y LeReste, 1981).

1.10 Distribución

Los camarones peneidos son invertebrados que se distribuyen en regiones intertropicales y subtropicales, euri térmicos y eurihalinos, con intervalos óptimos para su crecimiento de 24-28° C y de 23-36 ‰, y hábitos bentónicos como juveniles y adultos. Tienen preferencia por fondos blandos fango-arenosos y se alimentan de crustáceos, peces, moluscos, anélidos, plantas y detritus orgánico (Sierra-Rodríguez, 2001).

La distribución de los peneidos que habitan en pequeñas profundidades, está limitada a la zona comprendida en la isoterma de superficie de 20° C en verano, lo que corresponde poco más o menos a 40° latitud norte y sur. La mayor parte de los peneidos de importancia comercial son especies que viven en la plataforma continental y efectúan migraciones hacia las lagunas costeras a lo largo de su ciclo de vida, según las especies. En la figura 6 se esquematiza la distribución mundial de los peneidos en la plataforma continental.

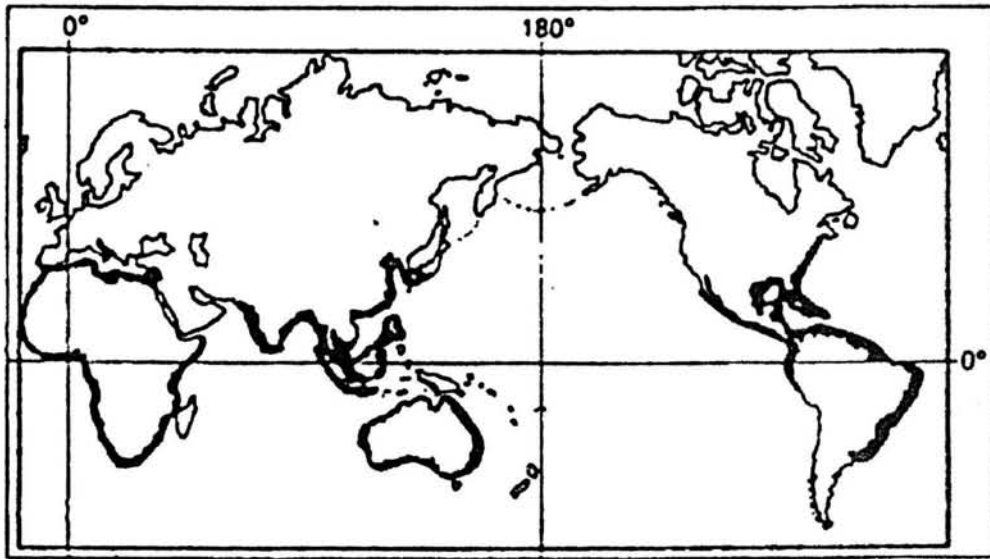


Figura 6. Distribución mundial de los peneidos que habitan en la plataforma continental. (Gilbert, 1991)

El camarón *Litopenaeus vannamei* es nativo de la Pacífico Oeste, se distribuye desde el Norte del Golfo de California hasta Tumbes, Perú. Actualmente se ha localizado en la bahía de Yavaros, Sonora hacia el Sur hasta la frontera con Guatemala, sin que su distribución sea uniforme en todo el litoral. La figura 7 muestra la distribución de *L. vannamei*.



Figura 7. Distribución de *Litopenaeus vannamei*. (Tomado y modificado de Dore, 1987)

2.0. ANTECEDENTES

Paralelo a los avances en la camaronicultura, se han presentado enfermedades debido a diversos agentes etiológicos, el estrés, las altas densidades, fluctuaciones en los factores fisicoquímicos del agua, que hacen más susceptibles a los organismos a infecciones por virus, bacterias, hongos, protozoarios epicomensales y endoparásitos.

Dentro del tipo de infecciones que causan pérdidas importantes al cultivo de camarón se encuentran las ocasionadas por protozoarios y dentro de éstas, se distingue la originada por los microsporidios que se hospedan principalmente en el tejido muscular, dándole un aspecto de color lechoso opaco, y el camarón presenta una textura suave al tacto. Estas características le dan una apariencia poco atractiva para su comercialización. La enfermedad se conoce comúnmente como “camarón de leche” o “camarón algodónoso”.

Los protozoarios epicomensales causan patologías en organismos silvestres, afectando a cualquier estadio en camarones peneidos cultivados, aunque las mayores mortalidades se presentan en juveniles y adultos.

Los protozoarios endoparásitos son aquellos que viven en el interior del hospedero. Los camarones peneidos son afectados por protozoarios parásitos como las gregarinas, haplosporidios y microsporidios, estos últimos se han detectado en especies de camarones peneidos silvestres y de cultivo.

2.1. Clasificación taxonómica de los microsporidios

Phylum Microspora (Sprague, 1977)
Clase Microsporea (Delphy, 1963)
Orden Microsporida (Balbiani, 1882)
Género *Agmasoma* (= *Thelohania*)
 Ameson (= *Nosema*)
 Pleistophora (= *Plistophora*)

2.2 Investigaciones sobre microsporidios

Bulnheim y *Vavra* (1968), reportan que la taxonomía del ciclo de vida y las relaciones específicas hospedero-parásito de nuevas especies de microsporidios, se describen en el género *Octosporea affeminans*, viviendo en el camarón *Gammarus duebeni*. Esta especie se ha encontrado en las células de tejido ovárico (ovocitos, células del folículo y el tejido conjuntivo ovárico) no ocurre en los machos, aunque el tejido testicular es propicio para su desarrollo, mostrado en intersexos que pueden desarrollarse en las gónadas hermafroditas. Por otro lado, el parásito ejerce un efecto adverso en la proporción del sexo en las poblaciones que viven en hábitats cerrados; afectan los mecanismos en la diferenciación del sexo, hay una supresión del desarrollo de la glándula androgénica, evitando la producción de la hormona que estimula la diferenciación del sexo en los machos, provocando que la población padecerá de machos para fertilizar los huevos.

Kudo (1969), afirma que los organismos clasificados en este grupo están más ampliamente distribuidos como parásitos citozoicos entre varios phyla animales, son típicos de los artrópodos y de los peces. Éstos invaden y experimentan la reproducción sexual donde la esporogonia dentro de las células huéspedes, muestran generalmente una hipertrofia del citoplasma y del núcleo, siendo ésta un rasgo característico de la infección microsporidiana. Sus esporas son de apariencia pequeña y simple, la forma varía desde esférica hasta cilíndrica, son muy refringentes y sus dimensiones deben considerarse para la determinación de las especies.

Cada espora contiene un esporoplasma y un filamento polar fino y largo que puede ser expulsado, el esporoplasma es inoculado directamente, a través del filamento en el epitelio intestinal del huésped. Cuando las esporas son introducidas al tubo digestivo de un huésped específico, los filamentos polares son expulsados y los esporoplasmas emergen en forma de amébulas y entran al epitelio intestinal y luego a la corriente sanguínea o a la cavidad corporal y llegan al lugar específico de infección. Las amébulas crecen y experimentan división binaria o múltiple repetida, llenando a las células huéspedes con esquizontes, los cuales aumentan continuamente, siendo la causa de núcleos hipertrofiados. En los trofozoitos se desarrollan los esporontes en número variable, cada uno de los cuales produce un número de esporas característico para cada género.

Cuando los huéspedes están infectados mueren ocurriendo en forma epidémica.

Rigdon y Baxter (1972), mencionan que un experimento realizado a un par de camarones blancos *Litopenaeus setiferus* con características externas de macho y hembra son considerados hermafroditas. Ambos se infectaron con protozoarios parásitos de microsporidio *Thelohania* sp probablemente de *T. penaei*. Los organismos se obtuvieron de la Bahía de Galveston, Texas y es el único informe de hermafroditismo. Manchas de microsporidios del género *Thelohania* se encontró en el músculo estriado, pero la infección era principalmente en los ovarios; los óvulos fueron agrandados y degenerados. No se encontraron túbulos eferentes o seminales.

Wilford (1974), menciona que los microsporidios son parásitos de invertebrados y peces incluyendo otros protozoarios. Las esporas son numerosas y resistentes compuestas de quitina, característica responsable de su distribución cosmopolita. Requieren de un hospedero intermedio, infectan tejidos específicos de sus huéspedes. Hay dos subórdenes basado en el número de filamentos polares. *Monocnidina* con un filamento y *Dicnidina* con dos, uno a cada extremo de la espora.

Sleigh (1979), considera que los microsporidios son parásitos intracelulares, que se desarrollan por completo en el interior de las células del huésped. Los representantes de este grupo invaden generalmente los músculos, el epitelio intestinal, los linfocitos y el tejido adiposo de invertebrados, pero casi todos los grupos. Las esporas miden aproximadamente 5 μm a 3 μm de ancho y poseen una membrana engrosada, a uno de cuyos polos está adherido un filamento tubular reversible que se enrolla, cuando la espora está intacta, alrededor de un esporoplasma único. Después de que la espora es ingerida por un hospedero, el filamento polar se desenrolla y el esporoplasma ameboide pasa por el

interior del filamento tubular y se introduce en una célula del epitelio intestinal. En el interior de la célula, el parásito crece y se reproduce asexualmente y una esporogonia se distiende e hipertrofia en la célula huésped. Cada esporonte producido en la célula se convierte en una sola espora. Las esporas, para poder llegar a otro huésped e infectarlo deben ser conducidas al intestino y eliminadas con las heces.

Engemann y Hegner (1981), consideran que los microsporidios son de gran importancia económica, ya que provocan la muerte de camarones de valor comercial para el hombre.

Lighthner (1983), describe que los microsporidios causan enfermedades en los camarones llamadas de “algodón” o “camarón de leche”, son conocidos en peneidos silvestres de América del Norte. Los camarones con infecciones por microsporidios presentan la musculatura opaca, ovarios a menudo de color azul oscuro negruzco debido a la expansión de cromatóforos de la cutícula. Su diagnóstico es mediante el examen en fresco haciendo un “squash” de los tejidos afectados y se observan esporas. No hay método probado de tratamiento para las infecciones, aunque se ha reportado la administración oral de buquinolate en cangrejos azules para la prevención de infecciones por *Ameson (Nosema)*. Un método sugerido es excluir peces y cangrejos de los estanque de cultivo para evitar el “hospedero intermedio” evitando así la infección.

Marshall, Williams, Parker y Haswell (1985), afirman que los miembros de este grupo se encuentran principalmente en insectos y peces aunque algunas especies en anélidos. Son parásitos intracelulares en insectos, se encuentran en los cuerpos grasos y en el epitelio digestivo, en peces se encuentran en piel y músculos.

Dentro de la espora hay un cuerpo infectante ameboide “esporoplasma” y un filamento polar tubular. Cuando la espora germina, el filamento polar se evagina y el esporoplasma es forzado a pasar por él hacia fuera. Un esporoplasma liberado dentro del túbulo digestivo del huésped que ha ingerido una espora, debe entrar en una célula donde podrá desarrollarse. El trofozoito en crecimiento puede dividirse por escisiones binarias consecutivas, o múltiple. El trofozoito producirá cinco o seis núcleos, diferenciándose el esporoblasto en espora.

Sparks (1985), describe la microsporidiosis como una de las enfermedades más serias entre los camarones. Todos infectan el abdomen produciendo una apariencia gruesa blanquecina anormal conocido como el “camarón de leche” para los pescadores y “camarón de algodón” para los distribuidores de cebo vivo. La evidencia disponible sugiere que las infecciones en los estuarios del Mississippi, afectan la migración de los camarones hacia el mar para reproducirse. *Agmasomasis penaei* ocasiona la castración, según reportes destruyó el 90% de la gónada y ocasiona epizootias. Se infectan fibras musculares superficiales e interiores y se destruyen completamente en casos avanzados. *Thelohaniasis penaei* infecta el abdomen y cefalotórax, el examen indica esporas en los intersticios y lisis muscular. Los camarones infectados por *Pleistophora* no siempre se diferencian de los infectados por *Agmasoma nelsoni*. *Pleistophora* presenta esporas ligeramente piriformes que pueden desarrollar esporontes grande y pequeño; y contienen varios cientos de esporas.

Avault (1988), cita que la infección por microsporidios en camarones peneidos causa enfermedades referentes a “camarón de algodón” o “de leche”. Por lo menos hay cuatro especies de microsporidios que son parásitos de los peneidos. Dependiendo de la especie de

microsporidio, la infección es en la musculatura o en particular en los tejidos y órganos. Las infecciones en camarones son por medio de esporas. Presentan una envoltura que encierra las esporas en algunas especies, pero no en otras. *Nosema* es el género sin una envoltura.

Lightner (1988), describe que probablemente todas las especies de interés al cultivo del camarón en el continente americano son infectadas por una o más especies de microsporidios. Tres de las cuatro especies infectan y reemplazan el músculo estriado tornándose opaco y blanco; también parasitan corazón y vasos linfáticos, hepatopáncreas e intestino. Las gónadas se vuelven de color blanco opaco, se agrandan, a menudo se inflaman las branquias y el tejido subcuticular. Los camarones muy infectados presentan un color típicamente azul-negro de la cutícula. Se han reportado tres géneros para el hemisferio Occidental *Agmasoma* (= *Thelohania*), *Ameson* (= *Nosema*), y *Pleistophora* (= *Pleistophora*), el mejor conocido es *Ag. penaei*, *Ag. duorarum*, *A. nelsoni* y *P. penaei* del Atlántico y Golfo de México.

