



Programa Nacional de Sanidad Acuicola y la Red de Diagnóstico



MARZO 2006

AÑO. 9 Vol. I No. 33

PROGRAMA DE "SUPERVISIÓN SANITARIA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAMARONES PENEIDOS EN EL MUNICIPIO DE AHOME, SINALOA"

Josefina Audelo*, Ma. Guadalupe Díaz*, Ma. Isabel Peinado *
y Fernando Montiel**

*Universidad de Occidente

**Universidad Nacional Autónoma de México

INTRODUCCIÓN

El cultivo de crustáceos y particularmente de camarones peneidos, ha crecido considerablemente en las últimas tres décadas. Son seis especies de peneidos las más cultivadas en el mundo: *Penaeus monodon*; *P. chinensis*; *P. merguensis*; *P. japonicus*; *Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*.

Destacan como principales productores de camarón países como Tailandia, Ecuador e Indonesia que aportan el 23%, 17% y 13% de la producción mundial anual respectivamente (FAO, 2000).

México ocupa el séptimo lugar mundial como país productor de camarón, cuyo cultivo significa el 80% de la producción nacional en materia acuícola. Las principales especies que se cultivan son: *L. stylirostris* y *L. vannamei*. En Sinaloa 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 contempladas en 396 granjas en operación, que alcanzaron una producción superior a las 100, 000 ton (SAGARPA, 2003).

En forma paralela al desarrollo de tecnología que habilita el manejo de camarones en las granjas acuícolas, han surgido serios problemas patológicos los cuales, se han constituido como factores determinantes en la evolución misma de la camaronicultura, dentro de las enfermedades de mayor importancia se incluyen las de etiología viral, bacteriana, fúngica, protozoaria y no-infecciosas tales como las tóxicas y nutricionales, sobresalen entre éstas, aquellas causadas por virus debido al impacto causado sobre poblaciones afectadas (Lightner, 1994 y 1996).

Los virus han dejado a su paso por la acuicultura y en algunos casos sobre pesquerías de camarón silvestre,

serias pérdidas económicas debidas a caídas drásticas de la producción del crustáceo. Ha sido ampliamente divulgado el colapso sufrido por la industria camaronícola de Taiwan en 1988 con un registro de solo el 30% de producción obtenida comparada con el ciclo anterior (Chamberlain, 1994 y 1996; Loh *et al.*, 1997 y Lightner, 1995); ó el de China, cuya producción descendió de 220 000 toneladas obtenidas en 1992 a 30 000 toneladas en 1993 (Chamberlain, 1994 y Lightner, 1995). Ambas situaciones se asociaron con presencia de enfermedades virales. De igual manera se pueden citar efectos negativos sobre el camaronicultivo en países como Tailandia, Indonesia, Japón y Estados Unidos de América, en los que la producción se redujo hasta en un 90% por efecto de la presencia de algún virus, (Chamberlain 1994; Takahashi *et al.*, 1994 y Lightner, 1995).

En México y en particular en Sinaloa, también se han registrado serias pérdidas en la producción del crustáceo, debidas a la presencia de algún patógeno viral. Destacan los eventos presentados en el primer periodo de siembra en 1995, cuando la producción de camarón cultivado en el Estado de Sinaloa registró una disminución del 40% asociado a la presencia del Virus del Síndrome de Taura (TSV). En 1999, los cultivos de camarón en Sinaloa se vieron afectados por el Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV); como consecuencia se registraron tasas de mortalidad alarmantes. A partir de ese año, WSSV ha sido detectado en varias granjas en operación, sin embargo, el resurgimiento de este patógeno en el 2002 desequilibró nuevamente la producción de crustáceos. Como medida de prevención los productores redujeron al 20 % la superficie de siembra en el segundo ciclo de operación del 2003.

Esta serie de situaciones de alarma debido a problemas ocasionados por la aparición de enfermedades en los organismos en cultivo pone en peligro la economía regional y en consecuencia, esto repercute generando serios trastornos en la economía nacional. En este contexto, se requiere el desarrollo de estrategias que conduzcan a un mejor conocimiento de las enfermedades que más frecuentemente atacan al camarón cultivado que permitan un eficiente manejo y prevención.

La función principal del personal del Laboratorio de Estudio y Diagnóstico Molecular (LEDM) de la Universidad de Occidente, es el desarrollo de investigación, en este sentido se trabajan dos líneas: Sanidad Acuícola y Mejoramiento Genético del Camarón.

Durante el año 2004 el objeto principal de investigación, del personal del LEDM, fue dar continuidad al proyecto "Determinación de Regiones de Baja y Alta Incidencia de Enfermedades Virales con Problemas Recurrentes en Granjas Camaronícolas del Estado de Sinaloa"; desarrollado en 2003, conjuntamente con el Laboratorio de Reproducción y Genética Acuícola de la UAM-X, cede de la coordinación del PROGRAMA NACIONAL DE SANIDAD ACUÍCOLA.

A este respecto se estableció el "Programa de Supervisión Sanitaria en Sistemas de Producción de Camarones Peneidos en el Municipio de Ahome" (PSSMA).

ÁREA DE ESTUDIO

El Programa consistió en mantener de forma permanente, un monitoreo de los sistemas estuarinos "La Ballena" (Figura 1), "El Zacate" (Figura 2), "San Juan" (Figura 3) y "La Chicura Viva" (Figura 3) Ahome, Sinaloa. En cada uno de los cuales se situaron puntos de muestreo y se localizaron centros de producción camaronícola que, por su ubicación resultan puntos estratégicos y representativos d



Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo en el margen derecho del sistema estuarino "La Ballena"

OBJETIVO

Como objetivo principal del programa se contempló establecer la posible relación entre las condiciones del ambiente de cultivo del crustáceo y la aparición de enfermedades de tipo viral en las poblaciones de camarón en desarrollo.



● Granja monitoreada como parte del PSSMA
★ Punto de muestreo en el sistema estuarino "El Zacate"

Figura 2. Ubicación de los puntos de muestreo en el sistema estuarino "El Zacate"

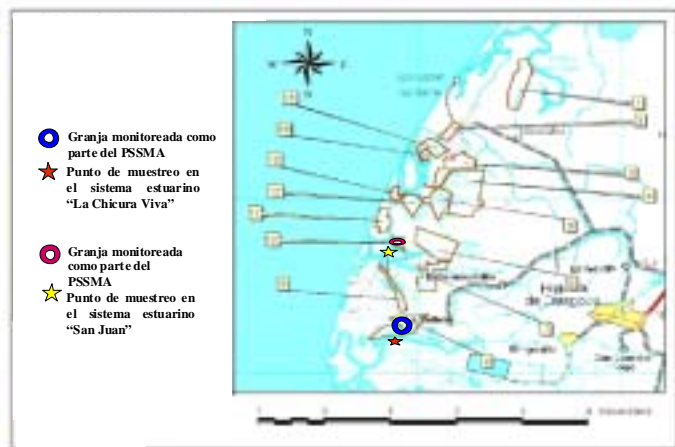


Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo en los sistemas estuarinos "La Chicura Viva" y "San Juan"

METODOLOGÍA

Se presenta como modelo, una granja ubicada en el sistema estaurino "La Ballena" Ahome, Sinaloa, en donde se sembró camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en un estanque de dos hectáreas, a razón de 31 individuos por metro cuadrado y el día uno de cultivo corresponde al 14 de Febrero.

