



Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico



SEPTIEMBRE 2005

AÑO. 8 Vol. III No. 31

SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE SANIDAD ACUÍCOLA (PRONALSA)

Martha Rodríguez Gutiérrez, Araceli Cortés García, Denise Contreras García, Vicente Ampudia Rueda, Ma. Luisa Serrano Islas y A. Karina Rodríguez Vicente
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

La acuicultura es una actividad productiva que en México muestra múltiples efectos favorables a la economía regional y nacional, ya que genera una importante demanda de servicios e insumos, en distintas industrias como la de alimentos, equipo, construcción, consultoría y asistencia técnica, debido a ello en el Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2001-2006, la considera como un asunto de seguridad nacional y fuente importante en la alimentación.

El confinamiento de organismos para su cultivo genera una serie de alteraciones, tanto para ellos, como del medio. Entre las que afectan a los organismos están los cambios fisiológicos que los hacen más susceptibles a enfermedades y parásitos, por lo que la sanidad acuícola ha cobrado importancia por la necesidad de optimizar recursos y evitar pérdidas masivas que repercuten directamente en la economía del país.

La apertura hacia los mercados internacionales y la movilización de organismos acuáticos en cualesquier fase de desarrollo genera riesgos de importar junto con ellos, alguna enfermedad certificable, lo que ocasionaría grandes pérdidas a la industria, ya que los daños que causan son tan drásticos que se han tomado acuerdos internacionales a fin de evitar su propagación, siendo el referente internacional la Oficina Internacional de Epizootias (OIE), quien recomienda que cada país miembro, a través de la autoridad competente, función ejercida en México por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) acaten una serie de medidas para la exportación e importación de organismos acuáticos, tendientes a evitar la dispersión de enfermedades.

En el año de 1992, se crea el Programa Nacional de Sanidad Acuícola (PRONALSA) y en 1993, se origina la Red de Diagnóstico (RED), en quien se ha apoyado la SAGARPA para desarrollar y atender a la industria con relación a la sanidad acuícola, generando información valiosa que permite establecer áreas libres de enfermedad o bien determinar las regiones del país con problemas sanitarios sobre todo de enfermedades certificables, lo anterior demanda un Sistema

de Información ágil, actual, veraz, que permita generar información de interés para las diferentes instancias de gobierno federal y estatal, a los productores y población en general, poniendo especial énfasis no sólo en la información genérica sino en la que permita orientar a los involucrados en el sector con relación a las tendencias, oportunidades y riesgos de la actividad y tomar las medidas necesarias para su protección.

Por lo anterior, a solicitud de la Dirección de Organización y Fomento de la SAGARPA, la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco a partir de la Coordinación de Servicios de Cómputo ha desarrollado el Sistema Nacional de Información del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico que está diseñado para registrar los servicios de diagnóstico requeridos por los solicitantes de las diversas granjas, laboratorios de postlarvas, importadoras, maquiladoras, etc., para efectos de certificación, prevención, inspección y/o investigación. El sistema está diseñado de tal manera que se envía la notificación de alerta a la CONAPESCA en caso de encontrarse una enfermedad CERTIFICABLE (Figura 1).



Figura 1. Página principal del Sistema de Información

Los servicios se pueden realizar en:

- 1.- Muestras de Organismos
- 2.- Muestra de Agua
- 3.- Muestras de Suelo
- 4.- Muestras de Plancton

El diagnóstico de organismos se realiza registrando las características de un lote, el cual puede ser de procedencia nacional o extranjera. En él se registran datos de control como son el FOLIO asignado automáticamente por el sistema, la información pertinente sobre las características generales del lote. Los datos de control son identificación de usuario, identificación del laboratorio, identificación de la institución y fecha de captura, los cuales están contenidos en todos y cada uno de los archivos de la base de datos que están relacionados con el registro de un servicio (Figura 2).

A su vez un lote de organismos puede contener varias muestras y en cada muestra se registrarán sus características particulares. Una muestra de organismo, sólo puede estar asociada a un estanque, si es el caso, pero distintas muestras pueden estar asociadas a uno o a diferentes estanques. Cada muestra de organismo puede tener uno o varios resultados provenientes de diferentes técnicas de estudios, como son: el bacteriológico, parasitológico, micológico, toxicológico y virológico (Figura 2).

El diagnóstico de agua y de suelo se realiza registrando la muestra con sus características específicas, así como el estanque asociado a ella si es el caso y registrando los estudios bacteriológicos y físico-químicos correspondientes. La diferencia entre el agua y el suelo está en los estudios específicos realizados en cada uno de ellos.

Por último, el diagnóstico del plancton se registra el tipo de estudio virológico realizado en las diversas muestras, así como el resultado obtenido de ellas.

Con todo lo anterior, es posible tener los resultados de servicios realizados por todos los laboratorios de la RED, los cuales pueden ser clasificados por número de veces que se muestra una granja, que permite declararla libre de enfermedades certificables; el país de procedencia de las importaciones y su estado sanitario; la distribución de granjas por especie de peces; crustáceos y moluscos libres de enfermedades y desde luego las que presentan enfermedades certificables entre otras.

The figure shows three overlapping screenshots of a web-based data entry system. The top-left screenshot is titled 'CARACTERISTICA LOTE DE ORGANISMOS' and includes fields for 'Lote', 'Fecha de Captura', 'Procedencia del Lote' (with radio buttons for 'NACIONAL' and 'EXTRANJERO'), 'Laboratorio de Estudios y Ocas', 'País de Origen', 'País de Procedencia', 'Aduana de Entrada', 'Certificado de Importación', 'Especie', 'Grupo Taxonómico', 'Especie Común', 'Especie Científica', 'Estado del Organismo', and 'Sistema de Producción'. The top-right screenshot is titled 'RESULTADOS' and includes fields for 'Fecha de Resultado', 'Tipo de Estudio', 'Técnica de Estudio', 'Organismo', 'Tipo de Organismo' (with radio buttons for 'MUCOSA DE LA PIEL', 'FLUIDO OVÁRICO', 'SANGRE', 'SEMEN', 'HEMOLINFA', 'FLUIDOS SEXUALES'), 'Confirmación de la Muestra', 'Resultado', 'Especie', 'Diferenciación', and 'Clasificación de Enfermedad'. The bottom-center screenshot is titled 'MUESTRAS ORGANISMOS' and includes fields for 'Fecha de Proceso', 'Muestra del Organismo', 'Fecha de Desarrollo', 'Forma de Conservación', 'Tamaño de la Muestra', 'Total Población', 'Signos Clínicos', 'Signos Específicos', 'Procedencia del Organismo', and 'Sistema de Cultivo'.

Figura 2. Formularios de las características de muestras y resultados de los organismos

IMPACTO ECONÓMICO DE LA PRESENCIA DE TSV Y WSSV EN LOS CULTIVOS DE CAMARÓN DEL NORTE DEL ESTADO DE SINALOA, MÉXICO

Josefina Audelo y Fernando Montiel*

Universidad de Occidente *Universidad Nacional Autónoma de México

El camarón cultivo se ha convertido en las últimas décadas, en una actividad sobresaliente en países de los cinco continentes. Según la FAO, en el año 2000 la producción de organismos acuáticos a nivel mundial sobrepasó los treinta y cinco millones de toneladas, dentro de la cual la producción de camarón significó el 66% de la producción de crustáceos con un total de 1 087 111 toneladas de producto cosechado. Destacan como principales productores: Tailandia, Ecuador, Indonesia, China, India, México y Colombia; aportando entre éstos el 75.5% de la

producción mundial de camarones cultivados de este grupo (FAO, 2002). Las especies mayormente cultivadas son *P. monodon*, *F. chinensis*, *L. vannamei*, *F. merguensis*, *M. japonicus* y *L. stylirostris*.