Conroy y Conroy (1990), consideran que generalmente son parásitos intracelulares (citozoicos), las células del hospedero muestran generalmente hipertrofia del citoplasma y núcleo, siendo éste un rasgo característico de las infecciones por esporas y pueden ser desde esféricas hasta cilíndricas.

Agmasoma penaei infecta músculo liso y tejido germinal gonadal. *Pleistophora* sp presenta pigmentación azul-negrucza más marcada que la provocada por *Ameson nelsoni*

Perkins (1991), describe que el número de esporas es de carácter taxonómico. La entrada del esporonte en una célula del hospedero en general ocurre posteriormente a ser ingeridas por un intermediario potencial, activando la emergencia explosiva del filamento polar e inyectándolo a menudo en el epitelio del intestino del hospedero. El parásito parece no ser capaz de locomoción, una posible excepción es *Nosema*.

Mayen y Col (1992), afirman que los microsporidios son protozoarios endoparásitos, ya sea intracelulares o extracelulares, de hospederos pertenecientes prácticamente a todos los Phyla de animales. En vertebrados se aparecen principalmente en la sangre, en el sistema reticulo-endotelial y en el revestimiento del intestino; en invertebrados se encuentran sobretodo en el intestino y aparatos reproductor y excretor. Son saprozoicos, toman materia orgánica disuelta del hospedero.

Martínez (1993), menciona que los microsporidios producen la enfermedad conocida como “enfermedad de algodón” o “enfermedad de leche”. Posiblemente todas las especies de camarones de interés acuícola en América, son infectadas por una o más especies de microsporidios. Tres de las cuatro especies infectan y reemplazan músculos, volviéndolos opacos y blancos. Los músculos infectados tienen la apariencia de camarones cocinados. La especie *Agmasoma penaei*, infecta las gónadas, corazón, vasos linfáticos y músculos.

Tirasak y Flegel (1994), reportan la comparación de ADN de las esporas de microsporidios, con pruebas de amplificación de un fragmento de ARNr de *Agmasoma* en *Fenneropenaeus merguensis* y *Penaeus monodon* infectados, los resultados demostraron

que los datos morfológicos, sugieren que una sola especie de microsporidios *Agmasoma* sp infectan a ambas especies de camarones.

Lightner (1996), describe la presencia de esporas basófilas individuales de microsporidios *Ameson nelson* en *Litopenaeus stylirostris*, reemplazan las fibras musculares del camarón.

López-Ochotorena y Serrano-Limón (1996), señalan que la espora grande de las especies polisporas de microsporidios, es el producto de una división esporonte aberrante que falla al realizar la última división celular; tiene dos o tres veces el tamaño de las otras esporas.

Avault (1998), afirma que los protozoarios " primeros animales " son microscópicos, unicelulares, algunos de vida libre; otros son parásitos obligados. Existen más de 20 000 especies diferentes que puede encontrarse por todas partes en la naturaleza. Protozoarios viven a nivel del protoplásmico. Los microsporidios son responsables de enfermedades muy serias. Esta clase de protozoarios es conocida por la morfología de sus esporas y por el número y locomoción de cápsulas polares que contienen el filamento enrollado. Su ciclo de vida es complejo empieza con la espora y finaliza con la muerte del hospedero, la espora al caer al fondo puede ser consumida accidentalmente por otro hospedero.

Por lo menos cuatro especies de microsporidios son parasitarias de peneidos. Dependiendo de las especies de microsporidios, la infección se localiza en la musculatura, en tejidos y órganos. Están presentes en el camarón afectado en la forma de espora sin embargo, el camarón infectado es a menudo activo y se alimenta normalmente. *Nosema* es un género ausente de cápsula, mientras que *Pleistophora* y *Thelohania* son géneros que presentan cápsula.

Bancomext (1999), considera al infectar el músculo estriado, este se aprecia opaco y blanco, como si estuviera cocinado el organismo por lo que se le conoce como camarón de leche "cotton shrimp" camarón algodonoso. Se ha reportado la infección de gónadas corazón, vasos hemáticos, branquias y hepatopáncreas; cambiando la coloración de los mismos, formando pequeñas tumoraciones. En casos de infecciones severas, se presenta un cambio de coloración de la cutícula por expansión de cromatóforos azules y negros.

Páez-Ozuna, (2001) esta enfermedad es causado por protozoarios microsporidios. Se reconocen tres géneros y varias especies que afectan a los camarones peneidos. El método de diagnóstico más usual de estos parásitos es la histología mediante el uso de las tinciones de hematoxilina y eosina(H&E), Giemsa y el análisis en fresco en frotis o impresiones teñidos con Giemsa. La determinación de las especies se realiza empleando microscopio electrónico de transmisión, recientemente se desarrollado pruebas mediante reacción en cadena de la polimerasa (PCR en inglés) para algunas especies. También es factible reconocer a estas por su tamaño y cantidad de esporas que tienen en un esporangio. *Ameson duorara*, *A. nelson* y *Pleistophora* infectan al camarón reemplazando las células del músculo estriado, ocasionando apariencia opaca y blanquecina conocida patología conocida como "camarón de leche". En infecciones severas además de músculo y gónadas la cutícula adquiere una coloración negra-azulada característica. Para su tratamiento se sugiere la eliminación de los estanques de cultivo de hospederos intermedios.

Rodríguez-Gutiérrez y Col. (2001) mencionan que se han reportado tres géneros de Microsporidia en camarones peneidos, *Agmasoma*, *Ameson* y *Pleistophora*. Probablemente todas las especies de peneidos son infectados por una o más especies de microsporidia. La especie *Agmasoma penaei* infecta las gónadas y vasos hemolinfáticos, branquias y hepatopáncreas e intestino, produciendo opacidad en las gónadas y con frecuencia tumores en las branquias y en los tejidos subcuticulares de la cutícula y apéndices.

3.0. OBJETIVO

General

- Describir el daño ocasionado en los músculos abdominales de camarones peneidos por la infección de microsporidios.

Particular

- Utilizar técnicas histológicas para observar el daño causado por la presencia de microsporidios en el tejido muscular de camarones peneidos cultivados.
- Conocer el ciclo de vida del microsporidio.

4.0 ÁREA DE ESTUDIO

Sonora se ubica en la región Norte del Pacífico Mexicano, su contorno geográfico se describe como un triángulo invertido cuya base colinda con Estados Unidos. A lo largo de 588 Km el ángulo inferior lo constituye el límite con Sinaloa, con 117 Km; los lados oriente y poniente se comparten con Chihuahua y Golfo de California, con 185431 Km². Ocupa el segundo lugar del territorio nacional con 9.2% de superficie total. Se encuentra situado en las coordenadas geográficas extremas al Norte 32° 29', Sur 26° 18' latitud Norte, Este 108° 25', Oeste 115° 03' longitud Oeste.

El Estado cuenta con 72 municipios. Se divide en tres regiones geográficas, llanuras costeras, límite meridional, en los confines de Sinaloa hasta San Luis Potosí, Río Colorado, como límite septentrional. En esta zona se encuentran desarrollos agrícolas del estado, Valle Colorado en la parte más septentrional, colindante con Baja California, los distritos de riego por bombeo de Cavorca, Hermosillo y Guaymas en la parte central; y en el Sur los Valles del Yaqui y Mayo, irrigados por las aguas del mismo nombre. (Fig. 8).

Otra gran región geográfica es la porción Sonorense de Sierra Madre Occidental en los límites con Chihuahua. (Vázquez, 1991).

Cajeme es el municipio 18 y la Cabecera Municipal de Santa Inés Cd. Obregón, Sonora en donde se localiza la granja de donde fueron colectadas las muestras para el presente trabajo. Éste se encuentra al sureste del estado de Sonora localizado en el paralelo 27° 29' latitud Norte, 109° 56' longitud Oeste. Altura 46 m sobre el nivel del mar. Colinda al Norte con Suaqui grande, al Este con Quiriego y Rosario, al Oeste Guaymas y Bucum, al Sureste Etchoja y Navojoa y límite natural al Sur con el Golfo de California. Posee una superficie de 4037.11 Km², menos del 2.18% del total estatal y el 0.21% del total nacional.

Localidades importantes: Esperanza, Pueblo Yaqui, Cocorit, Marte, Rojo Gómez, Francisco Villa, Díaz Ordaz, Providencia, Quechhueca. (Secretaría de Gobernación, 1988).

Demografía

Cajeme cuenta con una población total de 345,222 habitantes, de los cuales el 88.3 por ciento vive en zonas urbanas. Del total de los pobladores 170,782 son hombres y 174,440 son mujeres. Presenta una densidad de 85.51 habitantes/km² y una tasa de crecimiento del 2.2 por ciento. (www.sonora.gob.mx)

Hidrología

El municipio de Cajeme se localiza en la cuenca "B" del río Yaqui de la Región Hidrológica No. 9, siendo el mismo río el que abastece a la presa Álvaro Obregón; ésta es la única que se encuentra en el municipio (4) y su capacidad es de 2,989 millones de metros cúbicos y de 3,227 millones de metros cúbicos sobre elevada con agujas. Se cuenta con las presas derivadoras El Potrero y Agua Caliente, así como los arroyos Cocoraque, Chicura, Los Arbolitos, Bachoco, Citavaro y Los Campos. (www.sonora.gob.mx)

Orografía

La mayor parte del municipio es plana, en el centro, sur y oeste se encuentra el valle del Yaqui con 106,200 hectáreas de superficie agrícola, al norte se encuentra la zona serrana. (Secretaría de Gobernación, 1988, www.sonora.gob.mx).

Clima

Presenta dos tipos de climas: seco y muy seco. El seco BS. (h') hw (e') clima cálido extremoso, con una precipitación media anual 410mm; cubre mayor parte Norte y Este.

El muy seco BW (h') muy cálido extremoso, con una precipitación media anual de 299 mm, se tiene en la parte suroeste. En ambos casos el 73 por ciento de la precipitación se presenta en los meses de julio a septiembre; los dos son cálidos, con una temperatura media anual de 24°C, la media máxima es de 31°C y se presentan en los meses de junio a septiembre; la máxima es de 48°C; la media mínima de temperatura es de 16°C en enero. La temporada de heladas se tiene a finales de diciembre y febrero; otros fenómenos meteorológicos como ciclones y vientos huracanados, se observan al final del verano y a principio del otoño. (Secretaría de Gobernación, 1988, www.sonora.gob.mx).

Flora y Fauna

Una gran parte del territorio municipal está constituido por selva baja caducifolia, principalmente en la zona norte y estribaciones de la Sierra Madre Occidental; otra gran porción está constituida por matorral sarco-crasicaule tales como el cirio, idria, cardón, copalquín, candelilla y agave; abundan diseminados en toda la extensión municipal, áreas de vegetación entre las que sobresalen: el mezquital, palo verde, brea, palo fierro y huisache; en las áreas urbanas se encuentran árboles frondosos como el yucateco, tabachín y laureles de la india.

Respecto a la variedad faunística, se cuenta con varias especies de pájaros como: churea, palomas, codorniz y aves migratorias en la costa sur de Cajeme; existen reptiles y anfibios como: coralillo, rana, sapo toro y chicotera y algunos mamíferos como coyote, zorra, rata, rata algodónera y maderera. (Secretaría de Gobernación, 1988, www.sonora.gob.mx).

Comercio

Las actividades comerciales en el Municipio ocupan el primer plano como fuente generadora de empleos e ingresos para la población. Se cuenta con infraestructura de acopio agrícola y pesquero, abasto, mercados municipales y tianguis, así como diversos giros comerciales de los cuales corresponden en un 95 por ciento al sector privado y 5 por ciento al sector social. (Secretaría de Gobernación, 1988). En la figura 8 se presenta el estado de Sonora