Para tal efecto se mantuvo un registro permanente de:

- a. Caracteres fisicoquímicos en muestras de agua y lodo. El análisis contempló determinación de Dureza, Alcalinidad, Materia Orgánica y Sólidos Suspendidos

Totales en agua y de Alcalinidad, Materia Orgánica, pH, N-NH₃ y PO₄ en lodo. Las muestras fueron colectadas en los estanques de cultivo y en el sistema que sirve como fuente de abastecimiento de agua al centro de producción. La metodología y periodicidad con que se realizó este apartado se muestra resumida en el cuadro 1.

- b. De igual manera se realizaron, en forma continua durante la operación del ciclo de cultivo, pruebas de PCR para la detección de la presencia del virus del Síndrome de la Mancha Blanca y del Síndrome del Taura. El análisis se practicó a muestras de organismos silvestres antes de la siembra, las larvas a sembrar y, como medida de control, mensualmente se analizaron muestras de los organismos cultivados así como de organismos silvestres colectados en la periferia de los estanques de cultivo y del cárcamo de bombeo de la granja.

Tabla 1. Programación y metodología utilizada para el registro de parámetros fisicoquímicos en muestras de agua y lodo en el “Programa de Supervisión Sanitaria en el Municipio de Ahome durante el ciclo acuícola 2004”

Parámetro	Periodicidad		Método de evaluación utilizado	Tipo de evaluación	
	Día	04:00, 08:00, 18:00 y 20:00 Hrs.		Semana	Campo
AGUA					
Temperatura		x	Termómetro	x	
Salinidad	x		Refractómetro	x	
Oxígeno disuelto		x	Oxímetro	x	
pH	x		Potenciómetro	x	
Dureza			Titulación con EDTA		x
Alcalinidad			Titulación con ácido sulfúrico.		x
SUELO					
Alcalinidad			Titulación con ácido sulfúrico.		x
pH			Potenciómetro		x
PO ₄			Colorimetría con tartrato de antimonio y potasio y ácido ascórbico y turbidimetría.		x
NH ₃			Colorimetría: columna reductora de cadmio, clorhidrato de fenilamina y titulación con ácido sulfúrico respectivamente.		x

Una vez concluido el ciclo de cultivo, los registros obtenidos para los parámetros tomados en cuenta como parte del PSSMA, fueron analizados con el paquete estadístico Minitab versión 13.0 de Minitab Inc.

RESULTADOS

A efecto de resumir los resultados arrojados por el PSSMA, a continuación se presentan los patrones de variación en las muestras de agua colectadas en los estanques examinados de una granja dedicada al cultivo de camarón, asociada al sistema estuarino “La Ballena”, Ahome, Sinaloa. El día uno de cultivo corresponde al 14 de Febrero y el registro de este parámetro se inició después del día 30, presentando una ventana de observación variable para los cuatro estanques monitoreados. El análisis de este

parámetro se continuó hasta el día 103 de cultivo deteniéndose la determinación en este punto. Las líneas de tendencia con valor 0 ó por arriba de la escala del eje “y” son producto del ajuste polinomial y no representan ninguna concentración.

Se muestran los registrados en estanques de la granja, contemplada en el PSSMA, asociada al Sistema estuarino “La Ballena” para Sólidos Suspendedos Totales (Figura 4), Materia Orgánica (Figura 5), Alcalinidad (Figura 6) y Dureza (Figura 7) en muestras de agua de los estanques y Materia Orgánica (Figura 8), Alcalinidad (Figura 9), pH (Figura 10), Fosfatos (Figura 11) y Nitrógeno Amoniacal (Figura 12) en muestras de lodo de los mismos.

