ANÁLISIS DE UNA TRAUMÁTICA EXPERIENCIA: EL WSSV EN ECUADOR

Jorge Calderón V., Ph.D.
Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas - CENAIM

Introducción

Transcurridos dos años y medio desde el inicio del problema causado por el Virus de la Mancha Blanca nos atrevemos a hacer un análisis de los avances científicos logrados en el CENAIM, ponerlos en perspectiva con respecto a la producción ecuatoriana y especular sobre el futuro de la misma.

La áreas dedicadas a la producción camaronera (Fig 1) se expandieron en forma sostenida durante los últimos 20 años. Por otro lado las exportaciones mostraron una ganancia neta en su crecimiento pero estuvo marcada por claras variaciones asociadas principalmente con la ocurrencia de patologías en el camarón, de carácter epidémico.

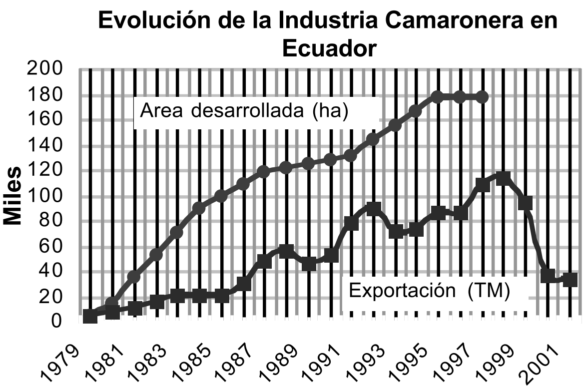

Figura 1. Evolución de las exportaciones camaroneras ecuatorianas entre 1979 y 2001, expresadas en función del volumen exportado y del área dedicada a la producción.

El incremento promedio de la producción está directamente relacionado con el crecimiento del área de producción y es evidente que no es causado por un aumento de la eficiencia de los sistemas de producción.

El índice de rendimiento por hectárea, determinado como la razón entre el volumen exportado y el área construída, decrece hasta 1985. Este decrecimiento probablemente se debió al crecimiento acelerado del área en producción y a la dependencia en el suministro de larva silvestre afectado por variaciones anuales e interanuales. El suministro de larva silvestre se vió afectado en el periodo de anomalías negativas de temperatura que siguieron al Fenómeno El Niño de 1982-1983. En 1985 empieza el primer cambio tecnológico importante en la industria camaronera, los laboratorios de producción de larvas de camarón proliferan en Ecuador. Aunque aún se mantenía la dependencia en los nauplios provenientes de reproductores silvestres, la oferta de larvas fue más estable y se refleja en el aumento del índice de rendimiento hasta el año 1993 (Fig. 2).

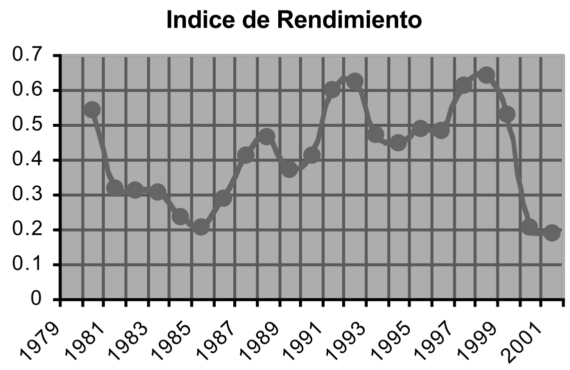

Figura 2. Indice de producción generado como la razón entre el volumen exportado y las hectáreas de estanques camaroneros.

En el análisis de los datos entre 1990 y el 2001 vemos que estas fluctuaciones coinciden con la ocurrencia de los eventos ENSO (El Niño – Oscilación Sur). Las fluctuaciones observadas son de carácter interanual (Fig. 3). Estas fluctuaciones no sólo se reflejan en las exportaciones sino también en los precios del camarón. Estas variaciones tienen diferencias en su intensidad y son de larga duración. Se observan los efectos de los dos eventos El Niño, 1982-83 y 1997-98 y los dos eventos La Niña durante 1994-95 y 1999-2000.