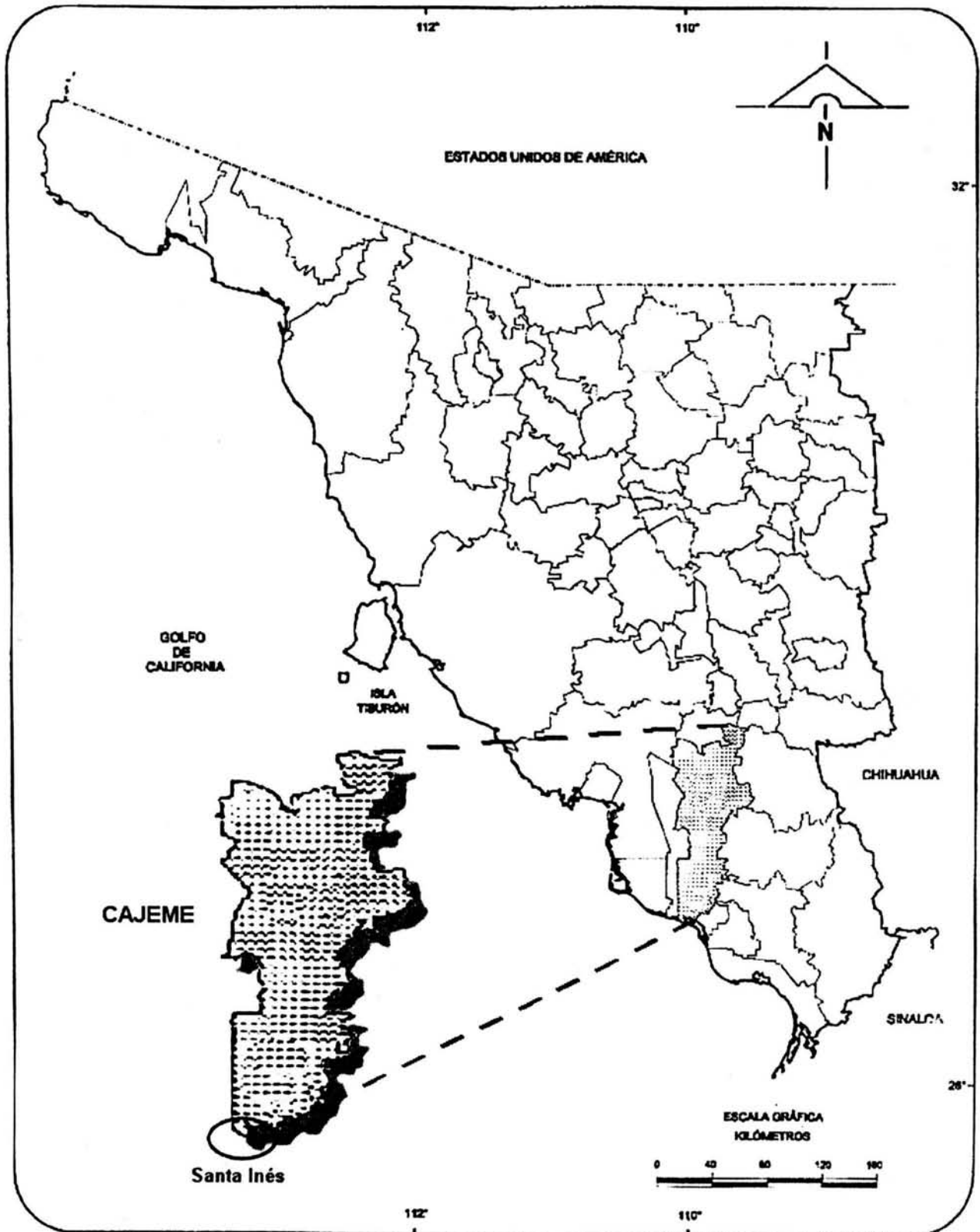


Figura 8. Área de estudio Santa Inés Cd. Obregón municipio de Cajeme, estado de Sonora (INEGI 2002)

Acuicultura

Según las estadísticas de la FAO, la contribución de la acuicultura al suministro mundial de pescado, crustáceos y moluscos continuó creciendo, y pasó del 3,9% de la producción total en 1970 al 27,3% en 2000.

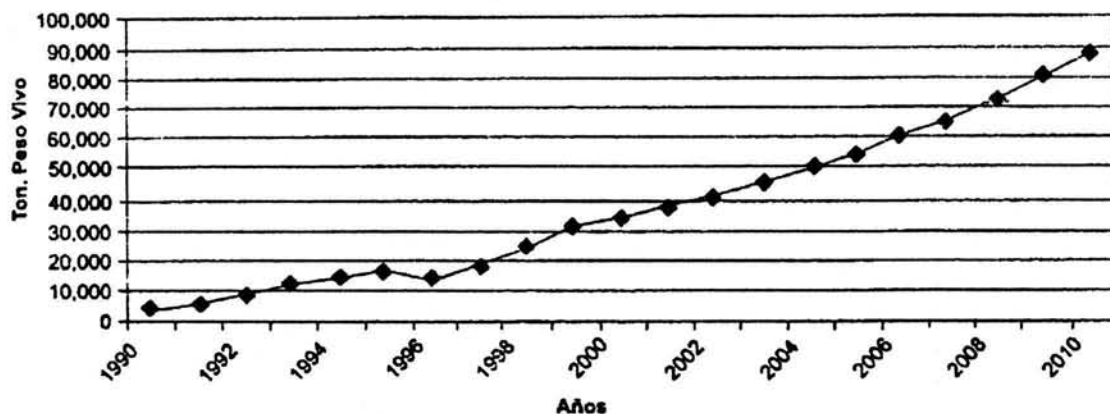
El producto de la acuicultura más importante en el comercio internacional es el camarón marino, y la acuicultura ha sido la impulsora del crecimiento del comercio del camarón en el último decenio. El camarón es ya el producto alimenticio de origen marino más comercializado internacionalmente y aproximadamente el 26% de la producción procede de la acuicultura (1,1 millones de toneladas en 2000). Desde finales de los años ochenta, el cultivo de camarón ha tendido a actuar como agente estabilizador en la industria camaronera. Las importantes pérdidas registradas en los últimos años en Asia y América Latina han afectado las tendencias generales de la oferta, la demanda, los precios y el consumo. Actualmente, la demanda japonesa es baja, así como la estadounidense después de septiembre de 2001.

Los principales mercados son Japón, Estados Unidos y la CE y los principales exportadores son Tailandia, Ecuador Indonesia, India, México, Bangladesh y Vietnam. Se prevé que la demanda aumentará a plazos medio y largo. Crecerán los mercados asiáticos, como China República de Corea, Tailandia y Malasia, a medida que se desarrollen las economías locales. Esta tendencia reducirá las disponibilidades de camarón para importadores tradicionales y llegará a presionar a los precios a la alza si no aumentan los suministros. El aumento de los precios alentará la participación de nuevos productores en la industria del cultivo de camarón si se practican métodos de producción sostenibles, se obtendrá una mayor estabilidad de los precios (FAO,2003).

La producción de camarón en México pasará por un corto periodo de uno ó dos años de recesión producto de enfermedades. Por otra parte se prevé el crecimiento de la actividad mediante la consolidación de clusters regionales y esquemas de parques acuícolas, como medidas de integración.

Con el apoyo de financiamiento e investigación, el cultivo de camarón se incrementará rebasando las 36,828 toneladas estimadas para 2001 a 53,920 toneladas en 2005 y 86,838 toneladas en 2010. En el cuadro 5 se muestran las estimaciones de producción de acuicultura de camarón en México para el periodo 1990-2010 (FIRA,2002a).

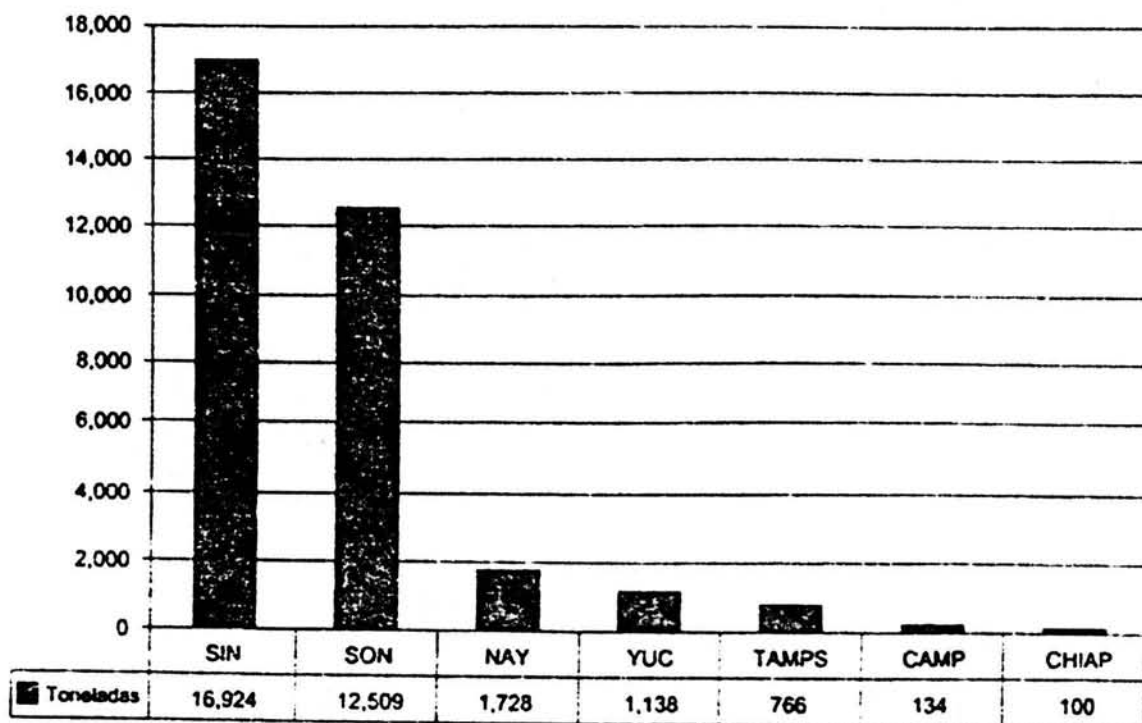
Cuadro 5 Estimaciones de producción de acuicultura de camarón en México (1990-2010)



Fuente: Estimaciones de FIRA con datos de CONAPESCA 2001 (FIRA,2002a)

Históricamente destacan las producciones de camarón de acuicultura en Sinaloa y Sonora. También se obtienen producciones en Nayarit integradas por granjas del sector Social en sistemas extensivos de cultivo y semi-intensivos, Yucatán con la producción de una granja, Tamaulipas y Chiapas, con pequeñas granjas en sistema semi-intensivo. En el cuadro 6 se muestra la producción de acuicultura por estados (FIRA, 2002a).

Cuadro 6 Producción de acuicultura por estados. Año 2000 cifras en toneladas peso vivo



Fuente: Anuario Estadístico de Pesca, CONAPESCA 2001 (FIRA, 2002a)

5.0 MATERIAL Y MÉTODO

5.1 Técnica histológica

Colecta

En el transcurso del año 2001, se recibieron en el Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la UNAM, muestras de camarón que presentaban evidencias patológicas provenientes de una granja de Santa Inés, Ciudad Obregón, municipio de Cajeme Sonora. El número de organismos enviados en cada colecta fue de 30, en los meses de junio, julio y agosto respectivamente.

Los organismos mostraban signos de la enfermedad de “camarón de leche” por presentar características como:

Músculo abdominal opaco y blanco, la cutícula con textura suave de color azul oscuro.

Fijación

Los organismos colectados se fijaron con solución Davidson

- 330 ml de alcohol etílico al 95%
- 220 ml de formol al 40%
- 115 ml. de ácido acético glacial (para Davidson RI se cambia por amoniaco)
- 335 ml de agua destilada (Lightner, 1996).

Esta solución se inyecta aproximadamente 6 ml a los camarones en el hepatopáncreas, y en los segmentos 1, 3, y 6 dorsalmente. Después de permanecer 24 hrs en el fijador se les cambió a alcohol al 70% para conservarlos hasta su procesamiento histológico

Corte de Segmentos

Los camarones colectados que presentaban lesión, fueron cortados separando el cefalotórax del abdomen, dividiéndolo longitudinalmente. Para el abdomen, se separaron para el proceso histológico los segmentos 1, 3 y 6. En la figura 9 se muestran los cortes longitudinal y transversal de segmentos de camarón peneido para su procesamiento.

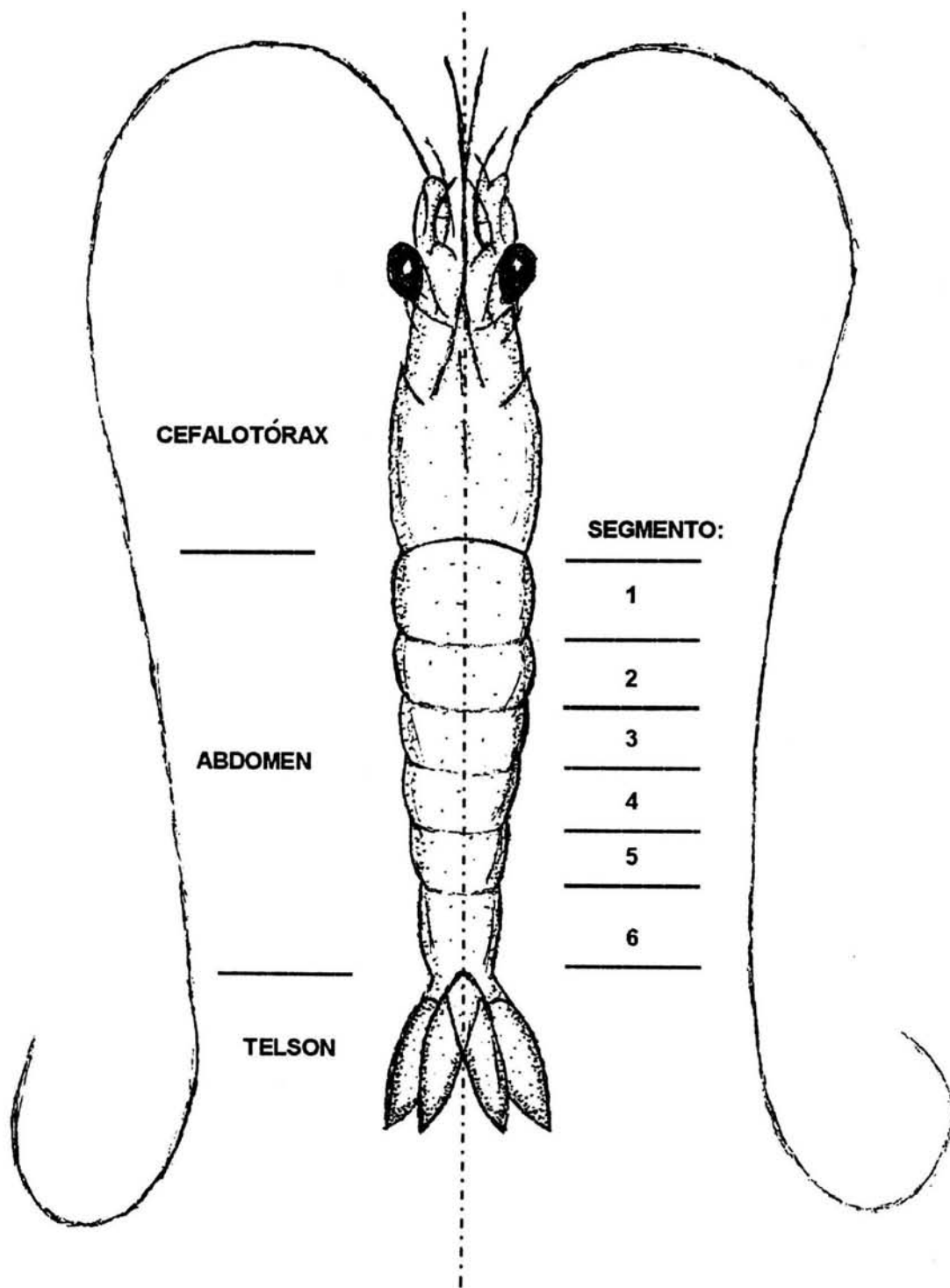


Figura 9. Corte longitudinal y transversal de los segmentos del camarón peneido

Deshidratación

Para el proceso de deshidratación se utilizó un histoquinete American Optical, empleando alcoholes graduales.