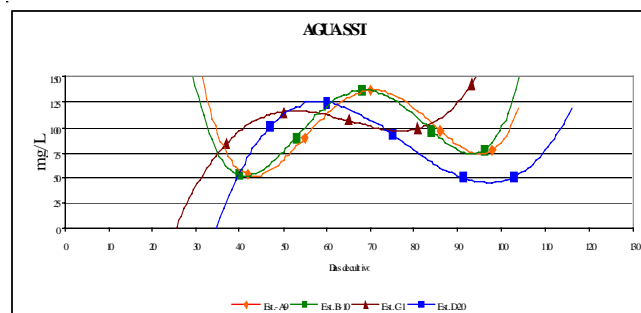


Figura 4. Variación de los Sólidos Suspendedos Totales (SST) en muestras de agua

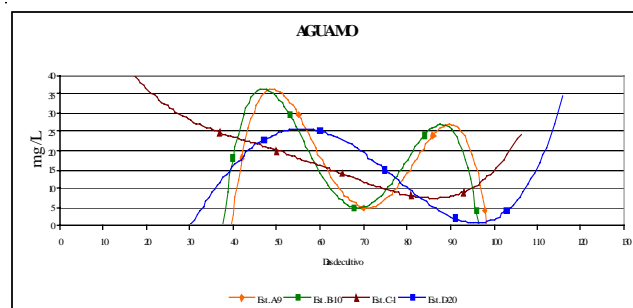


Figura 5. Variación de la Materia Orgánica (MO) en muestras de agua

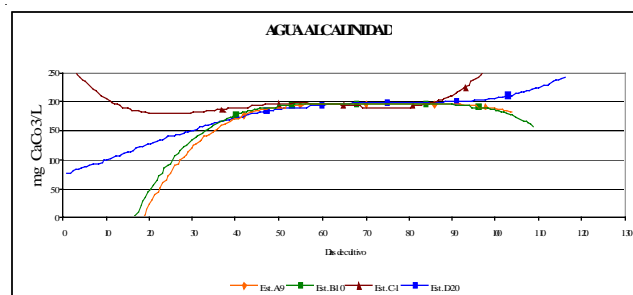


Figura 6. Variación de la Alcalinidad en Muestras de agua

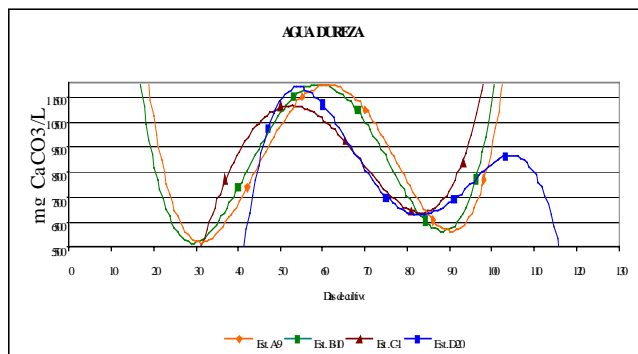


Figura 7. Variación de la Dureza en muestras de agua

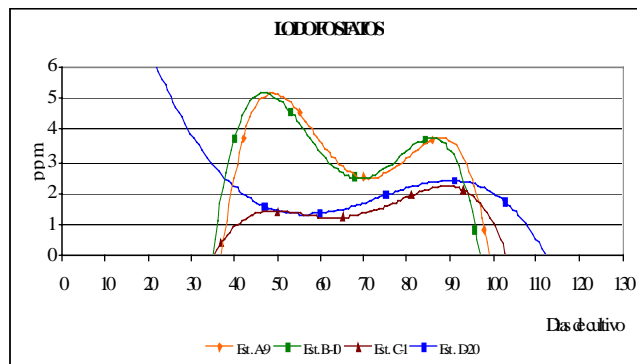


Figura 11. Variación de los Fosfatos en muestras de lodo

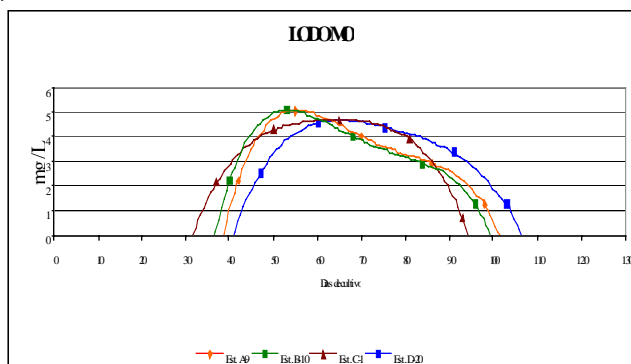


Figura 8. Variación de la Materia Orgánica (MO) en muestras de lodo

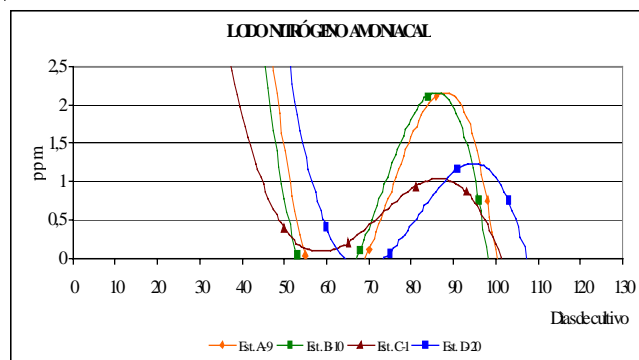


Figura 12. Variación del Nitrógeno Amoniacal en muestras de lodo

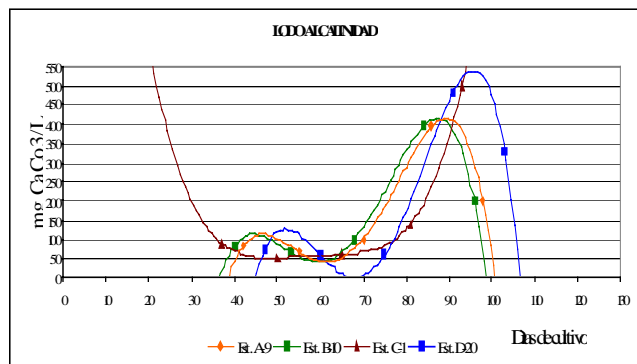


Figura 9. Variación de la Alcalinidad en muestras de lodo

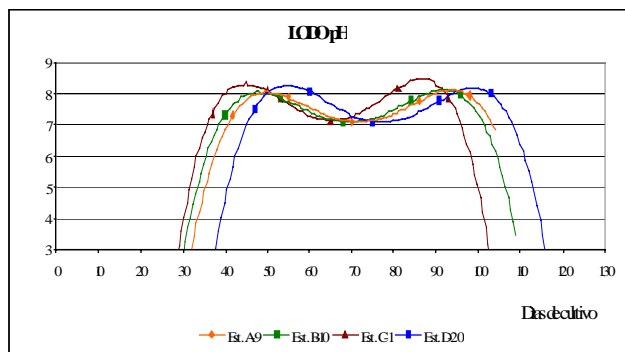


Figura 10. Variación del pH en muestras de lodo

Por otra parte es factible observar marcados puntos de variación en los valores de temperatura del agua y la concentración de oxígeno disuelto. Dichas variaciones son bastante evidentes y se ubican, en promedio, diez días antes de la aparición de un brote de la infección de WSSV en el estanque. Por ejemplo, en los datos de temperatura del agua de los estanques registrados en una granja ubicada en “La Ballena”, se observa claramente un incremento de la temperatura vespertina (18:00 Hrs.) formándose un pico entre los días 73 y 81 contados después de la siembra. El rango de variación del parámetro fluctuó entre los 22-29-22 °C y corresponde a los días 73, 78 y 81 del cultivo respectivamente (Figura 13). Para el mismo estanque, la concentración de oxígeno durante la mañana (04:00 y 08:00 Hrs) sufrió cambios importantes: del día 73 al 76 descendió de 4.0-2.5 ppm; el día 77 registró 3.3 ppm y el 81 2.0 ppm (Figura 14). Para este estanque, el mayor número de organismos muertos se registró el día 81 del cultivo (Figura 15). Este fenómeno se observó en la totalidad de las granjas contempladas en el Programa de Supervisión Sanitaria.

Los resultados de los parámetros estudiados de acuerdo al análisis estadístico se establece que no existen diferencias significativas entre los valores registrados para las diferentes granjas ni entre los estanques evaluados en cada granja estudiada aún y cuando, en números reales, las diferencias son notorias entre éstos.

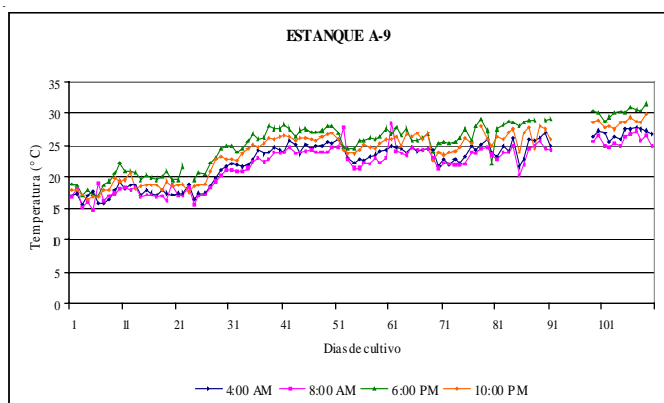


Figura 13. Variación de la Temperatura del agua en el Estanque 9 de una granja asociada al sistema estuarino “La Ballena”, Ahome, Sinaloa

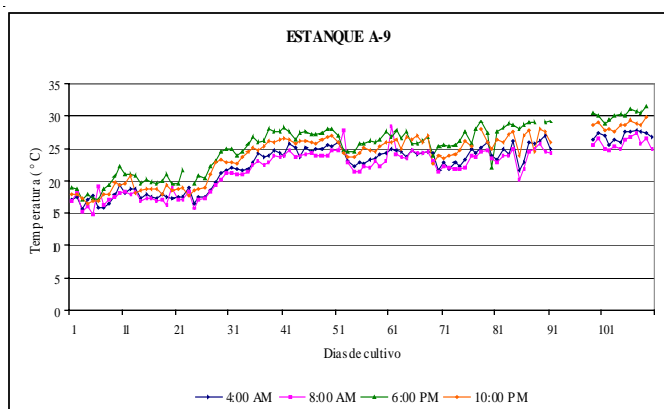


Figura 14. Variación del Oxígeno Disuelto en el agua del Estanque 9 de una granja dedicada al cultivo de camarón, asociada al sistema estuarino “La Ballena”, Ahome, Sinaloa

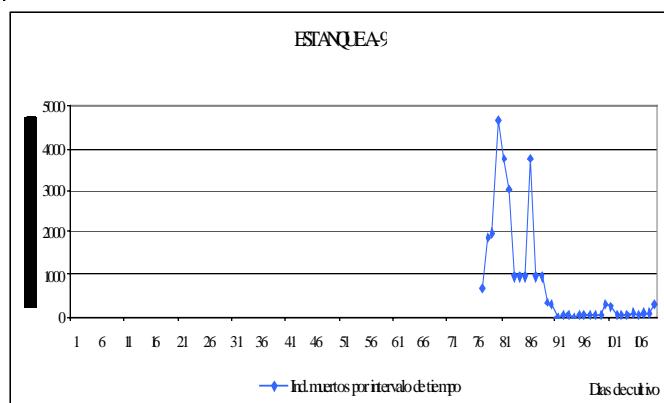


Figura 15. Variación de la Mortalidad en número de individuos, presente en el estanque 9 de una granja dedicada al cultivo de camarón, asociada al sistema estuarino “La Ballena”, Ahome, Sinaloa

Aparición de enfermedades virales (WSSV y TSV).