En México, el cultivo de camarón significa el 80% de la producción nacional en materia acuícola. Las principales especies que se cultivan son *L. vannamei* y *L. stylirostris*. Es en el Estado de Sinaloa donde se cosecha el 58.1% de la

producción nacional anual de camarón. En este estado para 2003 se tenía una capacidad instalada de 28,181 hectáreas de espejo de agua en 396 granjas en operación, alcanzando una producción para este año superior a las 100,000 toneladas (SAGARPA, 2003).

En el Estado de Sinaloa el cultivo de camarones es una actividad de gran importancia por la cantidad de empleos generados y los volúmenes de producción alcanzados. Según registros de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en 1995, durante el primer ciclo de cultivo, la producción alcanzó cifras cercanas a las 10 500 toneladas de camarón fresco con cabeza. Esto representó un aumento del 25% con respecto al año anterior. La zona norte del estado contribuyó con el 22% de la producción, con una superficie de espejo de agua de 2,470 hectáreas y con proyección a alcanzar las 3,000 al cierre del mismo.

El manejo de organismos en cultivo representa riesgos que, en la mayoría de los casos, se han podido afrontar; sin embargo, la aparición de problemas patológicos se ha convertido en un factor determinante para la evolución de la camaronicultura en el mundo. Ejemplo de ello, son las caídas drásticas en la producción de camarones de cultivo sufridas en Taiwán, China, Tailandia, Indonesia, Japón, Estados Unidos de América, etc., países en los que el rendimiento se redujo hasta en un 90% como efecto de la presencia de un patógeno viral en las poblaciones cultivadas.

En México, donde la gran mayoría de los camaronicultivos son del tipo semi-intensivo, la aparición de enfermedades infecciosas ha provocado reducciones significativas en la producción del crustáceo. Al cierre del 95, reportes de la Dirección General de Acuicultura dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), estableció que la producción de *L. vannamei* y *L. stylirostris* declinó considerablemente. Los cultivadores de camarón reportaron tasas de sobrevivencia en las poblaciones cultivadas de entre el 5 y el 43%. El problema fue asociado con la aparición de una enfermedad de tipo viral que en ese momento se definió como "similar al Síndrome de Taura" (SEMARNAP, 1998).

Los camarones enfermos mostraban expansión de cromatóforos en la superficie general del cuerpo, particularmente en el abanico formado por el telson y los urópodos, por lo cual estas estructuras adquirieron una coloración rojo intenso; las antenas también adquirieron la misma coloración y se tornaron de un aspecto quebradizo. Los músculos se observaban flácidos. Histológicamente, se observaron lesiones en tejido del epitelio subcuticular de camarones enfermos, consistentes en las características de la fase aguda de la infección por el Virus de Taura. Según reportes de los biólogos en granja, disminuyó notablemente el consumo de alimento en los organismos enfermos. También reportaron presencia de aves en la superficie de los estanques con camarones afectados (Figura 1A).

En 1999 se tienen los primeros registros de WSSV en granjas camaroneras del sur de México. En la región norte de Sinaloa, particularmente en los Municipios de Guasave y Ahome, este patógeno se detectó durante el primer ciclo del año 2000 en cultivos de *L. stylirostris*, ya que ésta era la especie que predominaba en los cultivos; la zona más afectada fue el Municipio de Guasave donde el brote infeccioso causó mortalidades hasta del 90% de las poblaciones cultivadas. En los cultivos se presentó una sorpresiva mortalidad de los camarones, con incrementos diarios continuos; los animales mostraban manifestaciones de la infección por el patógeno en cuestión: coloración rosada en la superficie general del cuerpo; la periferia de los apéndices, los urópodos y las antenas se observaban de color rojo intenso; los músculos en general se encontraban flácidos y los animales habían reducido considerablemente el consumo de alimento (Figura 1B).



Figura 1. Fotografía que muestra ejemplares colectados durante epizootias de Taura (A) y Mancha Blanca (B), registradas en cultivos de la región norte de Sinaloa

La presencia de patógenos virales en los cultivos de camarón ha traído consigo serios trastornos en la producción mexicana del crustáceo. Como se señaló con anterioridad Taura emergió por primera vez en acuacultivos de *L. vannamei* del norte de Sinaloa en 1995. Esa primera aparición del patógeno causó en primera instancia incertidumbre y confusión por el desconocimiento del padecimiento y las consecuentes pérdidas de hasta el 95% de la producción. El problema se enfrentó con el cambio de los cultivos a *L. stylirostris*, especie con cierta resistencia natural al ataque de Taura, pero muy susceptible a la infección por el Virus que causa la Necrosis Infecciosa Hipodérmica y Hematopoyética (IHHNV, por sus siglas en inglés) y además con gran sensibilidad hacia los cambios fisicoquímicos que pudieran ocurrir en el ambiente de cultivo. Esto obligó a los acuicultores a poner especial cuidado en el manejo del crustáceo. Al parecer, la medida funcionó y el ataque de Taura fue minimizado. Prueba de ello son los niveles de producción alcanzados en 1998 (Figura 2A).

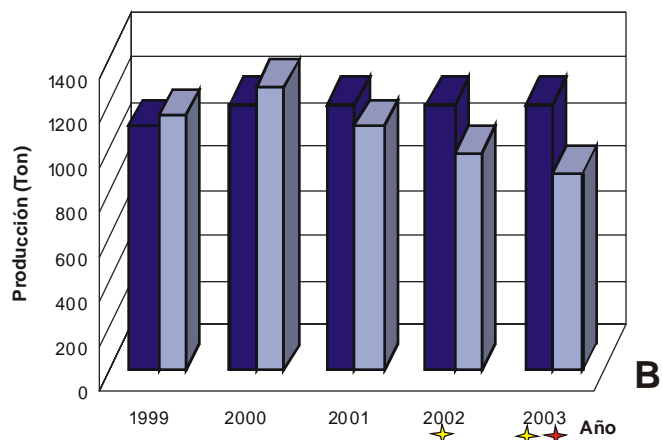
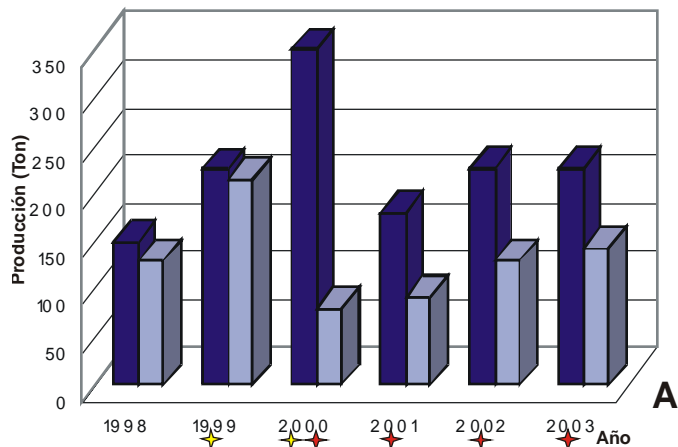
En una evaluación preliminar realizada por investigadores de la Universidad de Occidente, con el fin de determinar el impacto económico ocasionado por brotes infecciosos de Taura y Mancha Blanca en cultivos de camarón establecidos en el norte del Estado de Sinaloa, se estimó que en el total de la muestra analizada, 572 hectáreas ubicadas en Ahome y Guasave sembradas durante 2003, sufrieron el ataque de Mancha Blanca. No obstante en Guasave, donde se ubicaron las granjas más afectadas, la producción cubrió el 86.67% de la expectativa (Figura 2A).