El proceso de deshidratación fue el siguiente:

Alcohol 96°	90 min
Alcohol 96°	90 min
Alcohol 96°	90 min
Alcohol absoluto	90 min
Xileno	90 min
Inclusión en parafina (60-62° C)	120min

Corte

Los bloques en parafina se cortaron en micrótopo rotatorio marca American Optical y se calibró para obtener cortes de 5-7µm de grosor.

Tinción

Las técnicas de tinción empleadas para realizar el estudio histopatológico fueron: Hematoxilina-Eosina, Giemsa y la tinción de Brown and Brenn.

Tinción Hematoxilina Eosina

La tinción de Hematoxilina-Eosina (H&E) es la técnica convencional para obtener una visión panorámica:

Xileno	5 min
Xileno	5 min
Alcohol absoluto	5 min
Alcohol absoluto	5 min
Alcohol 96°	5 min
Alcohol 96°	5 min
Alcohol 70°	5 min
Agua destilada	lavar
Hematoxilina de Harris	15 min
Agua corriente	lavar
Eosina alcoholica	10 min
Alcohol 96°	5 min
Alcohol 96°	5 min
Alcohol absoluto	5 min
Alcohol absoluto	5 min
Alcohol absoluto	5 min
Xileno	5 min
Xileno	5 min

Tinción de Giemsa

La tinción de Giemsa se emplea para determinar núcleos, colágena, riquetsias y bacterias.

Solución stock de Giemsa

Giemsa en polvo	1.0 g
Glicerina	66.0 ml
Alcohol metílico	66.0 ml

Calentar a 60°C por 2 h. Finalmente agregar los 66 ml de alcohol metílico.

Solución de trabajo de Giemsa

Solución stock de Giemsa	1.25 ml
Alcohol metílico	1.5 ml
Agua destilada	50.0 ml

Solución stock de Rosina alcohol

Rosina blanca	10.0 g
Alcohol etílico 100%	100.0 ml

Solución de trabajo de Rosina alcohol

Solución stock de Rosina	5.0 ml
Alcohol etílico	40.0 ml

Procedimiento:

1. Desparafinar e hidratar con agua destilada.
2. Se sumerge en la solución de trabajo de Rosina-Alcohol hasta que el tejido se torne Rosa-Púrpura (también puede diferenciarse con alcohol 95%)
3. Se deshidrata con alcoholes de 96%, absoluto y aclarar con xileno.
4. Montar con resina sintética

Tinción de Brown and Brenn (B&B) (Ligthner, 1996).

La tinción de Brown and Brenn (B&B) se usa para observar las bacterias Gram positivas, Gram negativas núcleos y otros elementos tisulares.

Solución 1% de Violeta cristal

Violeta cristal	1.0 ml
Agua destilada	100.0 ml

Solución 5% de bicarbonato de sodio

Bicarbonato de sodio	5.0 ml
Agua destilada	100.0 ml

Solución Gram Iodina

Iodina	1.0 g
Iodina potasio	2.0 ml
Agua destilada	300.0 ml

Solución Éter-acetona etílico

Éter etílico	50.0 ml
Acetona	50.0 ml

Solución stock 0.25% Fucshina básica

Fucshina básica	0.25 g
Agua destilada	100.0 ml

Solución de trabajo de Fucshina

Solución de trabajo de Fucshina (stock)	10.0 ml
Agua destilada	100.0 ml

Solución Ácido-Acetona Pícrico

Ácido Pícrico	10.0 ml
Acetona	100.0 l

Solución Ácido-Xileno

Acetona	50.0 ml
Xileno	50.0 ml

Procedimiento:

1. Desparafinar e hidratar con agua destilada.
2. Vierta aproximadamente 1 ml (o 20 gotas) de solución de cristal violeta y agregar 5 gotas de solución de bicarbonato de sodio durante 1 minuto. Agite suavemente. (Si prefiere, las dos soluciones pueden mezclarse antes del uso).
3. Enjuagar con agua corriente.
4. Agregar en abundancia la solución de Gram iodina durante 1 minuto.
5. Enjuague con agua y retirar el exceso con papel filtro.
6. Decolore con solución de éter-acetona de etilo a gotas hasta no obtener color.
7. Agregar la solución de fucshina básica durante 3 minutos. Lave con agua. Secar suavemente, dejando húmedo.
8. Sumergir en la acetona para empezar la reacción de diferenciación.
9. Diferencie inmediatamente con la solución de ácido-acetona pícrico hasta que las secciones sean rosa amarillenta.
10. Enjuague rápidamente en la acetona y posteriormente en la solución de acetona-xileno.
11. Aclare en xileno, varios cambios
12. Monte con resina sintética.

Montaje

Montar los cortes histológicos en portaobjetos con resina sintética y cubrirlos con cubreobjetos, dejar secar, se limpian y etiquetan.

Posteriormente se observaron las laminillas al microscopio para la descripción de las lesiones ocasionadas en el organismo y la toma de fotografías al microscopio.

6.0 RESULTADOS

6.1. Microsporidiosis, enfermedad de algodón o camarón de leche

La microsporidiosis figura entre las enfermedades más serias que pueden afectar a los camarones peneidos. Producen la condición de "camarón algodonoso" o "camarón lechoso", donde el abdomen y la cola del camarón infectado presentan una coloración opaca o blanquecina anormal y la textura del tejido muscular es blanda o "algodonosa". El músculo estriado es infectado, dando una apariencia de opaco y blanco como si estuviera cocinado el organismo, por lo que se conoce como "camarón de leche" o "camarón algodonoso". Infecta músculo abdominal, gónadas, corazón, vasos hemáticos, branquias y hepatopáncreas, cambiando la coloración de los mismos, formando pequeñas tumoraciones. En casos de infección severa, se presenta cambio de coloración de la cutícula por expansión de los cromatóforos azules y negros. (Bancomext, 1999).

Generalidades

Los microorganismos pertenecientes al phylum Microspora (Balbini, 1882) son conocidos colectivamente como Microsporidios. Los microsporidios son parásitos obligados de animales superiores como vertebrados e invertebrados que se desarrollan por completo en el interior de las células del hospedero. Parásitan casi todos los tejidos y órganos del hospedero, la mayoría infecta el tracto digestivo y/o órganos relacionados, pero también se les ha encontrado en el sistema reproductor, excretor, nervioso, tejido conectivo y músculo. En la actualidad existen aproximadamente 137 géneros. (Cuadro 6) El crecimiento y división de los microsporidios ocurre en fases (merontes y esporontes) y como esporas para transmisión entre hospederos. Los merontes son células simples con un núcleo o dos estrechamente adherido y dividido sincrónicamente. Su citoplasma contiene retículo endoplásmico, ribosomas y un aparato de Golgi primitivos, atípicos. El esporonte tiene retículo endoplásmico más abundante y desarrolla una cubierta en la superficie de la pared de la espora.

Las esporas constituyen la forma de transmisión de estos parásitos (Mayen y col, 1992). Se caracterizan por presentar una espora que contiene un esporoplasma unicelulado o binucleado y un complejo filamento polar con tubo y cápsula polar. El filamento no se enrolla en el interior de la cápsula. Se ha deducido que la célula hospedera no elabora una vacuola alrededor del parásito, por lo que hay una sola membrana de separación entre los citoplasmas del hospedero y del parásito. Los microsporidios o esporas invaden generalmente músculos, epitelio intestinal y tejido adiposo de los invertebrados.

Habitan el tubo digestivo e infectan los tejidos y las cavidades del hospedero y los órganos adyacentes, en donde se desarrollan y originan quistes o esporas, los cuales pasan a las cavidades celómicas liberándose cuando el hospedero muda o pone huevos, habiendo incluso casos en los que solamente salen al exterior a la muerte de aquel.

Los microsporidios se encuentran en todas las especies silvestres de camarones peneidos, reportando prevalencia e impacto en producciones comerciales. Requieren de huéspedes

intermedios (depredadores que son excluidos de los estanques de cultivo) para completar su ciclo de vida (Canning, 2000).

Cuadro 6. Cuadro comparativo de las especies de microsporidios que infectan a los camarones peneidos

(Canning, Curry y Overstreet, 2002; Canning y Vavra, 2000; Lightner, 1996; Martínez, 1993; Segovia-Salinas *et al*, 1991 Conroy y Conroy, 1990)

Género	Especie afectada	Tejido afectado	Num. Esporas	Tamaño	Producida
<i>Nosema sp</i> <i>Ameson nelson</i> <i>Nosema nelsoni</i> (Sprague, 1950) <i>N. pulvis</i> (Jones, 1958) Nagell, 1867	<i>Metapenaeus conoceros</i> , <i>Farfantepenaeus aztecus</i> , <i>F. duorarum</i> y <i>L. setiferus</i> , <i>L. schmitti</i> , <i>Hemenopenaeus robustis</i>	Rodeando paquetes del músculo estriado abdominal	1	1.2-2.0 μm En fresco 2.5 x 1.5 μm Filamento polar 23 μm	Esporangio
<i>Agmasoma penaei</i> (Sprague, 1950; Clotilde-Ba y Togubaye, 1994) <i>Thelohanía sp</i> (Kruse, 1959) <i>Sinonimo T. penaei</i> (Sprague, 1950; Overstreet, 1973) <i>T. butleri</i> (Johnston et al, 1978) <i>T. duorara</i>	<i>L. setiferus</i> , <i>F. aztecus</i> y <i>F. duorarum</i> <i>P. jordani</i> <i>F. duorarum</i>	Hepatopáncreas, branquias, corazón, hemolinfa, vasos sanguíneos, músculo liso dorso-laterales y dorso-medianos, músculo abdominal ventral si se presenta limitadas a áreas adyacentes del exoesqueleto; vasos sanguíneos inter-segmentos y rodeando vasos de	8	Microsporas 2.0-5.0 x 2.0-3.5 μm megaesporas 5.0-8.2 x 3.5-4.2 μm en el mismo individuo Filamento polar 6.8-8.7 μm Esporonte 7.0-12.0 μm	Esporangio

<p>(Iversen et al, 1987)</p> <p>Hazard y Oldacre, 1975</p>	<p><i>P. brasiliensis</i></p>	<p>pereiópodos, lisis muscular, gónadas (castración), tejido germinal del ovario destrucción ovocitos, tracto digestivo, *intestino anterior y posterior</p>			
<p><i>Thelohania duorara</i> (Iverson y Maning, 1959)</p> <p>Henneguy, 1892</p>	<p><i>F. aztecus</i>, <i>F. duorarum</i>, <i>L. brasiliensis</i> y <i>L. setiferus</i></p>	<p>Cefalotórax y abdomen músculo textura de blanda Reemplaza casi por completo tejido muscular estriado, tracto digestivo, intersticios órgano hematopoyético, gónadas y cerebro</p>	<p>8 piriformes</p>	<p>4.7-6.8 x 3.0-5.4 µm Filamento polar 97-142 µm Esporonte 8.5-13.6µm diámetro</p>	<p>Esporangio</p>
<p><i>Pleistophora</i> sp sinónimo <i>P. Penaei</i> (Gurley, 1893 Baxter, Rigdon y Hann, 1970; Constansitch, 1970; Couch, 1978; 1983)</p>	<p><i>F. aztecus</i>, <i>F. duorarum</i> y <i>L. setiferus</i></p>	<p>Parte dorso-lateral del cuerpo, pigmentación azul-negrusca Hepatopáncreas, branquias, corazón, músculo estriado y haces musculares del abdomen y paredes del estómago e intestino.</p>	<p>16-40</p>	<p>2.1-2.6 µm</p>	<p>Esporangio</p>

6.2. Ciclo de vida de los microsporidios

Los peneidos cultivados son susceptibles de ser infectados, por diversos organismos patógenos como virus, bacterias hongos y protozoarios entre otros, debido al estrés provocado por los efectos del manejo del cultivo que les bajan las defensas y les pueden producir hasta la muerte.

Los microsporidios son protozoarios que se encuentran en todas las especies silvestres de camarones peneidos, reportando su prevalencia e impacto en producciones comerciales. Los microsporidios requieren de huéspedes intermediarios (depredadores que son excluidos de los estanques de cultivo) para completar su ciclo de vida (Canning y Vávra, 2000).