Mediante las pruebas de detección realizadas se registró la presencia del Virus del Síndrome de la Mancha Blanca, en muestras provenientes del total de granjas contempladas dentro del programa.

El primer registro de WSSV se obtuvo durante los primeros días del mes de abril; detectándose en granjas ubicadas en los sistemas estuarinos “La Ballena” y “San Juan”. A finales de este mismo mes, se manifestó en una granja establecida en el estero “La Chicura Viva. En mayo se registró su presencia en la granja monitoreada en el sistema estuarino “El Zacate”. Considerando el total de 171 muestras analizadas para las granjas contempladas en el Programa y los sistemas estuarinos adyacentes durante el período en estudio, el virus que provoca el Síndrome de la Mancha Blanca fue detectado en el 14 % de las muestras.

De acuerdo con la información recabada para el total de casos analizados, WSSV se presentó cuando habían transcurrido entre 32 y 82 días después de la siembra para la granja ubicada en “La Ballena”; entre 38 y 74 días para la granja presente en “San Juan”; entre 35 y 175 días para la granja localizada en “La Chicura Viva”; y entre 106 y 115 días para las granjas que representaban los dos puntos de muestreo ubicados en “El Zacate”. El número de organismos por muestra analizada, a los que se aplicó la prueba de detección de WSSV, varió entre 10-20 camarones por determinación, a partir de éstos se generó un pool. Los individuos a los que se detectó el patógeno viral estaban en un intervalo de peso entre los 2.4 y 27.2 g. Para la granja monitoreada en “La Chicura Muerta”, WSSV se detectó en el muestreo realizado en julio 29.

La presencia de TSV se detectó por PCR desde el inicio del cultivo en las granjas examinadas; el 9.9 % de la totalidad de los lotes de postlarvas sembrados en las granjas, fueron positivos. Los registros positivos obtenidos en la granja asociada a “La Ballena”, se presentaron cuando los camarones tenían un peso promedio de 0.4 g y se mantuvieron hasta que los camarones presentaron un peso promedio de 6.4 g. En la granja asociada a “La Chicura Viva”, también se registró la presencia de TSV en camarones silvestres de 6.3 g de peso. En “El Zacate” TSV fue detectado en mayo 05; etapa en la que los camarones tenían un peso promedio de 0.93 g.

Con respecto a las pruebas de detección de WSSV y TSV practicadas a organismos silvestres, Taura únicamente fue detectado en abril 21 en jaibas del género *Callinectes* colectadas en el estero “La Chicura Viva”. A WSSV se le detectó en *Callinectes* colectados el 05 de junio en “San Juan”, en *L. stylirostris*, provenientes de “El Zacate” en junio 08; en *L. stylirostris* y *L. vannaei* colectados el 29 de julio en “La Chicura Muerta” y “San Juan”, respectivamente.

De igual manera se detectó Mancha Blanca en muestras de *L. stylirostris* y *Callinectes* colectadas el 08 de septiembre en el Campo Pesquero Lázaro Cárdenas, Topolobampo. Es importante mencionar que el análisis de camarones silvestres dependió de su disponibilidad en el medio, razón por la que se obtuvieron resultados con una periodicidad irregular.

DISCUSIÓN

Un punto importante arrojado por el "Programa de Supervisión Sanitaria en Sistemas de Producción de Camarones Peneidos en el Municipio de Ahome" lo constituye la probabilidad de establecer una relación entre los eventos de mortalidad registrados y las condiciones fisicoquímicas del ambiente de desarrollo del camarón en cultivo.

Según el análisis de los registros se puede afirmar que, previo a la aparición de organismos enfermos se observaron variaciones importantes en la temperatura vespertina del agua de los estanques, a lo que le sucedieron variaciones en la concentración de oxígeno disuelto en horas de la madrugada y mañana del día. La temperatura del agua registró un incremento de 7 °C; el ascenso se dio de los 22 °C a los 29 °C. La concentración de oxígeno disuelto en la mayoría de los casos, descendió de 3 a 1.8 ppm. Este escenario se observó entre diez y siete días antes de los brotes de la enfermedad infecciosa conocida como Mancha Blanca. Cabe destacar que, aun cuando dichas variaciones no se consideran letales, los organismos además del hacinamiento estuvieron expuestos a condiciones de estrés. Lo que a su vez sugiere que los organismos se vieron muy afectados y como consecuencia la susceptibilidad a la infección también se vio incrementada.

Lo anterior demuestra la necesidad de canalizar esfuerzos para establecer estrategias que permitan ahondar en el conocimiento de las enfermedades que atacan al camarón. En este ámbito resultan herramientas fundamentales el mantener un estricto control sanitario del ambiente de desarrollo de la especie y el desarrollo de trabajos en pro del mejoramiento genético de la misma.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existe evidencia de la relación entre las variaciones de parámetros fisicoquímicos del ambiente de desarrollo del camarón como la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto en agua y la susceptibilidad del crustáceo a las infecciones virales.

Tomando en consideración los resultados obtenidos y el comportamiento de las epizootias virales en camaronicultivos, se recomienda al camaronicultor tomar como medidas de prevención para reducir los riesgos de infección en las poblaciones en cultivo:

- a) Evitar al máximo reproducir condiciones de estrés en los estanques, sobre todo mantener estabilidad en las condiciones de pH y concentración de oxígeno disuelto; tratar de mantener en este último el límite inferior en 2.0 ppm.
- b) Con el fin de evitar la variabilidad de los parámetros descritos en el párrafo anterior se recomienda mantener el nivel de la columna de agua por arriba de los 90 cm.
- c) Si se presenta algún evento de mortalidad, eliminar los organismos muertos e incinerarlos. Para eliminar los focos de infección generados por aquellos cadáveres que pudieran haber quedado en el fondo; se recomienda aplicar yeso (1 ton/ha), que según resultados en anterior estudio produce variabilidades mínimas en el pH del agua, seguido de un recambio de fondo para aglutinar los cadáveres en la compuerta de salida y una vez ahí proceder a extraerlos.
- d) Monitorear las condiciones del estero que sirve como fuente de abastecimiento de agua para la granja y restringir el bombeo cuando las condiciones del cuerpo de agua muestren detrimento en la calidad de parámetros como SST, N-NH₃ y MO.
- e) No detener los monitoreos durante la epizootia, lo que permita precisar los valores críticos de pH, salinidad, oxígeno disuelto y transparencia del agua; por considerarse como detonantes del brote de las infecciones virales debido a su influencia sobre el sistema inmunológico del camarón.

LITERATURA CITADA

- Chamberlain, G. W. (1994) Taura Syndrome and China Collapse Caused by New Shrimp Viruses. *World Aquaculture* 25(3):22-25
- Chamberlain, G. W. (1996) Reseña Histórica del Cultivo de Camarón en el Mundo y Situación Actual. *Foro Internacional Camaronicultura'96*, 1-3 de Agosto, Mazatlán, México.
- FAO Fishery Information. 2000. *Aquaculture Production Statistics 1987-1998*. FAO Fisheries Circular No. 815 Rev. 7 Rome. 197p.
- Lightner, D. V. 1994. Patología del camarón: enfermedades de mayor importancia para la industria camaronícola en las Américas. *Seminario Internacional de Camaronicultura en México Camarón 94*. Mazatlán, Sinaloa México. Febrero 10-12.