En los casos, registrados en el municipio de Ahome, el efecto fue mínimo o nulo (Audelo, 2004).

Para el cierre del ciclo otoño invierno de 1999-2000 las poblaciones de camarón cultivado en Sinaloa, principalmente la zona centro-sur del Estado, fueron seriamente afectadas por la presencia del Virus de la Mancha Blanca. En la región norte del estado, la presencia del patógeno viral se registró en menor escala; WSSV se detectó en 342 hectáreas de la superficie cubierta por el bloque de granjas analizadas.

Para el 2001 la cobertura del virus fue ligeramente menor en la zona de estudio; estuvo presente en 324 hectáreas de la muestra. El solo efecto del ataque del virus se tradujo en la pérdida del 50% de la producción en uno de los cultivos afectados. En 2002 el virus se detectó en el 21% de la superficie estudiada y en 2003 el patógeno estuvo presente en el 100% de la muestra.

Con Taura el efecto del impacto es relativamente menor; para la muestra analizada, el mayor efecto de este patógeno se reflejó en una reducción del 18.33% de la producción obtenida en una granja situada en el estero "La Ballena" del Municipio de Ahome, durante el ciclo de cultivo desarrollado en el 2002 (Figura 2B), sin que esto tuviera consecuencias económicas importantes para la empresa (Figura 3).



■ Expectativa de Producción; ■ Producción Obtenida;
 ✦ Presencia de TSV; ✦ Presencia de WSSV

Figura 2. Gráficas que muestran la relación presente, en la muestra analizada, entre la expectativa de producción y la producción obtenida en granjas dedicadas al cultivo de camarón establecidas en el municipio de Guasave (A) y Ahome (B), Sinaloa

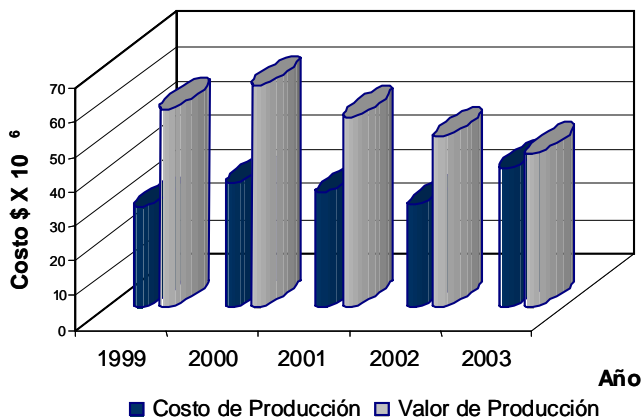
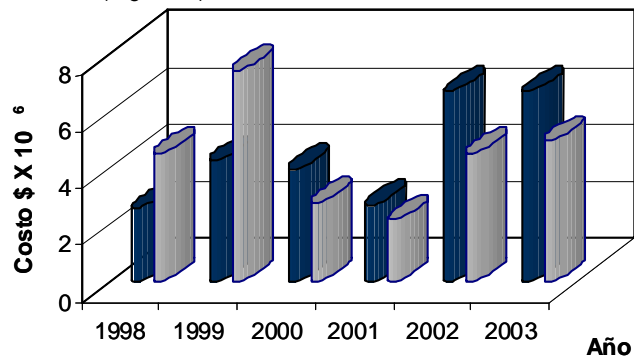


Figura 3. Relación entre los costos de producción y el valor de la producción obtenida (moneda nacional al tipo de cambio vigente en cada año), durante el período 99-2003 en una granja ubicada en el estero "La Ballena" Ahome, Sinaloa

Por el contrario, se ha observado que la presencia de WSSV en los cultivos ha generado bajas considerables en la producción de camarón en la región, con la consecuente merma económica en la comercialización del producto. Ejemplo de ello es el caso de una de las granjas, considerada en la muestra, ubicada en "La Brecha", Guasave en la cual, durante el ciclo de cultivo del 2001 su producción se redujo hasta en un 49.47%, por efecto de un brote de WSSV en la población cultivada (Figura 2A) y como consecuencia, la comercialización del producto no superó el costo de operación del cultivo (Figura 4).



■ Costo de Producción ■ Valor de Producción

Figura 4. Relación entre los costos de producción y el valor de la producción obtenida (moneda nacional al tipo de cambio vigente en cada año), durante el período 98-2003 en una granja ubicada en el Estero "La Brecha" Guasave, Sinaloa

Las caídas más drásticas en la producción de camarón cultivado en la región norte de Sinaloa, se han registrado cuando se presenta el ataque de ambos patógenos al cultivo en desarrollo.

A este respecto, la cifra más elocuente de la muestra analizada se presentó en una de las granjas, muestreadas en Guasave, durante el ciclo de cultivo operado en el 2000. En donde al cierre de la cosecha, el registro fue de solo el 22.86% de la producción esperada (Figura 2A). Obviamente, como se muestra en la Figura 4, los costos de producción no fueron cubiertos; el balance económico de la empresa estimó una pérdida del 30% de la inversión.

La reseña anterior indica la imagen, en números, de lo que ha sido el paso de dos patógenos virales por los camaronicultivos del norte de Sinaloa. A la fecha, mancha blanca se vislumbra como el que mayor impacto ha causado. Sin embargo, la conjunción de dos agentes de este tipo, en este caso TSV y WSSV, ha provocado caídas de hasta el 100% de la producción.

LITERATURA CITADA

Audelo del Valle, J. 2004. Estudios Histopatológicos y Moleculares en Camarones de las Costas del Norte de Sinaloa Afectados por Enfermedades Virales. Tesis de doctorado del Programa Regional del Noroeste para el Doctorado en Biotecnología. Universidad de Occidente Los Mochis, Sinaloa, México.

Food and Agricultural Organization, Fishery Information. 2002. Yearbook of Fishery Statistic 2000. Vol. 90/2.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2003. Reporte Interno de Operación de Granjas Camaroneras en el Estado de Sinaloa. Departamento de Acuicultura de la Oficina de Acuicultura Zona Norte de Sinaloa, Los Mochis, Sinaloa México. Datos no publicados.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1998. Reporte Interno de Reunión de Evaluación con Productores del Estado de Sinaloa. Departamento de Acuicultura de la Oficina de Acuicultura Zona Norte de Sinaloa, Los Mochis, Sinaloa México. Datos no publicados.

CUANTIFICACIÓN DE NUTRIENTES (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ Y PO_4^-) EN AGUA DE MAR, UTILIZANDO MICROPLACA

Jorge Hernández López, Marco A. Porchas Cornejo, Daniel E. Coronado Molina, Arturo Sánchez Paz, Ma. Rosario Vega Fernández y J. Fernando Mendoza Cano
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

INTRODUCCIÓN

Los métodos disponibles para medir nutrientes en agua de mar se basan en la formación de complejos coloridos que pueden medirse por espectrofotometría. Sin embargo, éstos métodos requieren de grandes volúmenes de muestra (50 a 100 ml) y celdas para espectrofotómetros con capacidad para 1 a 10 ml. A pesar de que algunos de estos métodos se han automatizado, se requiere de personal especializado y equipo costoso. Por ello, en este trabajo se diseñaron métodos miniaturizados para la determinación de nutrientes en agua de mar.