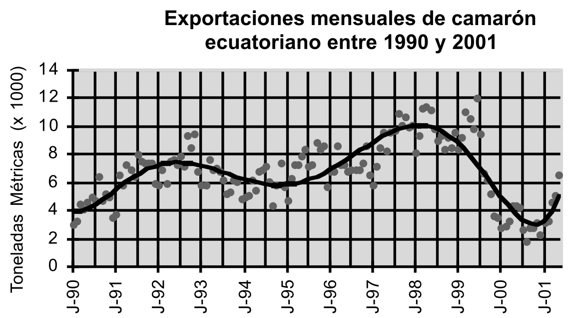

Figura 3. Exportaciones mensuales de camarón entre enero de 1990 y septiembre del 2001.

Los impactos sobre la producción camaronera en Ecuador están gobernados por la naturaleza y fundamentalmente por eventos climáticos de gran escala.

Así como se observan incrementos en las exportaciones en la época de los eventos El Niño, también vemos una marcada disminución de las mismas durante las ocurrencias de los eventos La Niña. El evento de 1999-2001 ha sido uno de los eventos fríos más intensos de los últimos 50 años y se mantuvo en forma sostenida con anomalías negativas de temperatura por más de 24 meses. Este periodo coincidió con la ocurrencia de la epidemia de la Mancha Blanca.

Del análisis de aproximadamente 2.000 ciclos de producción durante el periodo 1998-2001, se puede observar que la prevalencia del Virus de la Mancha Blanca está inversamente relacionada con anomalías térmicas (Fig. 4. Ver artículo completo página 9). Esta información es muy relevante, pues se puede observar que cuando las anomalías térmicas se encuentran bajo –0.5°C la prevalencia del Virus de la Mancha Blanca es cercano al 50%. Cuando las anomalías empiezan a ser positivas la prevalencia del Virus decae. Es importante recalcar que la prevalencia no está indicando los resultados de la producción, está indicando simplemente la cantidad de estanques camaroneros infectados en el sistema y por lo tanto el nivel de riesgo existente en ese momento.

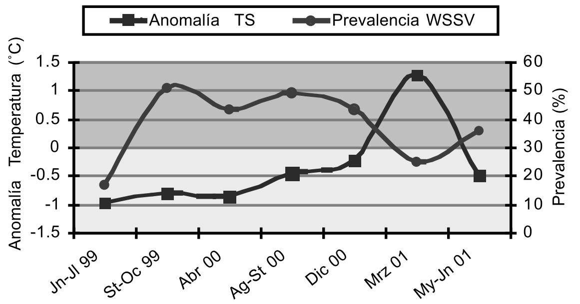

Figura 4. Relación inversa entre las anomalías de temperatura del mar y la prevalencia del Virus de la Mancha Blanca en estanques de cultivo de camarón en Ecuador.

La situación previa al desastre

El Virus de la Mancha Blanca afectó la industria camaronera asiática desde 1993.

Desde 1996 los científicos de América mostraban su preocupación por el posible impacto del Virus en el *Penaeus vannamei.*

Es así que en 1996, D. Lightner advierte que el Virus de la Mancha Blanca tiene un efecto devastador en el *P. vannamei*. Más aún es detectado en los Estados Unidos en granjas camaroneras y en productos congelados que se expenden en los supermercados.

Durante el IV Congreso Ecuatoriano de Acuicultura (octubre de 1997) se advirtió a la industria camaronera Latinoamericana sobre los riesgos que implicaba la movilización transfronteriza de animales.

Sin embargo, es muy difícil mover la conciencia de productores que no tienen "problemas" y que manejan una industria floreciente, por lo que se hizo oídos sordos a las advertencias.

Otra propuesta que se realizó ese año a los productores fue la de iniciar programas de mejoramiento genético.