Lightner, D. V. 1995. Taura Syndrome; An Economically Important Viral Disease Impacting the Shrimp Farming Industries of the Americas Including the United States. Proceedings Annual Meeting USAHA, Reno, NV. U.S.A.

Lightner, D. V. 1996. A Handbook of Pathology and Diagnostic Procedures for Diseases of Penaeid Shrimp. World Aquaculture Society.

Loh, P. C., L. M. Tapay, Y. Lu y E.C.B. Nadala Jr. 1997. Viral Pathogens of the Penaeid Shrimp. Advances in Virus Research 48: 263-312.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Delegación Sinaloa. www.sagarpa.gob.mx. Creada en 2002. Consultada en febrero de 2003.

BIOSEGURIDAD EN LA INDUSTRIA CAMARONÍCOLA

*Leobardo Montoya R., Ma. Cristina Chávez S.
y Luis A. Gámez A.*

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

En las últimas dos décadas, en diferentes países y regiones, la acuicultura ha ido adoptando diversos programas de bioseguridad como una medida para contrarrestar la problemática que representa la aparición de diferentes enfermedades infecciosas que han causado cuantiosas pérdidas económicas y la han colocado como una actividad de alto riesgo.

En la camaronicultura, las pérdidas por enfermedades virales, han sido bastante considerables y en algunos casos colapsaron la actividad, por ejemplo en 1987 la de Taiwán, en 1992 la de China y la del Ecuador en 1994 y 1999, las pérdidas fueron estimadas en billones de dólares (Lee & Bullis, 2003). Numerosos factores han contribuido con dicho problema: la expansión de la actividad, la intensificación y diversificación de los cultivos y la cada vez mayor comercialización basada en movimientos de organismos sin debido control sanitario (larvas, reproductores y sus productos vivos o muertos, como alimentos y productos congelados).

El libre tráfico de organismos sin una adecuada certificación sanitaria, dentro de un país o de un país a otro e inclusive de una región a otra, tanto de postlarvas como de organismos utilizados como reproductores, ha traído como consecuencia la diseminación de patógenos a regiones libres de los mismos. Actualmente la importación de organismos congelados provenientes principalmente de Asia sigue siendo una importante fuente potencial de entrada de patógenos exóticos como el Virus del Síndrome de la Cabeza Amarilla (YHV).

La implementación de medidas de bioseguridad en la industria camaronícola ha tomado gran importancia y poco a poco se han ido adoptando y adaptando, aquellas que se han utilizado desde hace tiempo de manera exitosa por la industria pecuaria y en el cultivo de varias especies de peces como bagre, trucha y salmón (Lee and O'Bryen, 2003).

Estas medidas comprenden dos grandes grupos: unas dirigidas a evitar la introducción y dispersión de patógenos (de exclusión) a través de barreras físicas (filtros), y otras (de prevención) enfocadas a proporcionar las condiciones adecuadas de cultivo que permitan que los organismos se desarrollen en forma óptima y sean capaces de resistir o minimizar los efectos de algún patógeno que haya evadido las primeras medidas de bioseguridad. Esto último, consiste en evitar el estrés de los organismos y reforzar su sistema inmunológico.

Adopción e implementación de medidas de bioseguridad en la camaronicultura en México

Las graves pérdidas económicas ocasionadas por patógenos virales conocidos como: Virus de la Infección del tejido Hipodérmico y Hematopoyético (IHHNV), Virus del Síndrome de Taura (TSV), Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV), así como el temor de que surja otra nueva enfermedad (como el Síndrome de la Cabeza Amarilla o la mionecrosis infecciosa), han propiciado que los productores, presenten una mayor disposición a mejorar sus prácticas de producción (Figura 1).

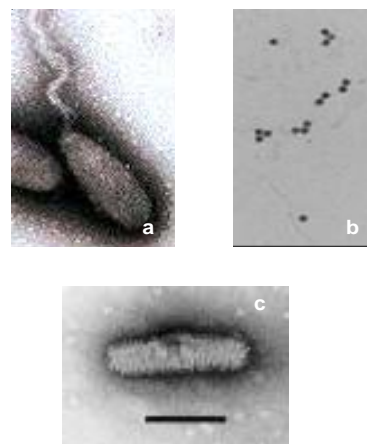


Figura 1. Partículas Virales de WSSV (a), de TSV (b) y de YHV (c). Tomadas de: www.aqua-in-tech.com/photos3.htm

Actualmente los productores tratan de mejorar sus estrategias de cultivo en aspectos como:

- Nutrición
- Alimentación
- Calidad de agua
- Uso de organismos certificados libres de enfermedades virales
- Disminución de las densidades de siembra

- No dependencia de organismos del medio silvestre
- No importación de organismos vivos destinados al cultivo (larvas y reproductores) Mayor domesticación de organismos reproductores
- Disminución de las tasas de recambio de agua
- Programas de vigilancia y monitoreo de enfermedades
- Y en general, adopción de buenas prácticas de producción camaronícola.

Lo anterior ha sido apoyado por las autoridades competentes, centros de investigación, laboratorios de diagnóstico y los recién creados Comités Estatales de Sanidad Acuícola.



Figura 2. a) Sistemas de filtración en el reservorio de agua de una granja camaronícola y b) implementación de un área de pre-engorda para tener un mayor control de los parámetros en los primeros días de cultivo.

Clasificación de granjas por su tamaño para la aplicación eficiente de medidas de bioseguridad

La gran heterogeneidad de los sistemas de cultivo que existen en cuanto a infraestructura, personal capacitado, características de las granjas o Unidades de Producción Larval y condiciones financieras, dificultan la adopción y eficiencia de un mismo programa de bioseguridad.

De acuerdo con Horowitz y Horowitz (2003), existe un tamaño ideal para la aplicación y eficiencia de medidas de bioseguridad. El tamaño 1, corresponde generalmente a pequeñas instalaciones de producción con techos y paredes que previenen la contaminación aérea por posibles vectores como aves e insectos, polvo contaminado y aerosoles. Se mantiene un estricto control y tratamiento del agua entrante (sistemas de filtración y recirculación) y se trata generalmente de laboratorios de producción de larvas, precrías y tanques de crecimiento intensivo. En este tipo de instalaciones la inversión es alta, pero la bioseguridad tiende a ser máxima.

El tamaño 2, incluye instalaciones pequeñas y medianas abiertas, por lo que es imposible obtener una bioseguridad completa, pero es posible aplicar ciertos métodos que prevengan, excluyan, retarden o debiliten los efectos de la enfermedad mejorando la producción. La mayoría de las granjas en México se encuentran en esta clasificación.

El tamaño 3, se refiere a áreas con estanques demasiado grandes que minimizan la eficiencia de la mayoría de las medidas de bioseguridad.

Aspectos importantes que deben ser considerados dentro de un programa de bioseguridad

Conocimiento de los patógenos a controlar. Es importante que los productores puedan reconocer los diferentes patógenos y los signos primarios de la enfermedad que producen para poder defender sus cultivos. Para ello se requiere información actualizada de las principales enfermedades infecciosas que afectan a los organismos en cultivo, dentro y fuera del país, los signos característicos, los mecanismos de introducción y dispersión, los métodos de detección y diagnóstico así como las estrategias para su control.