Estas técnicas usan formato y lector de microplaca de 96 pozos para la cuantificación de la concentración de nitratos (NO_3), nitritos (NO_2), fosfatos (PO_4) y amonio (NH_4) en agua de mar, la cual puede ser usada para el monitoreo permanente en los estanques de cultivo en acuicultura marina. Una ventaja adicional de esta técnica es su bajo costo, facilidad, reducción en el uso de reactivos y no requiere personal especializado (Figura 1).

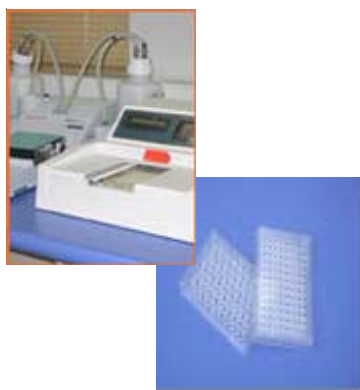


Figura 1. Lector de microplaca

Algunos métodos para medir nitratos (NO_3) en agua de mar están basados en la reducción de los NO_3 pasando la muestra a través de una columna con cadmio. Esta reducción permite convertir los NO_3 en NO_2 (Wood *et al.*, 1967) que son medidos mediante la reacción de Griess. La reacción de Griess involucra la conversión de los NO_2 en ácido nitroso el cual se diazotiza con N-(1-Naphtyl)-ethylenediamina para formar un complejo colorido que se mide a 540 nm de absorbancia (Bendschneider y Robinson, 1952).

El fósforo inorgánico disuelto se encuentra en el agua de mar generalmente como ión ortofosfato (HPO_4^{2-} y PO_4^{3-}). El método propuesto por Murphy and Riley (1962) ha sido uno de los más convenientes debido a su rapidez y facilidad. En este método se produce la formación de un complejo fosfo-molibdato por la interacción entre el molibdato de amonio y los ortofosfatos, en presencia de antimonio. Este complejo es reducido posteriormente con ácido ascórbico para formar un compuesto azul con un máximo de absorbancia a 885 nm. El compuesto azul contiene fósforo, molibdato y antimonio en proporciones 1:12:1, su densidad óptica es independiente de la salinidad y sigue la ley de Beer-Lambert. Aunque los iones

de arseniato pueden interferir, la interferencia se considera insignificante debido a que estos iones son escasos en el agua de mar ($< 0.04 \mu\text{mol/l}$) y la formación del complejo arsenio-molibdato es lenta.

Un problema que merece mayor atención es la absorción de los fosfatos en las paredes de recipientes de polietileno, por lo que se recomienda tomar y almacenar la muestra en recipientes de vidrio. Sin embargo, los recipientes de polietileno pueden ser usados, pero el análisis debe ser realizado antes de 2 horas después de tomada la muestra.

El amonio está presente naturalmente en el agua. Este amonio procede tanto de la excreción de animales marinos, como de los restos de alimento, plantas y organismos muertos. La forma no disociada del amonio es el amoniaco (NH_3) que produce hinchazón en las branquias de los organismos acuáticos, cuyas laminas se pegan provocándoles la asfixia. Por su parte el amonio (NH_4) es 100 veces menos tóxico que el NH_3 y su presencia depende en gran medida del pH y la temperatura del agua, mientras más bajo sea el pH y la temperatura, la forma preferente de este compuesto en el agua será NH_4 .

MATERIAL Y MÉTODO

Todos los reactivos usados fueron de SIGMA Chemical (St Louis, MO, USA) y las soluciones se prepararon usando agua desionizada. La densidad óptica se midió en un lector de microplacas (BIORAD, mor. 220, BioRad, Hercules, CA, USA) o en un espectrofotómetro (Lambda Bio 20, Perkin-Elmer, Wellesley, MA, USA).

Determinación de la factibilidad de la técnica

Los nitritos y el amonio se midieron de acuerdo al método propuesto por Strickland y Parsons (1972), mientras que los nitratos y fosfatos se midieron de acuerdo a las técnicas propuestas por Wood *et al.* (1967); Murphy y Riley (1962) respectivamente. Para la comparación, las muestras se corrieron al mismo tiempo con la técnica tradicional usando celdas de 1 cm para espectrofotómetro y con la microtécnica usando microplaca de 96 pozos y espectrofotómetro lector de placas. En todos los casos se realizaron curvas patrón con estándares de concentración conocida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando se evaluó el método de microplaca para la medición de nutrientes en agua marina, los resultados mostraron una correlación positiva sin diferencias estadísticas ($p > 0.05$) al compararlos con los resultados obtenidos por el método de Strickland y Parsons. Utilizando la técnica de microplaca se obtuvo un coeficiente de variación menor al 1.4%. Para cada determinación, se obtuvo una relación directa cuando se usaron volúmenes estándar entre 100 y 250 μl pero las menores desviaciones se lograron con 200 y 250 μl . Así, combinando precisión, sensibilidad y capacidad de los pozos de la microplaca, se determinó que 250 μl es el volumen de muestra más adecuado para usar en la cuantificación de nutrientes con microplaca en agua de mar.

En relación a los volúmenes de reactivos, se mantuvo una relación estequiométrica con las técnicas tradicionales, la Tabla 1 muestra los volúmenes necesarios para cada determinación.

Tabla 1. Volúmenes y tiempo de reacción usados para la cuantificación de nutrientes en agua de mar usando la técnica en microplaca

Nutrientes	Volumen de muestra (µl)	Volumen de reactivos (µl)	Tiempo de incubación	Absorbancia
Fosfatos	250	30	10	655
Nitritos	250	20	10	550
Nitratos	250	20	60	550
Amonio	250	70	60	655

La cuantificación de amonio se realizó de acuerdo a la técnica propuesta por Solorzano (1969), esta técnica es extremadamente sensible y se debe tener especial cuidado para evitar interferencias por material sucio, mal lavado o con residuos de detergente. Estos inconvenientes no se presentan cuando se usa la técnica en microplaca debido a que las placas son desechables. Aunque el límite de detección usando microplaca para medir amonio (1.5 mM) es mas alto que el reportado por Strickland y Parsons (1972), el promedio de concentraciones normales de NH₄ en camaricultura es de 4.47 ± 0.56 (Martínez, 1998), valor que está dentro de los límites detectables por la técnica de microplaca.

La determinación de fosfatos se realizó de acuerdo al método propuesto por Murphy y Riley (1962) debido a su rapidez y facilidad. En este método se produce la formación de un complejo fosfo-molibdato por la interacción entre el molibdato de amonio y los ortofosfatos, en presencia de antimonio. Este complejo es reducido posteriormente con ácido ascórbico para formar un compuesto azul con un máximo de absorbancia a 885 nm. Sin embargo, para la técnica en microplaca se realizó un barrido de longitudes de onda y se determinó que 655 nm también son adecuados para la lectura del color formado en la reacción.

Los nitritos fueron determinados mediante la técnica de Griess, mientras que los nitratos requirieron de la reducción de NO₃ a NO₂ mediante una columna de cadmio. Para la técnica en microplaca se utilizó cadmio en polvo contenido en microtubos de 1.7 ml y fue necesario incubar las muestras durante 60 minutos para lograr una reducción total (Figura 2).

Una vez reducida la muestra, se determinó la cantidad de NO₂ y este valor se restó del valor obtenido en la determinación de NO₂ para conocer la concentración de NO₃ en las muestras.