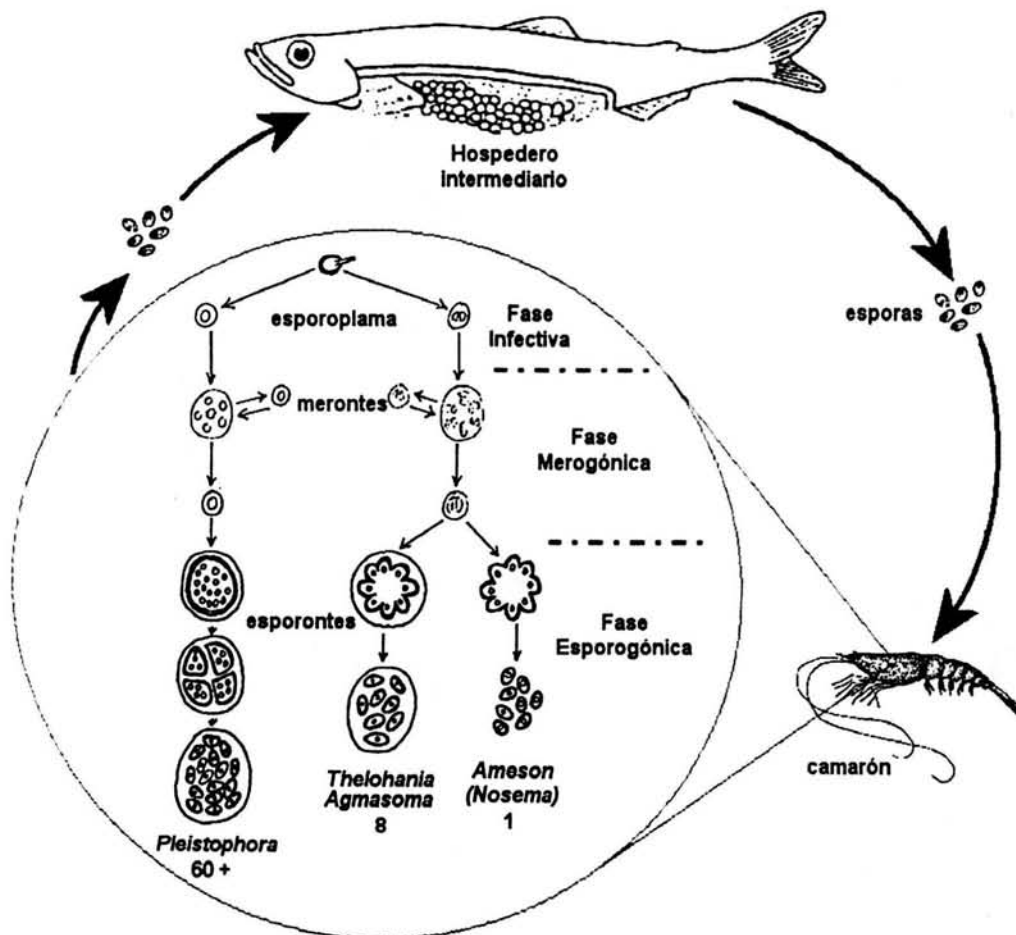


Figura 10. Ciclo de vida de microsporidios. La reproducción asexual de los microsporidios se lleva a cabo en el hospedero intermediario, peces o crustáceos, iniciando la fase infecciosa donde eliminan las esporas en las heces, los camarones ingieren las esporas que se alojan en el intestino y se desarrollan las 2 fases asexuales. Posteriormente se inicia la reproducción sexual iniciando la 3ª fase esporogónica que origina a las esporas.

Su reproducción es asexual por fisión múltiple (esquizogamia) y reproducción sexual (esporogamia) dentro de las células del hospedero, las cuales muestran generalmente hipertrofia del citoplasma y núcleo, siendo éste el rasgo característico de las infecciones por microsporidios (Conroy y Conroy, 1990).

El ciclo biológico de los microsporidios se desarrolla en tres fases: (Fig. 10).

Reproducción asexual

- 1) **Fase infectiva** que comprende desde la liberación de la espora al medio extracelular, hasta el momento en que ésta infecta una célula susceptible.
- 2) **Fase de merogónica o fase proliferativa**, denominada también esquizogónica; inicia en el interior de una célula apropiada para su desarrollo, el esporoplasma evoluciona formando merontes. Los merontes son células redondas, irregulares o elongadas con retículo no rugoso rudimentario en los estadios tardíos y membrana plasmática simple con núcleo aislado o doble, la división de los merontes puede presentar división por fisión binaria, o múltiple. La cariocinesis ocurre de forma repetida antes de que se presente la división celular, resultando formas redondeadas de plasmodio multinucleado o células multinucleadas semejantes a cintas.

Reproducción sexual

- 3) **Fase esporogónica**. Los esporontes son estadios previos a los esporoblastos. Presentan en la superficie una cubierta electrodensa, la cual forma la capa externa de la espora (exospora). Puede presentar un núcleo aislado o doble. Algunas veces los esporontes se dividen por fisión binaria en esporoblastos y otros forman estadios multinucleados (esporogonia plasmodial), pasan por procesos de división en dos fases o secuenciales. Las secuencias de división son muy variadas y características de cada género.

Taxonómicamente los microsporidios se dividen en dos subórdenes basados en la secuencia de la esporogonia, unas esporas se empaquetan en vesículas esporóforas, también conocidas como membranas pansporoblásticas (suborden Pansporoblastina) y otras aparecen dispersas en el citoplasma de la célula hospedera (suborden Apansporoblastina). Los esporoblastos generalmente son ovoides y su desarrollo es un proceso de maduración hasta convertirse en esporas, tienen mayor cantidad de retículo endoplásmico liso y rugoso y presentan aparato de Golgi responsable en parte de la formación del tubo y saco polar, estas vesículas se pierden al finalizar el proceso de maduración y se unen para formar la vacuola.

6.3 Resultados de las observaciones al microscopio del material procesado

Al realizar el análisis histológico de las muestras procesadas se observaron los siguientes resultados.

De acuerdo a los cortes realizados en el 2° y 3^{er} segmento del camarón, se observó con microscopía de luz una gran destrucción del tejido muscular presentando atrofia y licuefacción ocasionada por los microsporidios, que se observaron en grandes masas de agregados, que provocaban un ablandamiento de estas zonas y una coloración blanquecina lechosa y opaca del camarón.

De estas zonas dañadas se observaron esporas maduras incrustadas en el músculo lisado (Figs. 11, 12, 13, 14).

Las capas de tejido conjuntivo del músculo, siguen envolviendo las masas de esporas manteniendo la forma de los paquetes musculares que destruyeron y ocuparon el espacio del tejido muscular reemplazado por las esporas de los microsporidios (Figs. 15, 16, 17, 18).

6.4 Otras enfermedades

Se identificaron otras enfermedades en los diferentes tejidos de los camarones peneidos estudiados como: Síndrome del virus de Taura, Enteritis Hemocítica y protozoarios epibiontes del género *Zoothamnium* sp en branquias.

En los organismos afectados se presentó uno de los agentes más infecciosos de mayor impacto para la industria camaronícola, el síndrome de Taura (TSV), las células cilíndricas del epitelio cuticular se observaron con degeneración y presencia de cuerpos de inclusión del virus del Síndrome de Taura a manera de perdigones, evitando en él que se forme nuevamente la cutícula (Fig. 18, 19 y 29), también fueron localizados los cuerpos de inclusión a nivel de las lamelas de las branquias, provocando inflamación y lisis celular. (Figs. 21, 22, 23, 24).

En la parte interna de la pared del intestino medio se detectaron numerosos hemocitos, los cuales formaban una barrera gruesa ocasionando la obstrucción de la luz del mismo. Esta patología corresponde a la enfermedad de Enteritis Hemocítica provocada por la ingestión de algas verde-azules que se encuentran en el agua (Figs. 25, 26).

Se identificaron protozoarios ciliados del género *Zoothamnium* sp adheridos principalmente en las lamelas de las branquias (Fig. 25). La presencia de estos ciliados no se consideró de peligro, ya que su número era reducido y se relacionan con una mala calidad del agua en los estanques.

El Gobierno Mexicano ha implementado Normas Oficiales Mexicanas para frenar el ingreso de enfermedades exóticas al país, tales como:

- NOM-010-PESC-1993. Que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos destinados a la acuicultura y ornato en el territorio nacional.
- NOM-011-PESC-1993. Para regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los Estados Unidos Mexicanos.

- NOM-EM-003-PESC-2000. Que establece los requisitos para determinar la presencia de enfermedades virales de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos o subproductos en cualquier presentación y artemia (*Artemia* spp.), para su introducción al territorio nacional y movilización en el mismo.

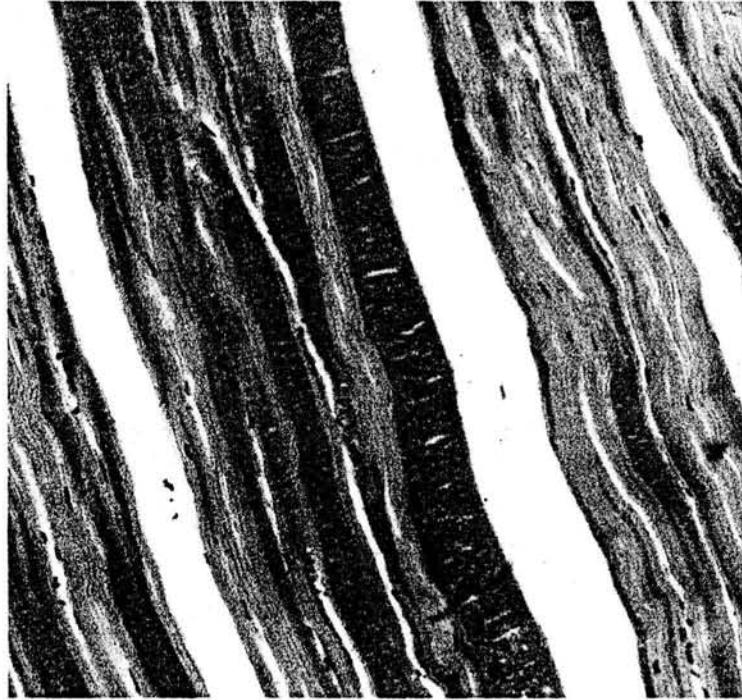


Fig. 11. Paquetes de fibras musculares mostrando la presencia de microsporidios. H-E. Campo claro. 100X.



Fig. 12. Evidencia de la destrucción de las fibras musculares por microsporidios. H-E. Campo claro. 50X.

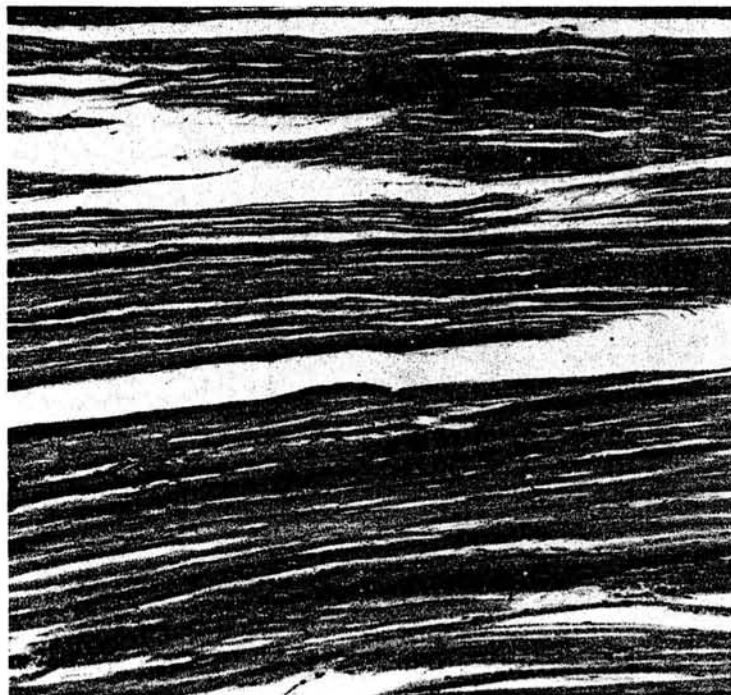


Fig. 13. Haces musculares muy reducidos señales de atrofia, invadidos por esporas de microsporidios. H-E. Campo claro. 25X.



Fig. 14. Daño ocasionado por las grandes concentraciones de esporas de los microsporidios en las fibras musculares. H-E. Campo claro. 50X.

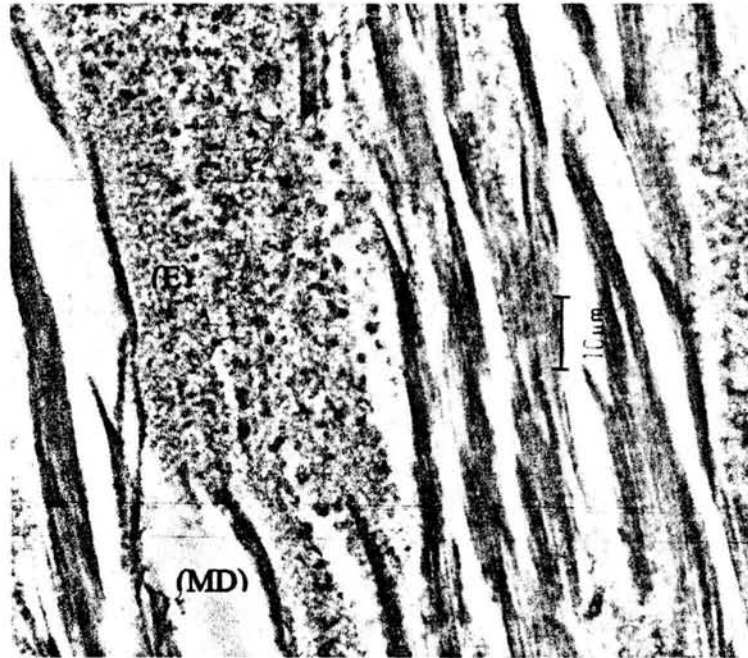


Fig. 15. Músculo infectado por microsporidios donde se aprecian esporas (E) incrustadas en músculo destruido(MD). Giemsa. Contraste de fases. 500X.