Vías de introducción de patógenos. Un primer paso para aplicar medidas de bioseguridad en una granja es determinar cuales son las posibles puertas de entrada de patógenos. Eso proporcionará la información necesaria para saber que medidas de exclusión y prevención se deberán aplicar. Cada una de esas puertas de entrada debe tener la barrera o barreras adecuadas para evitar o minimizar la entrada de patógenos. Todas y cada una de ellas deben ser cuidadosamente vigiladas dándole seguimiento constante para que sean efectivas y para ello se deben llevar registros muy estrictos. En México no existe la cultura de llevar registros de cada una de las actividades que se realizan en las unidades de producción y es uno de los primeros pasos que se tienen que dar para que las medidas de bioseguridad funcionen.

Capacitación. Se ha comprobado que las medidas de bioseguridad no funcionan si no se capacita a personal de los tres niveles de la organización (gerencia, responsables de granja y operarios). Si la capacitación es solamente tomada por los técnicos responsables de la producción, la gerencia no entiende sus solicitudes de apoyo y los operarios no hacen el trabajo como debe ser por falta de conocimiento. La filosofía de las buenas prácticas sobre medidas de bioseguridad debe estar en la mente de todos y cada uno de las personas que cultivan el camarón. Cada persona debe entender la importancia de su papel en estas medidas.

Procedimientos estándar, protocolos y registros. Establecer protocolos y registros de los procedimientos que deban seguirse en una granja, es uno de los primeros pasos a dar para que las medidas de bioseguridad funcionen.

El personal debe estar capacitado en tareas específicas de bioseguridad y llevar un estricto registro de dichas tareas para que el responsable de la granja le pueda dar

seguimiento y verifique que efectivamente son llevadas a cabo con responsabilidad.

Reproductores y postlarvas libres de enfermedades.

Muchos laboratorios dependen no solamente de organismos adultos seleccionados de granjas de engorda sino de otras granjas o bien de la introducción de reproductores provenientes de otros países. El problema es que algunos de los virus anteriormente mencionados ya existen en el medio natural y muchas granjas son positivas a uno o varios de ellos, lo cual representa un riesgo de contaminación de las instalaciones y de diseminación de patógenos.

Para evitar este problema, es necesario un programa de certificación y verificación de reproductores, de tal manera que organismos seleccionados para dicho fin y reportados como negativos a patógenos específicos, pasen a condiciones de cuarentena, sean sometidos a algún factor estresante y verificar nuevamente para detectar el patógeno o la enfermedad si ésta se expresa.

En caso negativo reproducirlos y analizar la progenie, dándole seguimiento estricto con todas las medidas de bioseguridad y hasta alcanzar su madurez.

Los organismos obtenidos, podrían ser utilizados con mayor seguridad como libres de patógenos específicos. Esta tendría que ser una práctica constante que inclusive podría ser llevada a cabo por otros empresarios o laboratorios especializados en la obtención solamente de reproductores sanos. Bajo estas reglas, estos laboratorios podrían traer organismos de otros países para mantener la variabilidad genética con el mínimo de riesgos.

Buenas prácticas y medidas de bioseguridad en los laboratorios. Una vez que se ha asegurado la calidad de los reproductores, es importante mantener el estatus de libre de patógenos específicos llevando la reproducción y el cultivo larvario en laboratorios en los que se practiquen medidas de bioseguridad.

Agua y fondo de estanques libre de patógenos. Es importante que las medidas para la exclusión de patógenos, sean amigables con el medio y que permitan minimizar la probabilidad de introducción de organismos silvestres a través del agua, aire y tierra, ya que pueden ser vectores potenciales, huéspedes secundarios de patógenos, depredadores y/o competidores por espacio y alimento.

Se deben aplicar procedimientos para eliminar a los patógenos o posibles vectores de enfermedades presentes en el fondo del estanque, así como eliminar el exceso de materia orgánica para proporcionar a los camarones un hábitat limpio y adecuado para su crecimiento.

La falta de atención en estas prácticas pueden ser los detonantes de brotes después de que se presente cualquier factor estresante, como pueden ser cambios drásticos en las condiciones ambientales.

Alimento adecuado y libre de patógenos. En el caso del alimento se debe asegurar que no haya entrada de patógenos a través de él y evitar condiciones de estrés causadas por la mala calidad del mismo (deficiente en nutrientes, mal procesado y/o mal almacenado) o por las malas prácticas de alimentación (exceso o deficiencia, mala distribución, mal manejo, etc.)

Uso adecuado de productos químicos. El uso de agentes farmacológicos, antibióticos y otros agentes químicos debe de ser considerado como un último recurso en operaciones de cultivo de camarón y en general, en la acuicultura. En caso de que se apliquen, siempre deben seguirse prácticas recomendadas en regulaciones nacionales e internacionales.

Prácticas de higiene. Las enfermedades infecciosas ocasionadas por microorganismos pueden ser transmitidas por el hombre, los materiales, vehículos y el equipo que ingresa a las instalaciones sin los debidos procedimientos de higiene.

Control de efluentes contaminados. El objetivo del control de efluentes contaminados es minimizar la cantidad de nutrientes, sólidos suspendidos y patógenos importantes que se pudieran descargar mediante los efluentes de las granjas a los sistemas naturales de bahías, esteros o mar abierto. La camaronicultura depende de manera esencial de la calidad del agua para el éxito del cultivo. Por lo anterior, es vital para esta actividad que se minimice el impacto de la camaronicultura hacia el medio ambiente apoyando con ello la sustentabilidad.

Programa de vigilancia, monitoreo y cuarentena. El Programa de vigilancia, monitoreo y cuarentena tiene como objetivo dar seguimiento al estado de salud de los camarones, mediante programas de vigilancia y monitoreo, y establecer estrategias de control para evitar la dispersión de los patógenos. El manejo de la salud de los camarones es un punto crítico y para llevarlo a cabo es necesario contar con un técnico capacitado en buenas prácticas de producción y medidas de bioseguridad.

Actualmente ya existen importantes adelantos en cada uno de los rubros señalados y una mayor conciencia de la importancia de proteger el medio y de proporcionar a los organismos en cultivo las condiciones propicias para superar los constantes retos a los que se enfrentan durante el ciclo productivo.

El objetivo de lograr la máxima producción a cualquier costo, incrementando el número de unidades de producción e

intensificando los sistemas de cultivo de manera desordenada (rebasando la capacidad de carga de los cuerpos de agua y afectando al medio), esta cambiando por el de alcanzar la sustentabilidad de la actividad, aplicando buenas prácticas de manejo. El reto ahora es fomentar y continuar con esos cambios y para ello, las estrategias deben realizarse en forma coordinada y conjunta por los diferentes sectores involucrados (productivo, científico y gubernamental).

La Unidad del CIAD Mazatlán en acuicultura y manejo ambiental, esta realizando proyectos de investigación, impartiendo cursos de actualización y capacitación a diferentes niveles, actividades de extensionismo, desarrollo y aplicación de programas de vigilancia y monitoreo de enfermedades, programas de verificación y certificación de organismos, elaboración y actualización de normas, incremento en la capacidad de diagnóstico, asesorías, etc. con el fin de colaborar en la solución de dicha problemática.

El proyecto SAGARPA-CONACyT-1135 titulado "Desarrollo, aplicación y evaluación de un modelo de buenas prácticas para evitar la introducción y dispersión del Virus de la Mancha Blanca (WSSV) en granjas camaronícolas", coordinado por el CIAD Unidad Mazatlán y en el que participan investigadores de: UANL, INP (CRIP – Mazatlán) y CIBNOR, tiene como objetivo implementar y fomentar la aplicación de medidas de bioseguridad y buenas prácticas de manejo para hacer de la camaronicultura, una actividad amigable con el ambiente (minimizando su afectación), sostenible en el tiempo (proporcionando empleos, alimento y divisas) y con un respaldo científico suficiente para alcanzar su sustentabilidad.