Habíamos advertido en reiteradas ocasiones que, en un sistema semintensivo como el nuestro, gobernado por los eventos climáticos de gran escala, el deterioro ambiental era otro elemento de riesgo a considerar a mediano-largo plazo.

Las reacciones ante la epidemia

Las respuestas de todos los actores involucrados fue instantánea.

La información sobre lo ocurrido en el Sureste de Asia y su diseminación entre los productores fue la primera acción tomada por el sector académico.

La industria reaccionó con pánico, cosechó masivamente sus estanques y empezó un esfuerzo de búsqueda de una solución inmediata.

Probó cualquier cosa que desde el punto de vista del sentido común ofreciera una posibilidad de atenuar el impacto causado por el Virus. Se extremaron las medidas de bioseguridad en ciertas facilidades y se probaron estrategias muy diversas que incluyeron medidas de desinfección de animales, estanques y agua (Fig. 5).

Figura 5. Sistema de filtración de agua en el canal reservorio de una camaronera.

Se aplicaron estrategias de manejo para reducir el intercambio con el medio ambiente y muchos empezaron programas de selección basados fundamentalmente en el criterio de que los supervivientes en un estanque que fue afectado por el Virus de la Mancha Blanca debían tener características genéticas de resistencia ante el Virus.

El resultado, después de algún tiempo, fue un gran número de operaciones paralizadas.

Es necesario recalcar que la paralización de muchas camaroneras se debe a la situación financiera del país, en general, y el precio mundial del camarón, en particular aunque es innegable que el detonador del problema en la mayorías de los casos fue el Virus de la Mancha Blanca.

Las estrategias del sector académico

El problema desde sus inicios fue de tal magnitud que fue necesario atacarlo desde varios frentes.

El Virus se extendió rápidamente por todo el país, fue evidente la necesidad de un sistema que permita establecer los focos infecciosos para tomar medidas para evitar la dispersión del patógeno. Dadas las condiciones de la industria camaronera y del país era necesario que este sistema sea simple, ágil y poco costoso de operar.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral y el CENAIM desarrollaron un Sistema de Alerta Epidemiológico basado en *World Wide Web.* El camaronero debe ingresar información de los resultados de producción por medio de un Sistema de Información Geográfica y se calcula un índice que determina la posibilidad de la presencia de un brote epidémico en un área geográfica determinada (Fig. 6). La retícula se torna color naranja y el CENAIM reacciona tomando muestras en el campo para establecer las causas de la baja de producción. De confirmarse que son de naturaleza infecciosa la cuadrícula se pinta de rojo (Ver artículo completo página 9).

Durante el 2002 el modelo se pondrá a prueba en el Golfo de Guayaquil.

Figura 6. Ejemplo de uno de los productos del Sistema de Alerta Epidemiológico al que pueden acceder los productores a través del WWW.

Muchos productores se preguntaban si era posible determinar el riesgo de pérdida total basados en la carga viral en el estanque. Varios estudios realizados en el CENAIM demostraron que el problema dentro del estanque es exacerbado por la ingestión de animales severamente infectados y no por la carga viral en el medio (Fig. 7). La carga viral en todos los organismos del estanque aumentasincronizadamente. No encontramos organismos que sean los multiplicadores del virus aumentando la carga viral del agua y que puedan ser identificados como precursores de la mortalidad del camarón.

Un resultado importante es que la carga viral el camarón aumenta antes de que se observen incrementos de la carga viral en el agua.

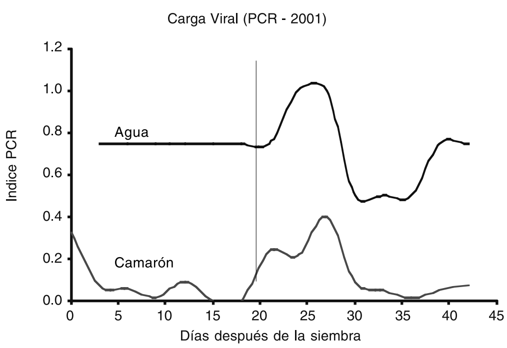

Figura 7. Evolución de la carga viral en el camarón y en el agua en un estanque de cultivo.