Aunque la sensibilidad de los métodos propuestos por Strickland y Parsons (1972) son menores que los obtenidos con microplaca (Tabla 2), los intervalos de detección son adecuados para los niveles de nutrientes que se encuentran en los estanques de cultivo para camarón (Hernández y Vargas, 2003) por lo que esta técnica puede ser empleada en el monitoreo del agua de los estanques para acuicultura.

Tabla 2. Comparación de los intervalos de detección en µM, entre la técnica de microplaca y la propuesta por Strickland y Pearson (1972)

Nutrientes	Método de Microplaca	Método de Strickland y Parsons
Fosfatos	0.468 a 30	0.177 a 3.75
Nitritos	0.780 a 50	0.097 a 6.25
Nitratos	1.875 a 12	0.937 a 15
Amonio	1.250 a 40	1.250 a 40

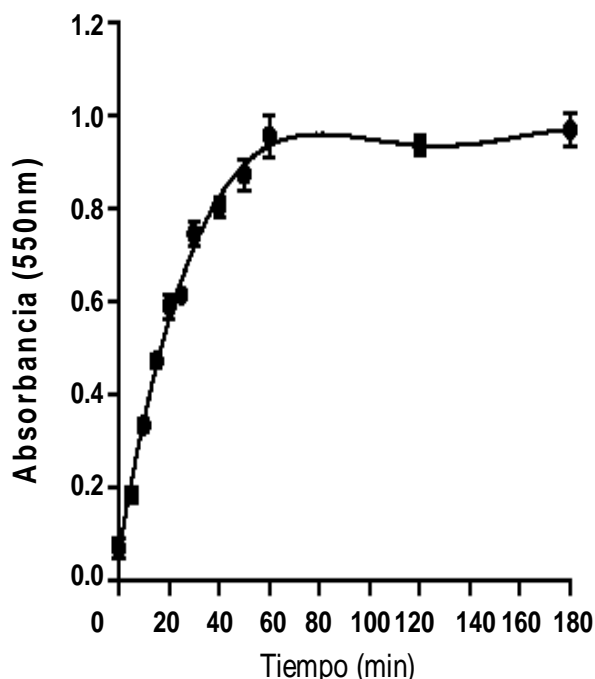


Figura 2. Tiempo requerido para reducir los nitratos a nitritos de 500 µl de una solución estándar. La cantidad de cadmio en polvo usado fue de 0.3 g

CONCLUSIONES

Debido a que con una placa se pueden realizar 96 determinaciones en forma simultánea, las ventajas de esta técnica es el uso de volúmenes pequeños de muestra y reactivos con un ahorro importante de tiempo y espacio. Esta técnica puede ser realizada en campo y su sensibilidad es adecuada para detectar las concentraciones de nutrientes en estanques de cultivo y da la posibilidad de analizar la totalidad de los estanques de una granja en un día.

LITERATURA CITADA

Bendschneider, K. y Robinson R. J. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *Journal of Marine Research* 11, 87-96.

Hernández, L., J. y Vargas A., F. 2003. A microplate technique to quantify nutrients (NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺ and PO₄³⁻) In seawater. *Aquaculture Research* 34:1201-1204.

Martínez, C. L. R., Porchas C M. A., Villareal C. H. y C. P. J. A. 1998. Winter culture of yellowlegs shrimp *Penaeus californiensis* in aerated ponds with low water exchange. *Journal of World Aquaculture* 29, 129-133.

Murphy, J. y Riley J. P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chemical Acta* 27, 31-36.

Solorzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenylhypochlorite method. *Limnology and Oceanography* 14, 799-801.

Strickland, J. D. y Parsons T. R. 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*, 2nd. Fisheries Research Board, Canada.

Wood, E. D., Armstrong F. A. y Richards F. A. 1967. Determination of nitrate in sea water by cadmium copper reduction to nitrite. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 47, 23-31.

LOS MONOGÉNEOS Y EL SISTEMA INMUNE DE LAS TILAPIAS (*Oreochromis niloticus*) COMO INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL EN CONDICIONES EXPERIMENTALES

Claudia Sánchez Ramírez, Rossanna Rodríguez Canul, Víctor Vidal Martínez, Raúl Simá Alvarez y Gerardo Gold Bouchot
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I. P. N Unidad Mérida

INTRODUCCIÓN

Dadas las condiciones de deterioro ambiental prevalecientes en las zonas costeras y en aguas interiores del sureste de México, es apremiante contar con bioindicadores del estado de salud de estos ecosistemas. En años recientes se ha desarrollado el campo de la parasitología ambiental en países como Alemania, Inglaterra y Estados Unidos. El supuesto principal de esta disciplina es que los parásitos pueden verse afectados por los contaminantes al igual que los hospederos. De esta forma, es factible esperar que hospederos expuestos a contaminantes en el medio verían disminuidas sus defensas debido a la energía que tienen que dedicar a contender con el medio y al obvio deterioro de este. Si esto es cierto, esperaríamos que en peces inmunosuprimidos hubiera incrementos en el número de parásitos que ellos contienen. Durante un servicio para PEMEX en el sureste de México en 2002, hubo oportunidad de coleccionar datos para poner a prueba esta hipótesis. Por tanto, el objetivo principal del estudio fue determinar cambios en la respuesta inmune de la tilapia *Oreochromis niloticus* y en la abundancia de sus poblaciones de monogéneos parásitos al ser expuestos a sedimento de tres lagunas contaminadas por hidrocarburos.

METODOLOGÍA

Se realizaron dos experimentos con duración de 15 y 60 días respectivamente. Como controles se utilizaron tilapias no expuestas a sedimento y tilapias expuestas al sedimento de una laguna control. Los monogéneos *Cichlidogyrus* spp fueron aislados de las branquias y fijados en formalina al 4%, se montaron en resina, se tomaron muestras de sangre y se hicieron frotis para el conteo celular. Para el estudio inmunológico se tomó una fracción de bazo y una muestra de sangre colectada de cada uno de los peces.

Para el estudio histológico se fijaron muestras de hígado, bazo, branquias y gónada. La bilis fue utilizada para identificar la presencia de metabolitos de hidrocarburos en bilis (PAH's por sus siglas en Inglés).

RESULTADOS

Hubo decremento en los controles (C1 y C2) en el número de *Cichlidogyrus* spp. en ambos experimentos, mientras que en los tratamientos hubo incremento en el número de