Como uno de los compromisos establecidos en el proyecto, se encuentra la elaboración de un Manual de "Buenas Prácticas de Bioseguridad en el Cultivo de Camarón" revisado y consensado por personal de los Comités Estatales de Sanidad Acuícola, productores independientes, investigadores y autoridades correspondientes.

LITERATURA CITADA

Chávez, Ma. Cristina y Montoya, L., 2004. Medidas de bioseguridad para evitar la introducción y dispersión de enfermedades virales en granjas camaronícolas. VI Congreso Internacional de Nutrición en Acuicultura.

Horowitz, Ami y Sarah Horowitz. 2003. "Alleviation and prevention of disease in shrimp farms in central and south America: A microbiological Approach". P. 117-138. In: Biosecurity in Aquaculture Production Systems: Exclusion of Pathogens and Other Undesirables. Ed. Cheng – Sheng Lee and Patricia J. O'Bryen. Published by: World Aquaculture Society. 293p.

Lee, C.-S., O'Bryen, P.J. 2003. Biosecurity in Aquaculture Production Systems: Exclusion of Pathogens and Other Undesirables. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana 70803. United States.

Lee, C.-S., Bullis, y R. A. 2003. Biosecurity in Aquaculture Production Systems: Exclusion of Pathogens and Other Undesirables. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana 70803. United States.

CONSIDERACIONES CON RELACIÓN A RESULTADOS DIFERENTES DE UNA MISMA MUESTRA ANALIZADA POR PCR EN DISTINTOS LABORATORIOS DE DIAGNÓSTICO

Leobardo Montoya Rodríguez

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

El uso de cualquier técnica de diagnóstico basada en los ácidos nucleicos, como hibridación *in situ*, PCR y Dot Blot, requiere tener en cuenta aspectos fundamentales para evitar la problemática que implica la emisión de resultados dudosos. Algunos de los principales problemas que se presenta para la estandarización y homologación de las técnicas de PCR en el diagnóstico viral en la Industria camaronícola, son las siguientes:

1. Falta de un programa nacional para evaluar y acreditar a los laboratorios y al personal que realiza diagnósticos moleculares. Debe ser diseñado por investigadores expertos con experiencia en el área e incluir un seguimiento periódico y ensayos de intercomparación para mantener o perder su acreditación.

2. La implementación y estandarización de la técnica se ha dado en laboratorios con poca o nula experiencia en biología molecular y siguiendo intereses comerciales, más que la preocupación por la sanidad acuícola. Se requiere un mayor control de los laboratorios que se consideren como terceros acreditados, mayor capacitación y actualización de su personal.

3. Implementación y uso de diferentes "sistemas de PCR" para el diagnóstico (simple, anidado, múltiple, semi-cuantitativo y/o cuantitativo), con diferencias en cuanto a la especificidad y sensibilidad (entre 100 y 1000 veces) para detectar un determinado patógeno. Se debe contar con un método estándar y otro (s) complementarios.

4. La falta de reproducibilidad entre los laboratorios. Estos deben utilizar una técnica que ofrezca un adecuado nivel de reproducibilidad, eliminando la posibilidad de malas interpretaciones e incluyendo procedimientos de control de contaminación. La práctica de reproducibilidad entre laboratorios debe ser evaluada al menos 2 veces al año.

5. Falta de un método estándar de PCR de comparación, que incluya un método de detección, seleccionado por su bondades y otro que pueda utilizarse en casos de duda. Este sería útil para comparación de otros.

6. Los diferentes grados de capacitación y experiencia en campo de las personas responsables del diagnóstico que aunado a la técnica utilizada y al muestreo realizado, pueden estar o no calificados para emitir los resultados junto con evaluaciones de niveles de infección de los organismos analizados.

7. La falta de un estricto control de calidad en los resultados emitidos y de manuales de procedimientos estandarizados y validados.

Aunado a lo anterior cabe señalar que en ocasiones las muestras enviadas por los productores a diferentes laboratorios, no son estrictamente las mismas, por lo que es posible obtener resultados diferentes. Se ha comprobado que en un mismo estanque puede haber organismos positivos con diferentes grados de infección y negativos, por lo que el criterio de muestreo es determinante para los fines que se persiguen con los análisis.

Particular atención merece el procesamiento de muestras para la detección de virus de ARN (TSV y YHV), debido a la mayor probabilidad de degradación de esta molécula, durante el transporte y procesamiento de las muestras, así como en el proceso de la transcripción reversa.

En cada uno de los puntos señalados, aún se puede desglosar numerosos pasos que requieren ser estandarizados y validados para ofrecer una mayor reproducibilidad de los resultados.

La alta sensibilidad de la técnica de PCR anidado, requiere mayores cuidados para evitar el riesgo de contaminación, principalmente con el control positivo y con los productos de PCR.

Ningún resultado de PCR debe ser aceptado como válido, si no es procesado con los controles internos apropiados, que son necesarios para la eliminación de falsos negativos. Estos deben ser incluidos para una amplificación simultánea de un fragmento de ADN del organismo hospedero, usando primers dirigidos a secuencias altamente conservadas en su genoma. Este control indica que el PCR ha sido exitoso y que la calidad del ADN molde fue adecuada para la amplificación. También permite reconocer la existencia de factores de inhibición en la muestra.

Procedimientos para la validación de métodos de detección de virus y diagnóstico de enfermedades en camarón

La validación de técnicas o procedimientos es indispensable para asegurar la calidad del ensayo y para evaluar si un proceso es conveniente de ser utilizado para un uso particular. Un ensayo validado produce resultados que identifican la presencia de un analito en particular y permite conocer el status del objeto de prueba.

En las pruebas de diagnóstico de enfermedades virales, estos criterios son difíciles de aplicar en su totalidad por lo que en muchas ocasiones el proceso que se utiliza no esta totalmente estandarizado.

Entre las variables que afectan el desarrollo de un ensayo, se encuentran:

* Muestra: Que incluye factores atribuibles al hospedero y/o adquiridos.

* Sistema de ensayo: Características de la técnica, incluye error técnico, instrumental, por reactivos, temperaturas y tiempos de incubación, etc.

* El resultado de prueba: Capacidad del sistema para predecir adecuadamente el status del hospedero en relación al analito en cuestión (sensitividad y especificidad).

Aunque la variación en los resultados de un ensayo de diagnóstico pueda ser atribuida a diferentes factores, la selección de la muestra con la cual el ensayo fue validado, puede ser el factor crítico (principalmente porque afecta la estimación de la sensibilidad y especificidad del diagnóstico).

Los factores que afectan al analito en cuanto a su concentración y composición, son: los inherentes al organismo tales como edad, sexo, especies, status nutricional, respuesta inmunológica, etc. y adquiridos como infecciones previas y/o contaminación o deterioro de la muestra.

Factores que influyen en la capacidad del resultado del examen para predecir la infección son:

- Sensibilidad del diagnóstico
- Especificidad del diagnóstico
- La prevalencia de la enfermedad en la población blanco del ensayo.

Algunos términos utilizados comúnmente en este tema y que son importantes de dejar en claro su significado son:

Estandarizar: Fijar las características de un proceso, de acuerdo con normas pre-existentes.