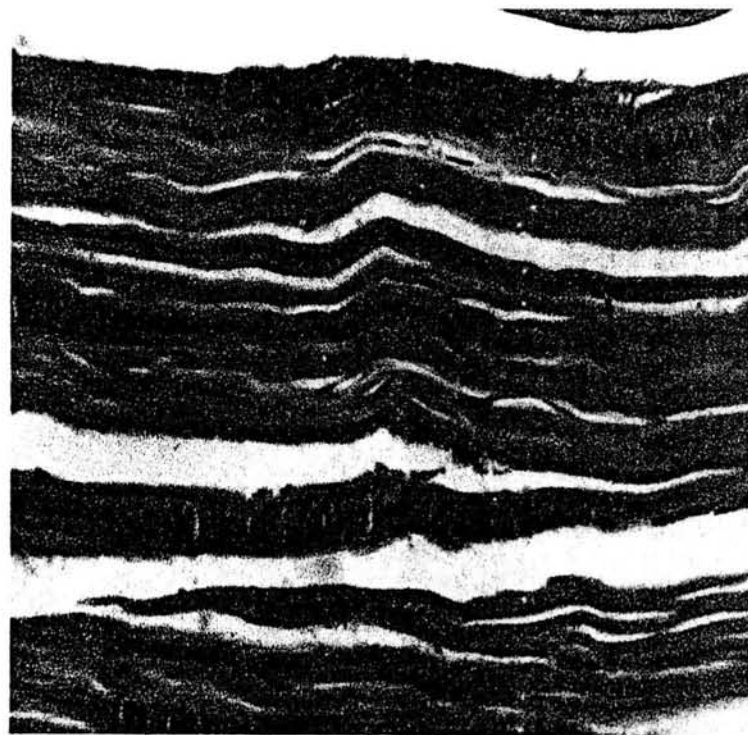


Fig. 16. Músculo abdominal reemplazado por la presencia de numerosas masa de microsporidios perdiendo la tonicidad muscular. Campo claro. 64X.

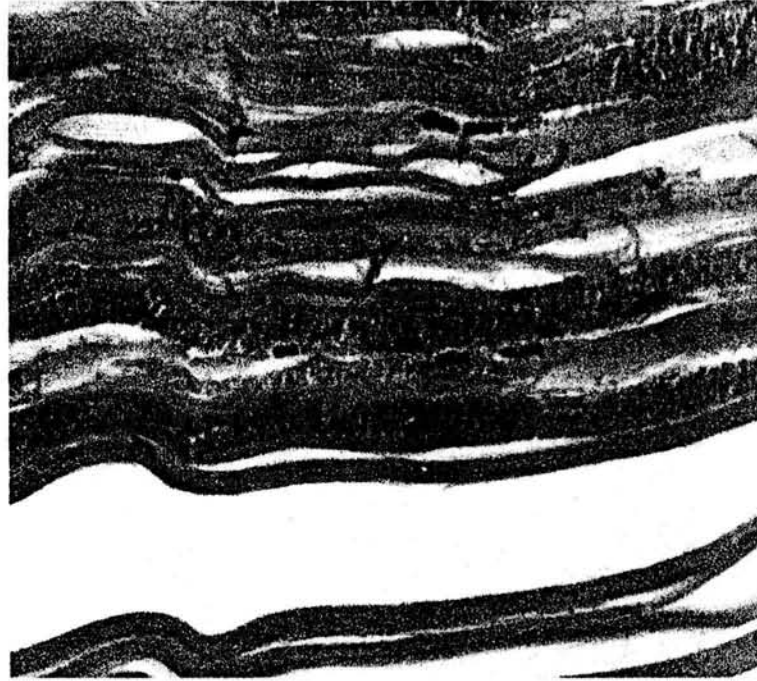


Fig. 17. Detalle de las masas de microsporidios invadiendo las fibras musculares del abdomen del camarón *Litopenaeus vannamei*. H-E. Campo claro. 400X.

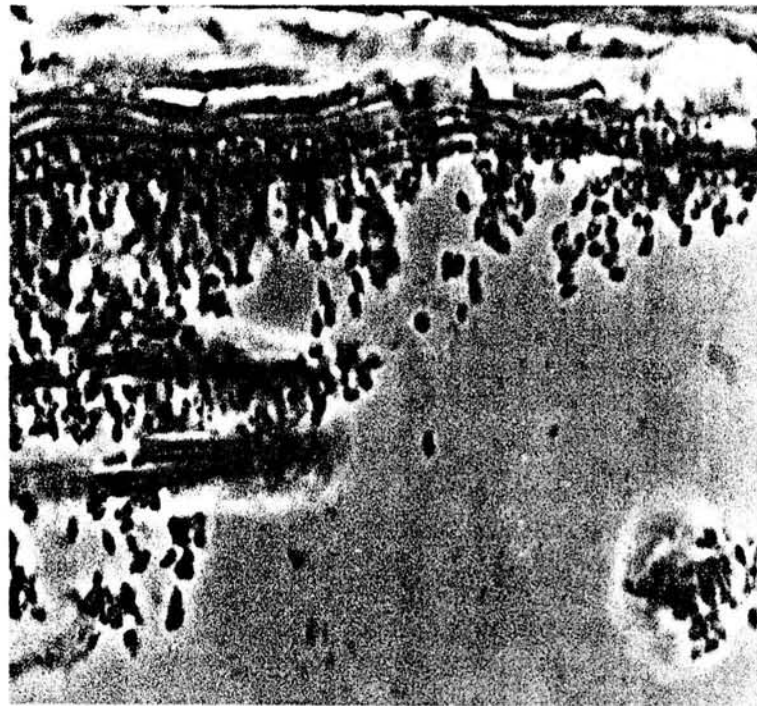


Fig. 18. Detalle de las esporas de los microsporidios en músculo de *Litopenaeus vannamei*. Giemsa. Contraste de fases. 400X.



Fig. 19 Síndrome de Taura. Presencia de viriones en forma de perdigones en el epitelio necrosado de revestimiento (↑). H-E. Campo claro. 64X.

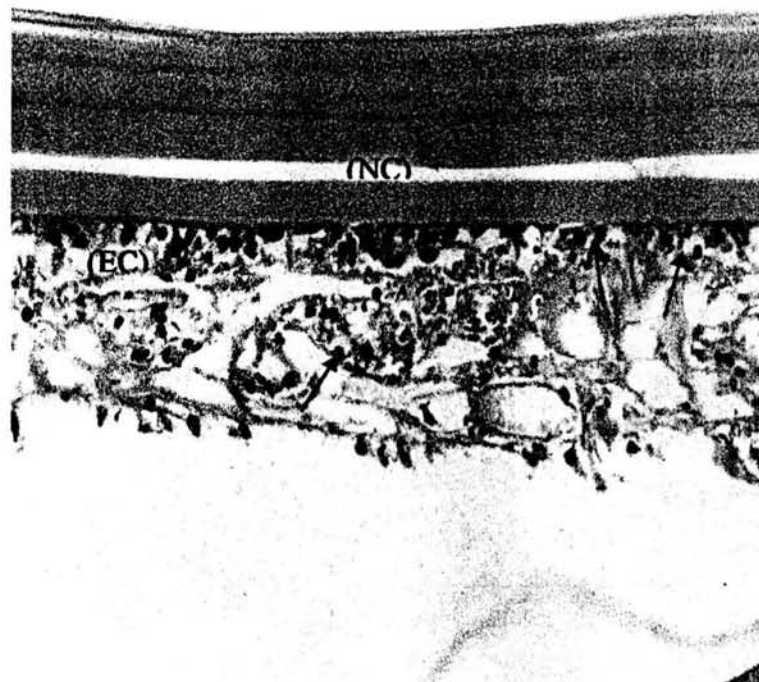


Fig. 20. Síndrome de Taura Detalle de la destrucción de las células epiteliales (CE) cilíndricas por la presencia del virus (↑). La cutícula muestra la formación de la nueva cutícula (NC). H-E. Campo claro. 100X.

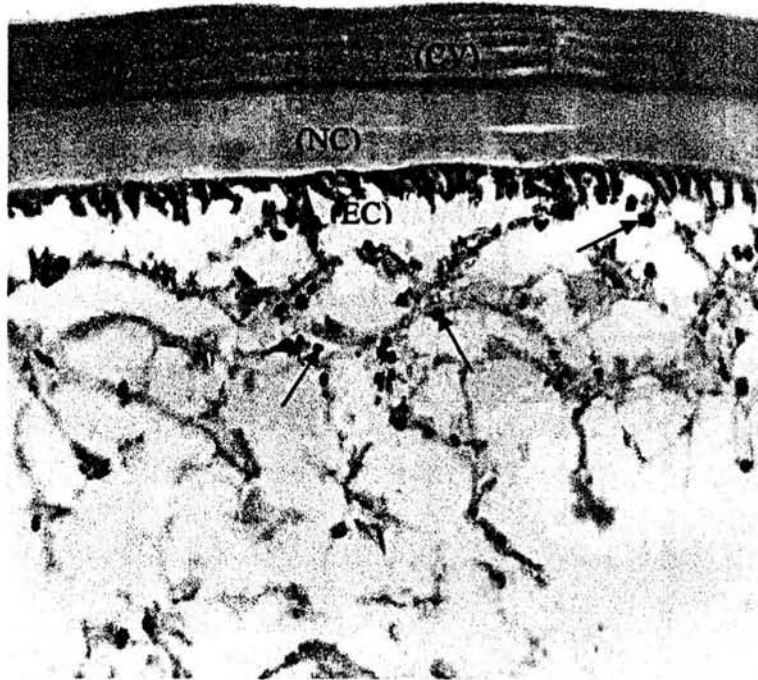


Fig. 21. Síndrome de Taura acercamiento de la necrosis celular epitelio cuticular (EC) por la presencia de perdigones (↑) del virus de Taura. Se observa la formación de nueva capa de cutícula (NC) y la capa vieja (CV) que se pierde en el proceso de la muda. H-E. Campo claro. 100X.

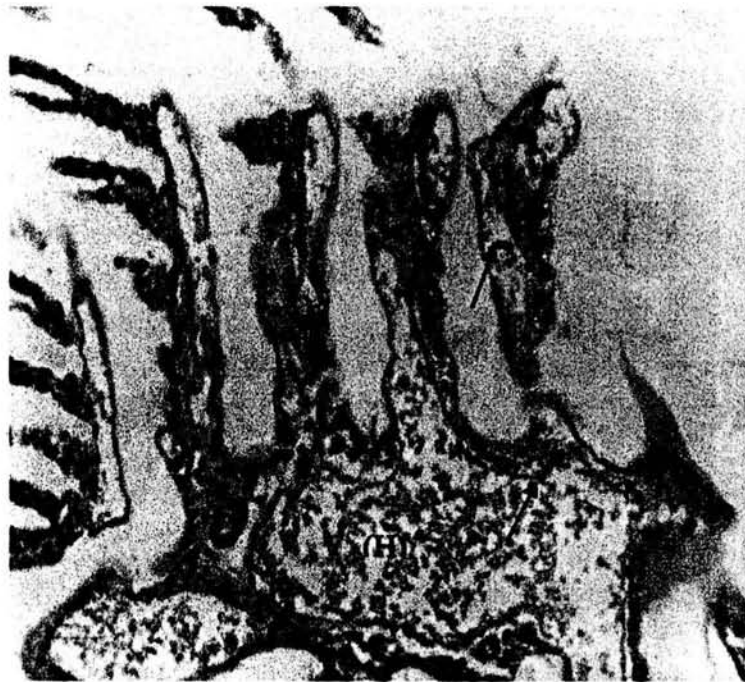


Fig. 22. Respuesta inflamatoria en branquias por la presencia del Síndrome de Taura. Se muestran grandes hemorragias (H) y perdigones (↑) destruyendo las células epiteliales. H-E Campo claro. 100X.



Fig. 23. Detalle de una lamela branquial mostrando una respuesta inflamatoria y presencia de numerosos perdigones (↑) del virus del síndrome de Taura. H-E. Campo claro. 100X.

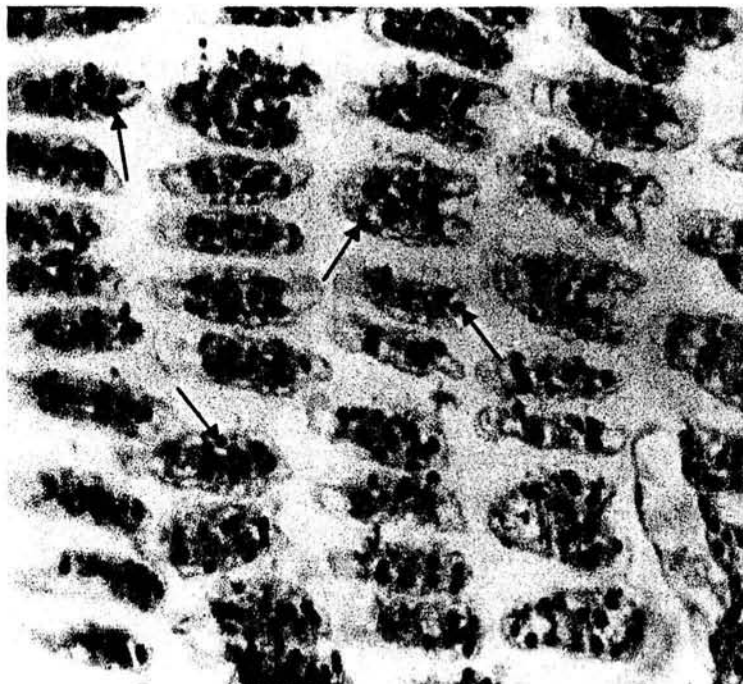


Fig. 24. Vista general de las lamelas branquiales, mostrando la presencia de inclusiones virales (†) del Síndrome de Taura. H-E. Campo claro. 100X.