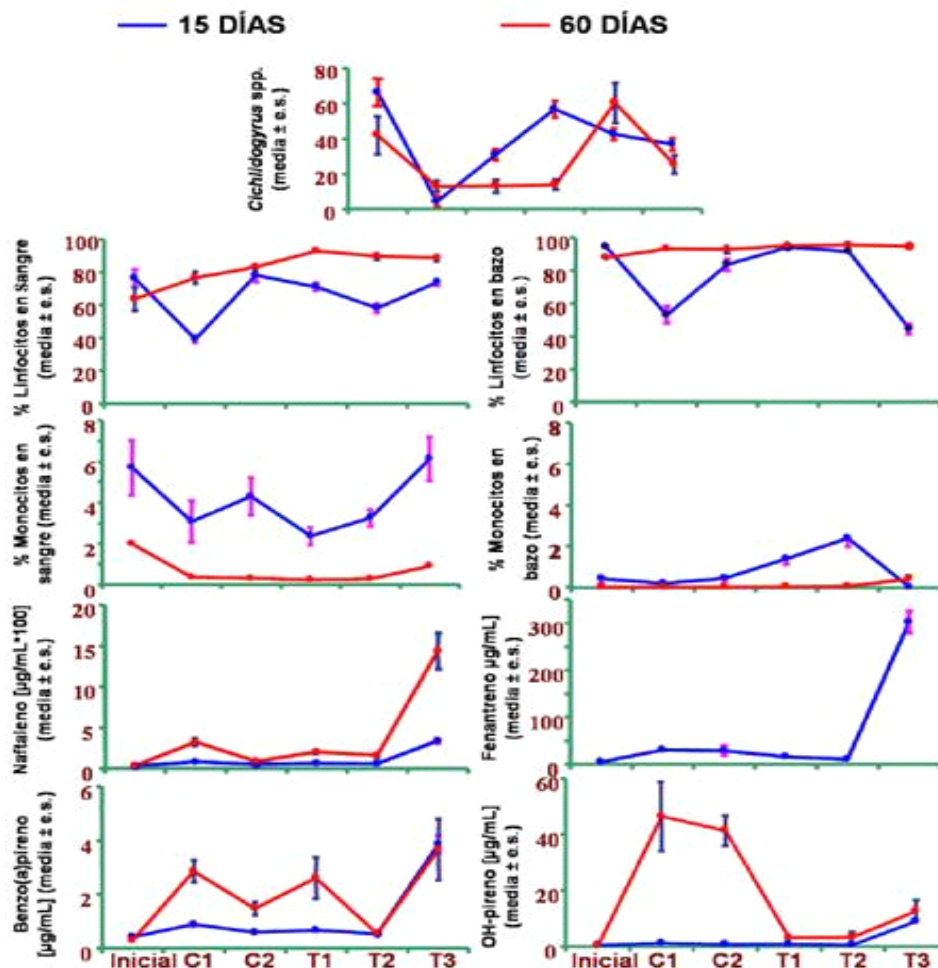


Figura 1. Gráficas de los experimentos de 15 y 60 días donde se observa la variación de células en sangre y bazo así como la variación de los diferentes contaminantes

monogéneos (Figura 1). No hubo diferencias evidentes en los números de células tanto en sangre como en bazo entre controles y experimentales. En los contaminantes Naftaleno y Fenantreno hubo incrementos significativos en las tilapias en el tratamiento T3 en comparación con el resto de los tratamientos y los controles (Figura 1).

En el caso de los pirenos hubo adquisición por parte de las tilapias tanto en los controles como en los tratamientos. El tamaño de muestra fue n = 30 en cada tratamiento y solo se muestran las correlaciones significativas a p < 0.05. El color azul fue para el experimento a 15 días y el rojo para 60 días. Hubo correlaciones negativas significativas entre las concentraciones de metabolitos de contaminantes en la tilapia y los conteos de sus células sanguíneas tanto en sangre como bazo (Tabla 1). Así también, hubo daños histológicos en la tilapia asociados a la exposición de sedimentos contaminados (Figura 2).



Figura 2. Daños histológicos observados en *O. niloticus* asociados a la presencia de sedimentos contaminados

CONCLUSIONES

- ❖ Los datos experimentales sugieren que la tilapia si presentó incremento en el número de monogéneos cuando fue expuesta a sedimentos contaminados.
- ❖ No hubo diferencias significativas entre los controles y los tratamientos en lo que respecta a las proporciones relativas de las células sanguíneas.
- ❖ Hubo correlaciones negativas significativas entre los números de células y las concentraciones de metabolitos de contaminantes.
- ❖ Los controles tuvieron mayores concentraciones de pirenos en comparación con los experimentales muy probablemente debido a contaminación en el alimento.
- ❖ Hubo evidencia de inmunosupresión en los peces expuestos a los sedimentos contaminados (T3) expuestos a un corto período (15 días): en términos de la reducción de las células sanguíneas como los linfocitos y monocitos del bazo se redujeron en número.
- ❖ Hubo daños histológicos asociados con la presencia de contaminantes químicos.



Tabla 1. Correlaciones (Spearman) entre los metabolitos de contaminantes en bilis y los números de células sanguíneas de la tilapia y sus monogéneos (*Cichlidogyrus spp.*) branquiales

Datos biológicos	Metabolitos en bilis			
	Naftaleno	Fenantreno	Benzo(a) pireno	OH- pireno
<i>Cichlidogyrus spp.</i>	-	-	-	-
Células de sangre				
Linfocitos				-
Monocitos	-	-	-	-
Trombocitos	-	-	-	-
Neutrófilos	T1: -0.54	T1: -0.47	-	-
Células de bazo	T1: -0.43			
Linfocitos				-
Monocitos	-	-	T3: -0.40	T3: -0.42
Trombocitos	-	T3: -0.63	T3: -0.46	C2: -0.42
Neutrófilos	C2: -0.44 T3: -0.51	C2: -0.41	-	
	-	-	-	-

ASPECTOS RELEVANTES DE LA CITOPATOLOGÍA DEL VIRUS DE LA MANCHA BLANCA (WSSV) EN LAS BRANQUIAS DE CAMARONES PENEIDOS COLECTADOS EN GRANJAS DE CENTROAMÉRICA

Feliciano Segovia Salinas y Fernando Jiménez Guzmán
Universidad Autónoma de Nuevo León

INTRODUCCIÓN

Desde la aparición del Virus de la Mancha Blanca (WSSV) (1992) en camarones de Asia, ha sido detectado en varios países del Continente Americano.

Los brotes se ubicaron en E. U. A. (1995) y algunos países de Sudamérica y Centroamérica durante los primeros meses de 1999 en camarón procedentes de granjas acuícolas ubicadas en las costas del Pacífico, cerca de las costas del Golfo de Fonseca, Honduras y Nicaragua.

Desde el año 2000 a la fecha se han reportado casos de su presencia en camarones peneidos cultivados en México. Por lo anterior, surge la necesidad de seguir informando acerca de las características que tiene este virus desde el punto de vista diagnóstico y en particular en su estructura fina.

OBJETIVO

Dar a conocer algunos aspectos relevantes de la detección citopatológica del agente causal del Síndrome de la Mancha Blanca mediante la implementación de métodos finos de observación celular en branquias de camarón.

METODOLOGÍA

Se investigaron camarones *Litopenaeus vannamei* provenientes de epizootias ocurridas durante el año 1999 en granjas de Centroamérica. Se fijaron piezas pequeñas de branquias en glutaraldehído al 3-6% y se procesaron luego según las técnicas de Lux (1989); Dawes (1988) y Lightner (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Microscopía Electrónica de Transmisión mostró la presencia de partículas características del Virus de la Mancha Blanca (WSSV) intranucleares en células branquiales de camarones peneidos *L. vannamei* (Figura 1). Los viriones tenían forma elíptica, midieron 180 X 248 nanómetros. Los núcleos hipertrofiados medían de 650 a 890 nanómetros de ancho por 860-1130 nanómetros de largo.

El sitio de infección fue similar a la previamente descrita por otros autores en camarones peneidos infectados por el virus WSSV (Wang *et al.*, 1999; Lightner y Pantoja, 2000; Rodríguez *et al.*, 2003), aunque el virus WSSV estudiado en el CNSA tenía las medidas diferentes.

CONCLUSIONES

Se logró la identificación confirmatoria del Virus de la Mancha Blanca (WSSV) en branquias de camarones peneidos *Litopenaeus vannamei* procedentes de Centroamérica concordando con lo descrito en estudios de epizootias en otros países del mundo.