Validación: evaluación de un proceso para determinar su conveniencia de ser utilizado para un fin específico.

Homologar: acreditar un ente público a determinado producto tras efectuar las pruebas que determinen su calidad e inocuidad. Aceptar como válido el resultado de una prueba.

Intercomparación: organización, realización y evaluación de pruebas a objetos iguales o parecidos por dos o más laboratorios de acuerdo a condiciones predeterminadas.

Sensibilidad: capacidad de un método de diagnóstico para detectar pequeñas cantidades de un analito en particular.

Especificidad: capacidad de un método de diagnóstico para reaccionar sólo con el analito en cuestión y que no reaccione con otros analitos o compuestos.

Dato raro: miembro de una serie de datos que es inconsistente con relación a los otros de esa serie.

Repetibilidad. A partir de la evaluación de resultados con replicas de la misma muestra, se deben establecer los coeficientes de variación.

Determinación de la sensibilidad analítica y especificidad del ensayo. Puede ser evaluada por medio de diluciones seriadas de una muestra patrón y a través de un grupo de muestras estándares.

Reproducibilidad: "Cantidad de concordancia entre resultados de las mismas muestras examinadas en diferentes laboratorios".

Método estándar de comparación para los nuevos ensayos: Es el resultado de un método o combinaciones de métodos con los cuales un nuevo ensayo es comparado.

Etapas de la Validación

1. Determinación de la factibilidad del método para un uso determinado
2. Desarrollo y estandarización de reactivos y protocolos.
3. Determinación de las características de ejecución del ensayo.
4. Monitoreo continuo de la ejecución del ensayo (pueden considerarse límites estadísticos de error).
5. Mantenimiento y/o mejoramiento de los criterios de validación durante el uso rutinario del ensayo.

Organismos Internacionales como FAO, NACA, APEC e Instituciones nacionales como SEMARNAP, CIAD, CIBNOR, UANL, entre otras, han participado en reuniones en las que se ha discutido la preocupación por la falta de capacitación, estandarización y homologación de procedimientos de diagnóstico basados en ácidos nucleicos, un ejemplo de ello fue la realizada en Puerto Vallarta, México en julio del 2000. En dicha reunión participaron representantes gubernamentales y expertos de diferentes países de Asia y América.

La validación de ensayos requiere mayor atención de la que actualmente tiene, debido a sus implicaciones respecto al movimiento de organismos, sus productos y subproductos en los acuerdos de comercio internacional. Así mismo, es necesario contar con un sistema de diagnóstico que permita la aplicación de las normas mexicanas relacionadas con la sanidad acuícola.

LITERATURA CITADA

Lightner, D. 2005. Biosecurity in Shrimp Farming: Pathogen Exclusion through Use of SPF Stock and Routine Surveillance. Journal of the World Aquaculture Society. Vol.36, No.3, Sept. 2005. p. 229-248.

Montoya, L. "Procedimientos para la validación de métodos de diagnóstico de enfermedades de camarón". Memorias del Taller sobre Validación. Proyecto FAO. CIAD, Mazatlán, Junio 2002.

Shariff, M. S. Soon, K.L. Lee and L.T. Tan. Practical Problems With PCR Detection In Asia: The importance of standarization. In: DNA - Based Molecular Diagnostic Techniques. FAO Fisheries Technical Paper 395. p.45-51.

CONTENIDO **PAGS.**
PROGRAMA DE "SUPERVISIÓN SANITARIA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAMARONES PENEIDOS EN EL MUNICIPIO DE AHOME, SINALOA" **1**

Josefina Audelo, M. Guadalupe Díaz*, M. Isabel Peinado* y Fernando Montiel***

Universidad de Occidente

**Universidad Nacional Autónoma de México

BIOSEGURIDAD EN LA INDUSTRIA CAMARONÍCOLA **7**

Leobardo Montoya R., Ma. Cristina Chávez S. y Luis A. Gámez A.
 Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Unidad Mazatlán

CONSIDERACIONES CON RELACIÓN A RESULTADOS DIFERENTES DE UNA MISMA MUESTRA ANALIZADA POR PCR EN DISTINTOS LABORATORIOS DE DIAGNÓSTICO **10**

Leobardo Montoya Rodríguez

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Unidad Mazatlán

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

DIRECTORIO

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA)

LIC. FRANCISCO JAVIER MAYORGA CASTAÑEDA
SECRETARIO DE LA SAGARPA

ING. RAMÓN CORRAL ÁVILA
COMISIONADO NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA

LIC. MOISÉS GÓMEZ REYNA
DIRECTOR GENERAL DE ORGANIZACIÓN Y FOMENTO

LIC. TONATIUH GRANADOS SAMANIEGO
DIRECTOR DE FOMENTO E INCENTIVOS A LA PRODUCCIÓN

BIOL. JUAN ANTONIO PÉREZ HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE FOMENTO ACUÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO

DR. LUIS MIER Y TERÁN CASANUEVA
RECTOR GENERAL

DR. CARLOS RICARDO SOLÍS GONZÁLEZ
SECRETARIO GENERAL

M. EN C. NORBERTO MANJARREZ ÁLVAREZ
RECTOR DE LA UNIDAD XOCHIMILCO

DR. CUAUHTÉMOC PÉREZ LLANAS
SECRETARIO DE LA UNIDAD XOCHIMILCO

M. EN U. ROSA MARÍA NAJERA
DIRECTORA DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

FIS. MARCO ANTONIO ZEPEDA
SECRETARIO ACADÉMICO

M. EN C. AURORA CHIMAL HERNÁNDEZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE

M. EN C. MARTHA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ
LABORATORIO DE REPRODUCCIÓN Y GENÉTICA ACUÍCOLA

DIRECTORIO DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN LA RED DE DIAGNÓSTICO

Centro de Ciencias de Sinaloa (CCS)
 Dra. Martha Zarain Herzberg
 Tel. 01(667)712 29 39
 e-mail: martha@computo.ccs.net.mx

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR)
 Dr. Jorge Hernández López
 Tel. 01(622) 221 22 37 Ext.23
 e-mail: jhlopez04@cibnor.mx

Universidad de Occidente (UDO)
 Dra. Josefina Audelo del Valle
 Tel. 01 (668) 816 10 00
 e-mail: jaudelo@mochis.udo.mx

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

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

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

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM-X)
 M. en C. Martha Rodríguez Gutiérrez
 Tel. 01 (55) 54 83 74 94
 e-mail: rogm0211@correo.xoc.uam.mx

Universidad Autónoma de Nayarit
 Dr. Norberto Vibanco Pérez
 e-mail:nvibanco@nayar.uan.ma
 Tel: 01(311) 51 21 18 800

Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
 Centro Nacional de Sanidad Acuicola
 Dr. Fernando Jiménez Guzmán
 Tel/Fax. 01(818) 359 35 77
 e-mail: toxicologiacuatica@hotmail.com

Universidad de Sonora (USON)
 I. Q. León Armando Pérez Alvidrez
 DICTUS. Tel. 01(662) 212 19 95
 e-mail: lperez@guayacan.uson.mx

Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT)
 Dr. Gabriel Aguirre Guzmán
 Tel. 01 (834)312 50 78
 e-mail: gabaguirre@uat.edu.mx

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

Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON)
 Dr. José Cuahtémoc Ibarra
 Tel: 01(644) 410 09 00 Ext. 2100-04
 e-mail: jibarra@itson.mx

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

NOTA: 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: jperezh@conapesca.sagarpa.gob.mx y/o M. 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