Fig. 25. Branquias mostrando inflamación y destrucción por la presencia del virus del síndrome de Taura (TSV) (†) y protozoarios del género *Zoothamnium* sp (Z). Campo claro. 64X.



Fig. 26. Enteritis Hemocítica en intestino mostrando en la luz del tubo gran cantidad de hemocitos (↓). H-E. Campo claro. 40X



Fig. 27. Enteritis hemocítica. Necrosis del epitelio intestinal (EI) debido a la presencia de numerosos hemocitos (H) provocado por la ingestión de algas cianofitas. H-E. Campo claro. 100X.

7.0 DISCUSIÓN

Los microsporidios parasitan al huésped por medio de esporas que se desarrollan inicialmente entre las fibrillas musculares, reemplazando eventualmente esos tejidos necrosándolos. La infección también puede ocurrir en corazón, nervios, gónadas, branquias y hepatopáncreas dependiendo la especie de camarón y del patógeno (Lighthner, 1983, 1996; Conroy y Conroy 1990; Aguirre y Ascencio, 2000; Fernández, 2001).

De las observaciones hechas a los resultados, solo se identificaron esporas de microsporidios entre las fibras musculares de los segmentos abdominales de los cortes realizados a los camarones infectados, no se encontraron microsporidios en corazón, nervios, gónadas, branquias y hepatopáncreas.

Se ha observado que las esporas que rodean a las fibras musculares, ocasionan que gradualmente éstas se vayan perdiendo y que las miofibrillas se cristalicen probablemente por un proceso de despolimerización, hasta que eventualmente se destruyen y son reemplazadas por esporas coincidiendo con lo que afirman Lighthner, 1996; Fernández, 2001; y Manzano, 2001

En el análisis realizado a las fibras musculares de camarón, como se aprecia en las (Figs. 11-18) las esporas de microsporidios han sustituido a las fibras, lo que concuerda con los anteriores Lighthner, 1996 y Fernández, 2001. Además de apoyar lo mencionado por Manzano en 2001 referente a que las células musculares se cristalizan por un proceso de despolimerización que ocasiona su destrucción.

Se ha reportado que los microsporidios son fauna común en los camarones, al no haber una buena calidad de agua en los estanques se presentan condiciones óptimas para su reproducción sin control, convirtiéndose en patógenos, que causan el debilitamiento y muerte de los organismos. (Lighthner, 1983 y 1996; Conroy y Conroy, 1990).

Por la gran cantidad de microsporidios que se encontraban en el músculo de los segmentos abdominales de las muestras de camarones, se deduce que el manejo del agua que se emplea en los estanques de cultivo de la granja no es el adecuado, lo que coincide con Lighthner, 1983 y 1996 y Conroy y Conroy, 1990.

Botero y Montoya, 2002, llaman a la fase asexual como infectiva y merogónica que se encuentra en los camarones produciendo los merontes, a los que describen como células redondas, irregulares o elongadas. La forma de microsporidios que se identificó de acuerdo a la clasificación de Botero y Montoya son organismos unicelulares de forma redonda con dos divisiones que se encontraban entre los haces musculares del tejido, causando una evidente destrucción y sustitución total o parcial de las fibras musculares. (Fig. 18).

En 1996, Jiménez y Manzano en 2001, describen necrosis multifocal en el epitelio cuticular, en branquias e intestino de camarones peneidos, en los que se observan inclusiones virales a manera de perdigones, cuerpos prominentes de inclusión citoplásmica que van de eosinófilos a basófilos, lesiones ocasionadas por el virus del síndrome de Taura. También mencionan que las células infectadas muestran picnosis (núcleos reducidos), y cariorrexis (núcleos fragmentados).

En el análisis realizado a las estructuras como el epitelio cuticular, branquias e intestino, las células cilíndricas del epitelio cuticular se ven en degeneración y entre ellas se identifican perdigones, cuerpos de inclusión característicos del síndrome de Taura, en algunas células del epitelio se observan los núcleos picnóticos. Otras estructuras que presentan inclusiones virales del síndrome de Taura son las branquias además de que las lamelas branquiales se encuentran deformadas.

La patología de la Enteritis Hemocítica es el engrosamiento de las paredes del intestino debido a la gran proliferación de hemocitos que se acumulan en la luz de éste.

Esta enfermedad se presenta en todas las especies de camarones peneidos, provocada por la ingestión de algas verde-azules de las especies *Spirulina subsalsa*, *Shizothrix calcita* y *Leucothrix mucor* (Lighthner, 1993 y 1996). (Figs. 26, 27).

Al observar el intestino de los camarones infectados por microsporidios se detectó, en el intestino anterior, una acumulación de hemocitos en las paredes del órgano, las que apenas comenzaban a engrosarse, esto se debe a que el agua que se utilizó en el cultivo contenía alguna especie de algas verde-azules, como lo indica Lighthner en 1993 y 1996.

Lighthner en 1996 observa una marcada inflamación en la mucosa epitelial del intestino anterior, posterior y ciego intestinal, causada por el gran número de hemocitos. En las muestras estudiadas en la parte interna del intestino medio se identificaron numerosos hemocitos, los cuales forman una barrera gruesa ocasionando la obstrucción del la luz del mismo.

8.0 CONCLUSIONES

- Se identifica al microsporidio *Nosema* sp como el parásito del músculo de *Litopenaeus vannamei*.
- Se comprobó la existencia del virus del Síndrome de Taura (TSV) al encontrar viriones en forma de perdigones causantes del deterioro del epitelio subcuticular de la superficie corporal, presentes también en el músculo y branquias.
- Se presentó Enteritis Hemocítica, observando gran cantidad de hemocitos en la luz del intestino

8.1 Recomendaciones

Se recomienda mantener una óptima calidad de agua en los estanques de cultivo para prevenir brotes de agentes patógenos y por consecuencia la presencia de enfermedades.

En el caso del síndrome de Taura, no existe un tratamiento específico, pero se pueden implementar métodos preventivos para minimizar los daños causados por esta enfermedad.

Se han tomado medidas orientadas al desarrollo de métodos de prevención, de diagnóstico y control de las enfermedades, así como a implementar, reglamentos, códigos y leyes, para legislar todo lo relativo a la sanidad de organismos acuáticos, sus productos, el uso del agua, los medicamentos, las sustancias químicas, etc, a fin de evitar la introducción, aparición y dispersión de enfermedades consideradas como de alto riesgo.

9.0 LITERATURA CONSULTADA

- 1 **Aguirre-Guzmán, G. and F. Ascencio-Valle.** 2000. Infectious disease in shrimp species with aquaculture potencial. Resent Res. Delv. Microbiology, 4. p 333-348. www.cibnor.mx/personal/gaguirre/shrimppi.pdf
- 2 **Aguilar-Morales, M., B. Coutiño-Bell, y P. Salinas-Rosales.** 1996. Manual general de técnicas histológicas e histoquímicas. Coordinación de Servicios Editoriales Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 130 pp.
- 3 **Arredondo-Figueroa, J. L., y G. Lanza-Espino,** 1990a. Análisis del cultivo de camarón en México al termino de 1989. en: La Acuicultura en México: de los Conceptos a la Producción. Instituto de Biología. UNAM. p 77-103.
- 4 **Avault, J. W.** 1988. Fundamentals of Aquaculture. A Step-step Guide to Commercial Aquaculture. Louisiana. AVA. Publishing Company Inc. 889 pp.
- 5 **Balford, A. et al.** 2002. Economic reasons for conserving wild nature. American Association for the Advancement of Science. Vol. 297. p. 950-953.
- 6 **Bancomext.** 1999. Camarón Mexicano. Resuelva problemas en el cultivo. Banco Nacional de Comercio Exterior. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Federación de Acuicultores de México, A. C. 104 pp.
- 7 **Belford, A., A. Brumer, and P. Cooper.** 2002. Economic Rehaznos for Conserving Wild Nature. American Association for the Advancement of Science. Vol. 297. Núm. 5583. p 950-952.
- 8 **Botero-Garcés, J. y Montoya-Palacio, M. N.** 2002. Microsporidiosis intestinal: Una visión integral. 6(4): p 213-225. www.infecto.org/v6n4/art3/3.htm
- 9 **Bradach, J.E., J.E. Ryther, and W.O. McLarney.** 1972. Aquaculture. The Farming and husbandry of freshwater and marine organisms. Science Editions. 868 pp.
- 10 **Bulnheim, H. P. and J. Vávra.** 1968. Infection by the Microsporidian *Octosporea effeminans* sp. N., an dits sex Determining Influence in the Amphipod *Gammarus Duebeni*. The Journal of Parasitology. Vol. 54.No. 2. p 241-248.
- 11 **Canning, E. U. and J. Vávra.** Phylum Microsporita en: Lee, J. J. et al. 2000. An Illustrate guide to the protozoa second edition. Organisms. Traditionally referend to as protozoo or newly discovered groups. Society of Protozoologists. Kansas. Vol. I. 689 pp.
- 12 **Canning, E. U. A. Curry and R.M. Overstreet.** 2002. Ultraestructura of *Tuzetia weidnei* sp n. (Microsporidia: Tuzetiidae) in skeletal muscle of *Litopenaeus setiferus* and *Farfantepenaeus aztecus* (Crustacea: Decapoda) and New Data on *Perezia nelsoni* (Microsporidia: Pereziidae) in *L. setiferus*. Acta Protozoologica. 41: 63-77 www.nenck.gov.pl/pdf/ap/ap602.pdf
- 13 **Chávez-Sánchez, M. C., et al.** 2002. A Survey of Infectious Diseases and Parasites of Penaeid. Shrimp from the Gulf of Mexico. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 33, No. 3. p 316-329.
- 14 **Cifuentes, J. L., P. Torres, y M. Frías.** 1997a. El Océano y sus Recursos X. Pesquerías. Fondo de Cultura Económica. México. 162 pp.
- 15 **Cifuentes, J. L., P. Torres, y M. Frías.** 1997b. El Océano y sus Recursos XI. Acuicultura. Fondo de Cultura Económica. México. 229 pp.

- 16 **Chávez, M., M Hernández y J. A Roldan.** 1992. Tablas de uso practico del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. Comisión Nacional de Alimentación. Instituto Nacional de Nutrición Salvador Subirán. Solidaridad. 34 pp.
- 17 **Contreras, F. L. E.** 1988. Manual de Prevención de enfermedades que afectan a los organismos en cultivo. SEPESCA. México. 81 pp.
- 18 **Conroy, D. A., y G. Conroy.** 1990. Manual de Patología de los Camarones Peneidos. Comercial Rivero. Venezuela. 197 pp.
- 19 **Diario Oficial de la Federación.** 1993. NOM-002-PESC-1993.
- 20 **Diario Oficial de la Federación.** 2004. Carta Nacional Pesquera 15 marzo 2004.
- 21 **Dore, I. and C Frimodt.** 1987. Illustrated Guide to Shrimp of World. Van Nostrand Reinhold. New York. 229 pp.
- 22 **Engemann, J. G., R. W. Hegner.** 1981. Invertebrate Zoology. Mcmillan Publishing. E. U. 746 pp.
- 23 **El Cultivo del Camarón: Producción y Consumo.** www.sdnnic.org-ni/documentos/camaron/index.htm.
- 24 **FAO.** 1999. Anuario Estadístico de Pesca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Roma. 150 pp.
- 25 **FAO.** 2002. El estado mundial de la Pesca y la Acuicultura 2001. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Roma 50 pp.
- 26 **Fernández, S. B.** 2001. Descripción histopatológica del Síndrome de Taura (TSV), Enfermedad Viral que afecta al camarón cultivado en Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura Biología, Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 64 pp.
- 27 **Filose, J.** 2001. Las estrategias de comercialización para el camarón de exportación. Panorama Acuícola. Vol.6 No. 6 septiembre/octubre. p 12-15.
- 28 **FIRA.** 2002a. Boletín Informativo. Oportunidades para el Desarrollo de la Red de Valor Camarón. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México. Banco de México. Morelia. Num. 318 1ª Parte. Vol. XXXIII. Año 2002. 86 pp.
- 29 **FIRA.** 2002b. Boletín Informativo. Anexos Oportunidades para el Desarrollo de la Red de Valor Camarón. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México. Banco de México. Morelia. Num. 318 2ª Parte. Vol. XXXIII. Año 2002. p. 87-196.
- 30 **FIRA.** 2003. Perspectivas del Camarón 2003. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Morelia. 25 pp.
- 31 **Galavíz-Silva, L.** 2000. Monitoreo Sanitario en Granjas Acuícolas de la República Mexicana. Boletín de Programa Nacional de Sanidad Acuícola y de la Red de Diagnóstico Año 3 Vol. III Núm. 9. 6 pp.
- 32 **García, S. L. et Le Reste.** 1981. Cycles vitaux, dynamique, exploitation et Amenagement des Stocks de crevettes Penaeides cotieres. FAO. Organisation des Nations Unies pour L'alimentation et L'agri culture. Rome. Document Technique sur les peches. No. 203. 210 pp.
- 33 **Garmendia.** 1996. Foro Internacional de Camaronicultura 96. Mazatlán, Sin. 11pp.
- 34 **Gastélum, O.** 2001. Ahome Shrimp Parking: Dando forma a nuestros productos. Edit. Gutiérrez C. M. Panorama Acuícola. Vol. 6. No. 6. septiembre/octubre. p 32-33.