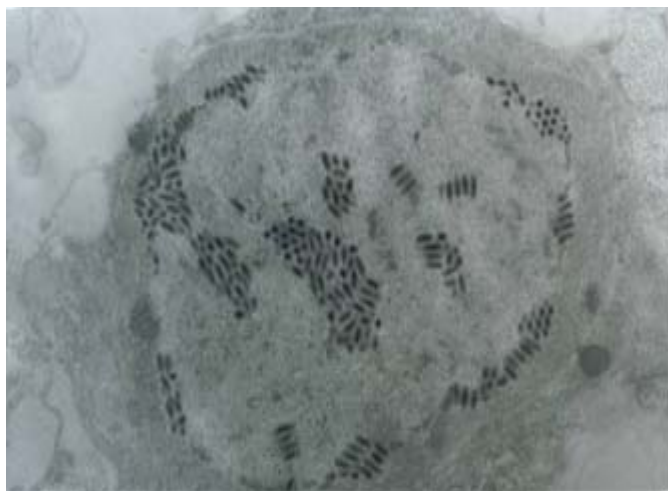


Figura 1. Estructura fina del Virus de la Mancha Blanca (WSSV) mostrando tejido branquial infectado con el núcleo hipertrofiado y una gran cantidad de virus en su interior 14,400 X

LITERATURA CITADA

- Dawes, C. J. 1988. Introduction to Biological Electron Microscopy, Theory and Techniques. Land Research Industries. Publisher Burlington, Vermont. 311pp.
- Lightner, D. V. y Pantoja, C. R. 2002. Manual para el diagnóstico de enfermedades de camarón. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. E.U.A. 93pp.
- Lux, A. 1989. Manual de Microscopía Electrónica, Ultraestructura y Citología Vegetal. Fac. Ciencias Biológicas-Universidad Autónoma de Nuevo León, Vol. 1: pp. 12-52.
- Rodríguez, J., Bayot, B., Amano, Y., Panchana, F., Blas, I., Alday, V., Calderón, J. 2003. White Spot Syndrome Virus infection in cultured *Penaeus vannamei* (Boone) in Ecuador with emphasis on histopathology and ultrastructure. Journal of Fish Diseases. Vol. 28: No. 8: pp. 8.
- Wang, Y. G., Shariff, M., Zamri, S. M., Chen X. 1999. Histopathology and citopathology of white spot syndrome virus (WSSV) in cultured *Penaeus monodon* from Peninsular Malaysia with emphasis on pathogenesis and the mechanism of white spot.



REUNIÓN DE LA RED NACIONAL DE LABORATORIOS DE DIAGNÓSTICO (PRONALSA), COMITÉS ESTATALES DE SANIDAD ACUÍCOLA, CONAPESCA Y SENASICA

Martha Rodríguez Gutiérrez, Araceli Cortés García y Denise Contreras García
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco



Figura 1. Representantes del PRONALSA, CONAPESCA Y SENASICA y autoridades de la UAM

El pasado 3 de Mayo se llevó a cabo la Reunión de la Red Nacional de Laboratorios de Diagnóstico (PRONALSA), Comités Estatales de Sanidad Acuícola, CONAPESCA y SENASICA en las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, con el objetivo de analizar, plantear, acordar y coordinar las acciones que en materia de sanidad acuícola deberán adoptar todas y cada una de las Instituciones y autoridades participantes del PRONALSA (Figura 1).

Por parte de la Dirección General de Organización y Fomento de la SAGARPA – CONAPESCA, el Biól. Juan Antonio Pérez, Director de Fomento Acuícola y Pesquero, subrayó que los objetivos de la reunión eran establecer vínculos entre todos los participantes relacionados con la Sanidad Acuícola.

El Ocean. Marco Ross Director de Sanidad Acuícola y Pesquera de SENASICA expuso toda una gama de medidas de protección o exclusión de enfermedades y también medidas de prevención para el caso de los cultivos de camarón.

La Coordinadora del PRONALSA M. en C. Martha Rodríguez manifestó la importancia de fortalecer la comunicación entre los Comités Estatales y la autoridad para que en conjunto se tomen las medidas necesarias para evitar la introducción y movilización de patógenos (Figura 2).

Los representantes de cada Comité Estatal de Sanidad Acuícola de los Estados de Baja California Sur, Chihuahua, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Puebla, Tlaxcala, Tabasco y Veracruz, expusieron sus logros y propuestas en materia de Sanidad Acuícola, comentando las estrategias que utilizan para abordar y solucionar los problemas que se presentan, así como solicitando asesoramiento para los mismos (Figura 3).

Dentro de los avances de los Comités estatales esta la generación de los Manuales de Buenas Prácticas, que algunos estados ya tienen recomendándose, apoyar a los que están iniciando su elaboración, ya que se considera que la difusión de estos manuales favorecerá las medidas preventivas.

También se destacó la importancia de que además de los diagnósticos sanitarios se realicen evaluaciones de la calidad del agua para tener evaluaciones integrales que permita la toma de decisiones con más elementos.

Las acciones a realizar por los Comités Estatales de Sanidad Acuícola son comunes, entre las que se destaca el censo y georreferenciación de granjas, toma y envío de muestras entre otras, por lo que es necesario establecer la coordinación y dirección entre ellos para alcanzar los objetivos propuestos.

De todo lo anterior, con base a la discusión y análisis se presentan algunos de los acuerdos que se llegaron en esta reunión:

1. Promover un marco jurídico en materia de Sanidad Acuícola (Ley de Sanidad Acuícola).
2. Promover la Norma Oficial Mexicana para establecer el sistema nacional de vigilancia epidemiológica.
3. Defender las zonas libres de enfermedades evitando así su dispersión (Establecimiento de unidades de cuarentena, puntos de revisión sanitaria y cordones sanitarios).
4. Establecer el control y verificación de movilizaciones de organismos acuáticos.
5. Certificación sanitaria de los centros de reproducción
6. Elaboración y adopción de Manuales de Buenas Prácticas de Manejo en unidades de producción acuícola.
7. Manejo de la Calidad del Agua.
8. Dar capacitación técnica a los Comités de Sanidad.
9. Proponer cursos de capacitación entre la Red de Laboratorios, Comités Estatales, CONAPESCA y SENASICA.
10. Tanto la Dirección General de Organización y Fomento como el SENASICA apoyaran a los Comités Estatales de sanidad para que tengan una representatividad en sanidad acuícola lo cual va a ser la fortaleza para atender la diversa problemática y cuidar bien al sector.
11. Se propone vincular al Comité Técnico de la Red con los Comités Estatales de Sanidad Acuícola para que apoyen a la autoridad con relación a la capacitación.



Figura 3. Discusión entre los participantes para los acuerdos

12. Aseguramiento de las Unidades de Producción, a través de SENASICA junto con la CONAPESCA.
13. Estandarización de métodos que se están utilizando para el diagnóstico presuntivo.
14. Aumentar y fomentar la producción de crías de especies acuáticas en los Estados que están recurriendo a la importación o a otros Estados para satisfacer sus necesidades.
15. Verificar el certificado sanitario de origen de las importaciones de organismos acuáticos (Importaciones de huevo oculado de Trucha).



Figura 2. Exposición de estrategias para el fortalecimiento de la Sanidad Acuícola

CONTENIDO

PAG.