Un esfuerzo importante se ha realizado en el estudio de las respuestas del sistema inmune del camarón al Virus de la Mancha Blanca.

Los ß-glucanos, combinaciones de vitaminas C y E, bacterias probióticas y el choque térmico han probado inducir una condición del sistema inmune del camarón que permite controlar la replicación del Virus. Los protocolos de aplicación de estos inmunoestimulantes están siendo probados en la actualidad en el campo.

Una de las pruebas más promisoria es el tratamiento de los animales con temperaturas altas (Ver artículo completo página 50). A una temperatura de alrededor de 33°C la fórmula hemocitaria cambia permitiendo al camarón controlar la replicación del virus y eventualmente "limpiarse" del mismo. Esta condición demostró en pruebas de laboratorio que el camarón después de ser sometido al tratamiento térmico puede enfrentar una prueba de desafío con el Virus de la Mancha Blanca sin presentar mortalidad. En la figura 8 mostramos los resultados de las pruebas de desafío (día 8) a 33°C y 27°C.

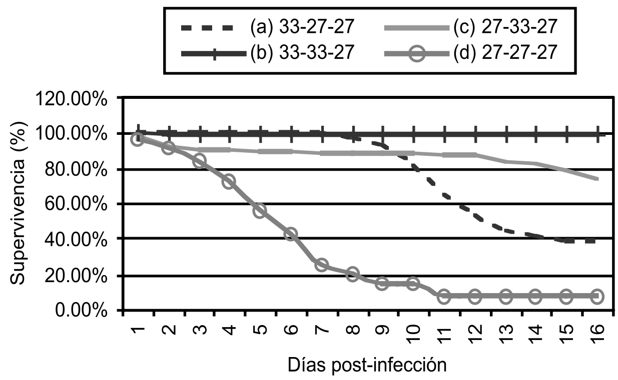

Figura 8. Resultado de una prueba del efecto de temperatura en la supervivencia del camarón ante un desafío con el WSSV. Los animales fueron mantenidos en cuatro grupos por ocho días antes del desafío. Dos grupos a 27°C y dos a 33°C. La temperatura de uno de los grupos que se mantenía a 33° fue reducida a 27°C y la de uno de los grupos de 27°C fue subida a 33°. Los animales fueron sometidos al desafío con alimento infectado y posteriormente todas las temperaturas fueron igualadas a 27°C

Durante 1999 y el 2001 se puso a prueba la hipótesis de la tolerancia del camarón a los virus. Para esto se preparó las tolerinas en base a un extracto de tejido de camarón severamente infectado por el Virus de la Mancha Blanca y se lo inactivó calentándolo a 70°C por 15 minutos. Este extracto fue añadido a los tanques de larvicultura en varios estadios. Las pruebas de desafío con el WSSV en el laboratorio mostraron que la mortalidad es significativamente menor, en enimales tratados con las tolerinas, cuando el animal es alimentado con una papilla preparada con camarones severamente infectados con WSSV y sometidos adicionalmente a un estrés.

La figura 9 muestra los resultados de un ensayo en el que los animales fueron sometidos a un estrés por anoxia.

Las pruebas que hemos realizado en el campo, a nivel comercial, con animales tratados con tolerinas no muestran resultados conclusivos.

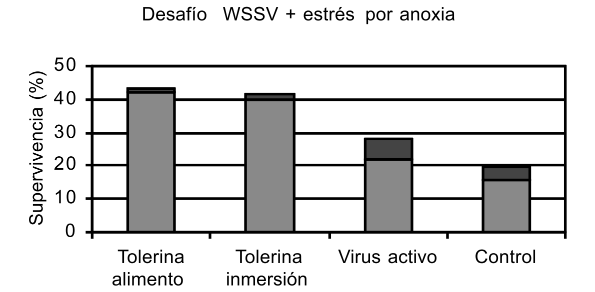

Figura 9. Resultados de la prueba de desafío con el WSSV cuando los animales son sometidos adicionalmente a un estrés con bajos niveles de oxígeno (2ppm). Los bloques más obscuros representan la desviación estándar.