- 35 **Gayosso, V. R. N.** 1993. Estudio de algunas variables hidrológicas y de la meiofauna en un estanque de cultivo experimental de camarón *Penaeus vannamei* en San Blas Nayarit. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 56 pp.
- 36 **Gilbert, B. et al.** 1991. Acuicultura. Volumen I. Omega. Barcelona. 478 pp.
- 37 **Gomez-Gil, B., Roque, A. L. y Guerra-Flores, A.** Enfermedades infecciosas más comunes en la Camaronicultura en México y el impacto del uso del antibiótico en: Pérez, A. L. A. 1999. Formación de un Plan de Sanidad, en una Granja Camaronicola para Disminuir Problemas de Enfermedad y de Mortalidad. UAM-I. DICTUS. UNISON. Boletín de Programa Nacional de Sanidad Acuícola y de la Red de Diagnóstico Año 19 Vol. II Núm. 5. 8 pp.
- 38 **González, R. J.** 1999. La industria camaronera mexicana. Breve Síntesis de la Explotación del camarón. www.rlc.fao.org/prior/recnat/recursos/pesca/mexicana.pdf
- 39 **Gutiérrez-Yurrita, P. J.** 1999. Consecuencias de la introducción de especies. Biología Informa. Boletín Informativo de la Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Querétaro. Num. 25. p 1-6.
- 40 **Gutiérrez-Yurrita, P. J.** 1999. La Acuicultura en México: I Época prehispánica y colonial. Biología Informa. Boletín informativo de la Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Querétaro. Num. 29. p 3-7.
- 41 **Gutiérrez-Yurrita, P. J.** 2000. La Acuicultura en México: II Época actual y perspectivas. Biología Informa. Boletín informativo de la Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Querétaro. Num. 32. p 1-8.
- 42 **Hendrix, M. E. y F. D. Estrada.** 1996. Los camarones pelágicos del pacífico mexicano (Dendrobranchiata y Caridea). Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 157 pp.
- 43 **Hernández, C. A.** 1988. Dictamen técnico para determinar el fin de la temporada de pesca del camarón en aguas protegidas (Lagunas, bahías, esteros y marismas) en la región del Norte del Litoral del Océano Pacífico (Nayarit, Sinaloa y Baja California Sur.) Instituto Nacional de la Pesca. SEMARNAP. 47 pp.
- 44 **INEGI.** 2001. Anuario Estadístico Sonora. INEGI. México. 534 pp.
- 45 **INEGI.** 2003. Cuaderno estadístico municipal. Edición 2002. Cajeme, Sonora. Gobierno del Estado de Sonora. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Ayuntamiento Constitucional de Cajeme. Aguas Calientes 181 pp.
- 46 **Instituto de Acuicultura y Pesca del Estado de Jalisco.** 2002. Guía técnica de Acuicultura. Jalisco. Poder Ejecutivo y Secretaría de Desarrollo Rural de Jalisco. 45 pp.
- 47 **Jiménez, G. F.** 1996. Acciones para Prevenir Enfermedades. Foro Internacional de Camaronicultura 96. Mazatlán, Sin. 17 pp.
- 48 **Jiménez G. F.** 1999. Atlas de Enfermedades de Peneidos. SEMARNAP. México. 79 pp.
- 49 **Jiménez, G. F., y I. G. Cuauhtémoc.** 2002. Manual de Recomendaciones para el Manejo de Granjas de Camarón en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. CANAPESCA. 22 pp.
- 50 **Kudo,** 1969. Protozoología Orden Microsporida Balbini. Continental. Mexico. p. 633-644.

- 51 **Lanza, E., G. y J. L. Arredondo.** 1990b. La Acuicultura en México: de los Conceptos a la Producción en: La Acuicultura, Definición y Límites en: Instituto de Biología. U.N.A.M. p 3-13.
- 52 **Landau, M.** 1991. Introduction to Aquaculture. John Wiley and Sons. New York. 440 pp.
- 53 **Lighthner, D. V.** Diseases of Cultured Penaeid Shrimp. 305-306 pp. En: McVey, J. J. R. Moore Edit. 1983. CRC Handbook of Mariculture. Vol. II Crustacean Aquaculture. CRC. Press Inc. Florida. p. 289-370.
- 54 **Lighthner, D. V.** Cotton Shrimp Disease of Penaeid Shrimp en: Sindermann C. J. y D. V. Lighthner. 1988. Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Volume, 17. Elsevier. 431 pp.
- 55 **Lighthner, D. V.** 1996. A Handbook of Shrimp Pathology and Diagnostic Procedures for Disease of Cultured Penaeids Shrimp. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. 380 pp.
- 56 **Lighthner, D. V.** 1998. Shrimp diseases and current diagnostic methods. Aquaculture. University of Arizona, Tucson. p. 201-220.
- 57 **Linné, M., C. Morales, R. Mejía y C. Ascencio.** 2000. Evaluación de la presencia del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV) en cultivos de camarones peneidos de Sonora y Sinaloa. Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico. CNSA, UANL. México. Año.3, Volumen III, Número 9.
- 58 **Lopez-Onchotorena, y Serrano-Limón.** 1996. Diccionario Protozoológico. Sociedad Mexicana de Historia Natural. México. 148 pp.
- 59 **Matthews, A.** 1999. ¡Sea feliz ya!. Selector. México. 80 pp.
- 60 **Manzano S. M. M.** 2001. Principales enfermedades que afectan a los camarones peneidos de la Región El Oro, Ecuador. Tesis de Licenciatura Biología, Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 85pp.
- 61 **Marshall, A. J. et al.** 1985. Microsporidios. Reverté. México. 979 pp.
- 62 **Martínez, P. J. A. y M. E. Gutiérrez.** 1985. Introducción a la Protozoología Trillas. México. 207pp.
- 63 **Martínez C. L. R.** 1993. Camaronicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones peneidos. AGT Editor. México. Centro de Investigación Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. 233 pp.
- 64 **Mayen y col.** 1992. Manual de Prácticas de Zoología I. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 119 pp.
- 65 **Meléndez, B.** 1977. Paleontología. Tomo 1. Parte general e Invertebrados. Parafino. Madrid. 715 pp.
- 66 **Páez-Ozuna, F.** 2001. Camaronicultura y Medio Ambiente. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. Programa Universitario de Alimentos. El Colegio de Sinaloa. México. 452pp.
- 67 **Pantoja, C. R.** 1996. Enfermedades del Camarón en México. Camaronicultura 96. Foro Internacional Mazatlán, Sin. 11 pp.
- 68 **Patterson, D.J.S Hedley.** 1992. Free-living freshwater protozoa. A color guide Wolfe Publishing L Ed. 223 pp.
- 69 **Perkins, F. O.** "Sporozoa" Apicomplexa, Microsporidia, Haplosporidia, Paramyxea, Myxosporidia, and Actinosporidia Chapter 4 p 288-302 en: Harrison, F.

- W. J. O. Corliss. 1991. Microscopic Anatomy of Invertebrates. Vol. I. Protozoa. Wiley-Liss. New York. 493 pp.
- 70 **Pérez-Alvidrez, A.** 1999. Formación de un plan de sanidad en una granja camaronícola para disminuir, problemas de enfermedad y de mortalidad. Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuicola y la Red de Diagnóstico. UAM-X, DICTUS. UNISON. <http://beta.semarnap.gob.mx/dga/boletin/9930/01/8plansan.html>
- 71 **Pérez-Farfante, I.** 1970. Claves Ilustradas para la identificación de los camarones comerciales de la América Latina. Secretaría de Industria y Comercio. Instituto Nacional de Investigaciones biológico Pesqueras. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. México. 48 pp.
- 72 **Pérez-Farfante, I. and B. Kensley.** 1997. Penaeoid and Sergestoid Shrimps and rawns of the World. Keys and Diagnoses for the Families and Genera. Memoires Du Muséum National d'Histoire Naturelle. Editions du Muséum Paris. Tome 175. 253 pp.
- 73 **Rigdon, R. H. et al.** 1972. Hermaphroditic White Shrimp, *Penaeus setiferus*, Parasitized by *Thelohonia* sp. National Marine Fisheries Service, Gulf Coastal Fisheries Center Galveston Laboratory, Galveston, Texas p 292-295.
- 74 **Rodríguez, M. M. F y J. F. Reprieto** Edit. 1987. El Cultivo del Camarón azul. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. Hermosillo. 126 pp.
- 75 **Rodríguez-Gutiérrez, M., et al.** 2001. Manual de Enfermedades de Camarones en México. Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuicola y la Red de Diagnóstico. UAM-X, CANAPESCA. México. Año 4, Vol. 2, Núm. 14. 10 pp.
- 76 **SAGARPA.** 2000. Anuario Estadístico de Pesca 2000. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 268 pp.
- 77 **SAGARPA.** 2001. Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación 2001-2006. SAGARPA. México. 300 pp.
- 78 **SAGARPA** 2003. Anuario Estadístico de Pesca 2002. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 268 pp.
- 79 **Sandoval, Q. M. E.** 1996. Madurez gonadal y patrón reproductivo de hembras del camarón rojo *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) en Contoy, Quintana Roo. Tesis de Maestría Biología, Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 80 pp.
- 80 **Secretaría de Gobernación.** 1988. Los Municipios de Sonora. Enciclopedia de Municipios de México. México. p 97-101.
- 81 **Secretaría de Pesca.** 1986. Testimonio de los pescadores Indígenas. Desarrollo y Perspectivas. Secretaría de Pesca. México. p 75-84.
- 82 **Secretaría de Pesca.** 1988. Glosario de términos de acuicultura. Secretaría de Pesca. México. 210 pp.
- 83 **Segovia-Salinas, F. et al.** 1991. Ultraestructura de *Agmasoma penaei* (Microspora: *Thelohaniidae*) en el camarón rosado *Penaeus duorarum* de la Carbonera, Tamaulipas, México. Publicaciones Biológicas F. C. B./UANL México. Vol. 5 No. 1 p 61-68.
- 84 **SEMARNAP.** 1996a. Programa de Pesca y Acuicultura 1995-2000. Poder Ejecutivo Federal. SEMARNAP. México. p 96.
- 85 **SEMARNAP.** 1996b. Reunión Técnica sobre aspectos Sanitarios y Patología de Camarones Peneidos. INP. Memorias de las Reuniones Técnicas de la Red Nacional de Investigadores en Maricultura, REDIMAR. Sinaloa. p 33-46.

- 86 **SEMARNAP**. 1999. Fundamento Técnico para el establecimiento de vedas en el Golfo de México en 1999. Instituto- Nacional de la Pesca. 87 pp.
- 87 **SEMARNAT**. 2000a. Anuario Estadístico de Pesca 1999. México. 271pp.
- 88 **SEPESCA**. 1988. Programa Nacional de Pesca y Recursos del Mar 1987-88. SEPESCA. Poder Ejecutivo Federal. México. 89 pp.
- 89 **Sierra, O. R.** 1996. Experiencias en el Cultivo de Camarón en México. Camaronicultura 96. Foro Internacional Mazatlán. 11 pp.
- 90 **Sierra-Rodríguez, P. et al.** 2000. La pesquería de camarón del Pacífico. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México Evaluación y Manejo 1997-1998. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. p 5-62.
- 91 **Sierra-Rodríguez, P. et al.** 2001. La pesquería de camarón del Pacífico. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México Evaluación y Manejo 1999- 2000. Instituto Nacional de la Pesca SEMARNAP. México. p 5-50.
- 92 **Sleigh, M. A.** 1979. Biología de los Protozoos. Blume Ediciones. Madrid. 339 pp.
- 93 **Sparks, A.** 1985. Sinopsis of invertebrate pathology. Exclusive of insects. Elsevier Science Publishers. New Cork. 423 pp.
- 94 **Tirasak, P. and T. W. Flegel.** 1994. A Specific DNA Probe to Identify the Intermediate Host of a Common Microsporidian Parasite of *Penaeus merguensis* and *P. monodon*. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. Asian Fisheries Science 7(1994): p 157-167.
- 95 **Tirasak, P. et al.** 1994. Comparison of Amplified RNA Gene Sequences From Microsporidian Parasites (*Agmasoma* or *Thelohania*) in *Penaeus merguensis* and *P. monodon*. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. Asian Fisheries Science 7(1994): p 169-178.
- 96 **Vázquez, M. A.** 1991. Biblioteca de las Entidades Federativas. Sonora. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades UNAM. México p.10-11.
- 97 **Wilford, O.** 1974. Animal Parasites. The life cicles and ecology. Dover Publication. New York. p 179-180, 185-190.
- 98 www.rlc.org/prior/reclnat/recursos/pesca/mexicana.pdf
- 99 www.rlc.fao.org/prior/reclnat/recursos/pesca/mexicana.pdf
- 100 www.sonora.gob.mx/municipios/getmun.asp?municipio=cajeme.htm&nombre=Cajeme