COMITÉ EDITORIAL

MOISÉS GÓMEZ REYNA
DIRECTOR GENERAL DE ORGANIZACIÓN Y FOMENTO

JUAN ANTONIO PÉREZ HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE FOMENTO ACUÍCOLA
CONAPESCA-SAGARPA

MARTHA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ
COORDINADORA DE LA RED DE DIAGNÓSTICO

RESPONSABLES DE EDICIÓN

MARTHA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ
COORDINADORA DE LA RED DE DIAGNÓSTICO
UAM—XOCHIMILCO

DENISE CONTRERAS GARCÍA
ARACELI CORTÉS GARCÍA
ANA KARINA RODRÍGUEZ VICENTE
UAM—XOCHIMILCO

SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE SANIDAD ACUÍCOLA (PRONALSA) 1
Martha Rodríguez Gutiérrez, Araceli Cortés García, Denise Contreras García, Vicente Ampudia Rueda, Ma. Luisa Serrano Islas y A. Karina Rodríguez Vicente
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

IMPACTO ECONÓMICO DE LA PRESENCIA DE TSV Y WSSV EN LOS CULTIVOS DE CAMARÓN DEL NORTE DEL ESTADO DE SINALOA, MÉXICO 2
*Josefina Audelo y Fernando Montiel**
Universidad de Occidente
*Universidad Nacional Autónoma de México

CUANTIFICACIÓN DE NUTRIENTES (NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺ Y PO₄⁻) EN AGUA DE MAR, UTILIZANDO MICROPLACA 5
Jorge Hernández López, Marco A. Porchas Cornejo, Daniel E. Coronado Molina, Arturo Sánchez Paz, Ma. Rosario Vega Fernández y J. Fernando Mendoza Cano
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

LOS MONOGÉNEOS Y EL SISTEMA INMUNE DE LAS TILAPIAS (*Oreochromis niloticus*) COMO INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL EN CONDICIONES EXPERIMENTALES 7
Claudia Sánchez Ramírez, Rossanna Rodríguez Canul, Víctor Vidal Martínez, Raúl Simá Alvarez y Gerardo Gold Bouchot
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I. P. N Unidad Mérida

ASPECTOS RELEVANTES DE LA CITOPATOLOGÍA DEL VIRUS DE LA MANCHA BLANCA (WSSV) EN LAS BRANQUIAS DE CAMARONES PENEIDOS COLECTADOS EN GRANJAS DE CENTROAMÉRICA 9
Feliciano Segovia Salinas y Fernando Jiménez Guzmán
Universidad Autónoma de Nuevo León

REUNIÓN DE LA RED NACIONAL DE LABORATORIOS DE DIAGNÓSTICO (PRONALSA), COMITÉS ESTATALES DE SANIDAD ACUÍCOLA, SENASICA Y CONAPESCA 10
Martha Rodríguez Gutiérrez, Denise Contreras García y Araceli Cortés García
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

Invitamos a nuestros lectores a enviarnos artículos sobre temas de interés de Sanidad Acuícola, así como sus sugerencias, acerca de este boletín a: BIÓL. JUAN ANTONIO PÉREZ. Av. Camarón Sábalo s/n Esq. con tiburón, Col. Sábalo Country. C. P. 82100, Mazatlán, Sinaloa México. e-mail: jperez@conapesca.sagarpa.gob.mx y/o M. en C. Martha Rodríguez Gutiérrez. Dpto. El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100. Col. Villa Quietud. Del. Coyoacán, C. P. 04960, México D. F. e-mail: rogm0211@correo.xoc.uam.mx

DIRECTORIO	DIRECTORIO DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN LA RED DE DIAGNÓSTICO
<p>SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA)</p> <p>Lic. FRANCISCO JAVIER MAYORGA CASTAÑEDA SECRETARIO DE LA SAGARPA</p> <p>ING. RAMÓN CORRAL ÁVILA COMISIONADO NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA</p> <p>Lic. MOISÉS GÓMEZ REYNA DIRECTOR GENERAL DE ORGANIZACIÓN Y FOMENTO</p> <p>Lic. TONATIUH GRANADOS SAMANIEGO DIRECTOR DE FOMENTO E INCENTIVOS A LA PRODUCCIÓN</p> <p>BIÓL. JUAN ANTONIO PÉREZ HERNÁNDEZ DIRECTOR DE FOMENTO ACUÍCOLA</p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO</p> <p style="text-align: center;">DR. LUIS MIER Y TERÁN CASANUEVA RECTOR GENERAL</p> <p style="text-align: center;">DR. CARLOS RICARDO SOLÍS GONZÁLEZ SECRETARIO GENERAL</p> <p style="text-align: center;">M. EN C. NORBERTO MANJARREZ ÁLVAREZ RECTOR DE LA UNIDAD XOCHIMILCO</p> <p style="text-align: center;">DR. CUAUHTÉMOC PÉREZ LLANAS SECRETARIO DE LA UNIDAD XOCHIMILCO</p> <p style="text-align: center;">M. EN U. ROSA MARÍA NÁJERA DIRECTORA DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD</p> <p style="text-align: center;">FIS. MARCO ANTONIO ZEPEDA SECRETARIO ACADÉMICO</p> <p style="text-align: center;">M. EN C. AURORA CHIMAL HERNÁNDEZ JEFA DEL DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE</p> <p style="text-align: center;">M. EN C. MARTHA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ LABORATORIO DE REPRODUCCIÓN Y GENÉTICA ACUÍCOLA</p>
	<p style="text-align: center;">Centro de Ciencias de Sinaloa (CCS) Dra. Martha Zarain Herzberg Tel. 01(667)712 29 39 e-mail: martha@computo.ccs.net.mx</p> <p style="text-align: center;">Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) Dr. Jorge Hernández López Tel. 01(622) 221 22 37 Ext.23 e-mail: jhlopez04@cibnor.mx</p> <p style="text-align: center;">Universidad de Occidente (UDO) Dra. Josefina Audelo del Valle Tel. 01 (668) 816 10 00 e-mail: jaudelo@mochis.udo.mx</p> <p style="text-align: center;">Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) M. en C. Leobardo Montoya Tel. 01(669) 988 01 57 e-mail: montoya@victoria.ciad.mx</p> <p style="text-align: center;">Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) Dr. Jorge A. Cáceres Martínez Tel. 01(646)174 50 50 ext. 244 44 e-mail: jcaceres@cicece.mx</p> <p style="text-align: center;">Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I. P. N Unidad Mérida (CINVESTAV) Dr. Víctor Manuel Vidal Martínez Tel: 01(999) 98 12 960 e-mail: vvidal@km.cieamer.conacyt.mx</p>
	<p style="text-align: center;">Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-X) Unidad Xochimilco (UAM-X) M. en C. Martha Rodríguez Gutiérrez Tel. 01 (55) 54 83 74 94 e-mail: rogm0211@correo.xoc.uam.mx</p> <p style="text-align: center;">Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) Centro Nacional de Sanidad Acuicola Dr. Fernando Jiménez Guzmán Tel/Fax. 01(818) 359 35 77 e-mail: toxicologiaacuatica@hotmail.com</p> <p style="text-align: center;">Universidad de Sonora (USON) I. Q. León Armando Pérez Alvidrez DICTUS. Tel. 01(662) 212 19 95 e-mail: lperez@guayacan.uson.mx</p> <p style="text-align: center;">Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) Dr. Gabriel Aguirre Guzmán Tel. 01 (834)312 50 78 e-mail: gabaguirre@uat.edu.mx</p> <p style="text-align: center;">Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) CIESA M. en C. Celene Salgado Miranda Tel. 01(722)29 655 55 e-mail: salgadamiranda@uaemex.mx</p> <p style="text-align: center;">Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) Dr. José Cuauhtémoc Ibarra Tel: 01(644) 410 09 00 Ext. 2100-04 e-mail: jibarra@itson.mx</p>

Consúltenos en: <http://www.xoc.uam.mx/pronalsa>