Las pruebas de desafío las consideramos extremas pues suponemos que la carga viral en el alimento es mucho más alta que la que se encontraría en los estanques de cultivo.

Ante el escaso progreso en la implantación de técnicas de manejo que permitan incrementar los niveles de producción hasta un punto en que la actividad vuelva a ser rentable, varios productores empezaron a realizar pruebas de cultivos intensivos en lo que se denominó *acuicultura en tierras altas*. Estos sistemas consisten en estanques pequeños (≤ 1 ha) y el agua proviene de pozos con salinidades menores de 7 ups. Los resultados de los primeros ciclos han sido halagadores por lo que decidimos hacer algunas comparaciones básicas.

Una de estas comparaciones fue determinar si la fuente de agua jugaría un rol crítico cuando el animal es sometido a un desafío con WSSV. Los resultados mostraron que el camarón es susceptible al virus indistintamente de la fuente de agua.

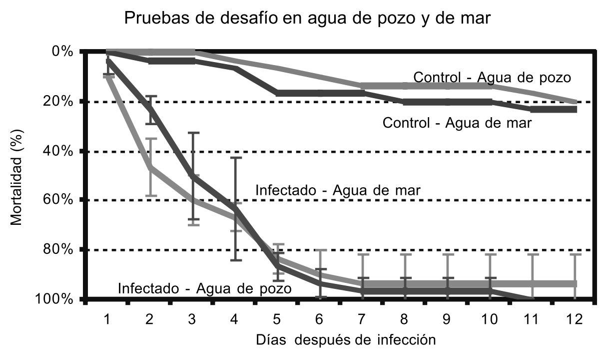

Figura 10. Prueba de desafío con WSSV en dos fuentes de agua: pozo y de mar.

El examen de las características químicas de diferentes fuentes de agua de pozo, comparadas con la de mar, no nos permite pensar que un elemento químico en particular sea la causa de la mayor supervivencia observado en los sistemas de cultivo en *tierras altas* (Tabla 1).

Tabla I. Comparación de la composición química del agua de mar y del agua de pozo proveniente de cuatro zonas geográficas.

Ion	Mar	CENAIM	Taura	Esperanza	Publipesca
Ca	3.3%	49.7%	21.1%	6.7%	21.1%
K	3.3%	1.4%	1.2%	0.9%	1.2%
Mg	8.9%	8.1%	12.6%	7.2%	12.0%
Na	84.2%	40.3%	64.8%	85.0%	65.2%
P	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%
Fe	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%	0.2%
Zn	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
B	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
Mo	0.1%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%

No se encontró Cu, Mn, Al, Pb, Ba, Co y Cr.

Desde el inicio de la epidemia del WSSV, siguiendo las prácticas aplicadas en Tailandia, se recomendó sembrar animales que fuesen negativos al WSSV. Para determinar la presencia se empleó la técnica de PCR con varios tipos de iniciadores o *kits*, disponibles comercialmente.

El costo de cada análisis de PCR condujo a que la práctica rutinaria consistiera en hacer un análisis por PCR en un grupo de 150 larvas por tanque de larvicultura.

La Tabla II muestra los resultados del análisis de 14 ciclos de producción en una camaronera de la Provincia del Guayas. No existen diferencias significativas entre sembrar postlarvas infectadas y no infectadas. Esto no significa que la recomendación no sea válida, lo que significa es que la práctica de realizar un sólo análisis no es adecuada.

Tabla II. Resultados de sembrar postlarvas negativas y positivas para WSSV

	PL Negativo Media ± SD	PL Positiva Media ± SD	ANOVA Prob.>F
Peso Final (g)	9.54 ± 1.06	8.76 ± 2.66	0.49 (NS)
Lb / ha / day	2.00 ± 1.23	2.16 ± 1.01	0.79 (NS)
Supervivencia (%)	12 ± 6	15 ± 6	0.84 (NS)
Factor de Conversión Alimenticia	1.80 ± 0.89	1.31 ± 0.66	0.26 (NS)

Entre noviembre de 1999 y marzo del 2001 se corrieron pruebas de manejo en dos camaroneras de la Provincia del Guayas.

Los conceptos centrales fueron: disminuir las fluctuaciones de oxígeno, sembrar larvas PL 30 y no recambiar agua. Para disminuir las posibles causas de estrés en el camarón se trató de disminuir las fluctuaciones de oxígeno en el estanque. La estabilidad se logró no fertilizando para disminuir la productividad primaria.

Otra consideración importante fue la suspención del recambio diario de agua. Solamente se añadió agua a los estanques para reponer lo perdido por evaporación o percolación. Los resultados se muestran en la tabla III.

El protocolo básico de la larvicultura de las larvas en el CENAIM incluye el uso de probióticos y rotíferos enriquecidos, además de alimentos naturales como microalgas y *Artemia* y una combinación de alimentos artificiales comerciales. No se emplean antibióticos en el proceso.

A pesar de que los rendimientos fueron el doble en comparación con los controles comerciales (Tabla III), es considerado insuficiente para recuperar la rentabilidad del sector.

Tabla III. Resultados de las pruebas de manejo de dos camaroneras (v y PB). Los controles son v38 y PB5.

Estanque	Días	Peso g	Rendim Lb / ha	Superv %
v27	116	10.2	560	20
v31	118	11.4	618	18
v35	120	9.41	504	18
v38	125	11.4	196	9
PB1	114	10.4	800	32
PB5	134	10.6	414	16

Figura 11. Sistemas de precría de larvas de camarón.

La idea de sembrar postlarvas de mejor calidad indujo a trabajar en la comparación de diferentes sistemas de precría (Fig. 11).

Probamos jaulas flotantes en el mismo estanque de producción, raceways en la camaronera y tanques con sustratos para organismos bentónicos en el CENAIM. Las pruebas duraron 25 días. Se puede observar que a pesar de que la supervivencia es mayor en los tanques con sustratos el tamaño de los animales es mayor en las jaulas flotantes (Tabla IV).

Tabla IV. Comparación de tres sistemas para la precría de postlarvas de camarón

	Peso (g)		Supervivencia
	Siembra	Cosecha	(%)
Jaulas Flotantes	0.005	0.20	63
Raceways	0.006	0.13	48
Tanques CENAIM	0.005	0.02	77

Los programas de mejoramiento genético despertaron en estos dos últimos años un gran interés entre los productores.

Muchas de las maduraciones vienen trabajando con animales supervivientes a episodios de Mancha Blanca y que han sido levantados a reproductores en las mismas camaroneras. Otros empezaron programas de selección masal y muy pocos se han involucrado en programas de selección familiar.

El CENAIM, en cooperación con tres grupos de camaroneros empezó un programa de mejoramiento basado en selección familiar. Dentro de este programa se realizaron varias pruebas para determinar la existencia de resistencia genética al Virus de la Mancha Blanca. Los resultados muestran que ésta existe por lo que dicho carácter fue incorporado en nuestro plan (Ver artículo completo página 25). El primer grupo de postlarvas mejoradas de este programa estará en el mercado durante el primer trimestre del 2002.

Hemos discutido sobre la influencia de los eventos climáticos interanuales en la producción camaronera y observado que en estas escalas la producción camaronera ecuatoriana está influenciada por eventos climáticos como El Niño y La Niña.

Adicionalmente, existen otras fuentes de variación vinculadas con los sistemas de manejo. Cuando comparamos la densidad de siembra con el rendimiento por hectárea/día podemos apreciar que no existe correlación entre estas variables (Fig. 12).

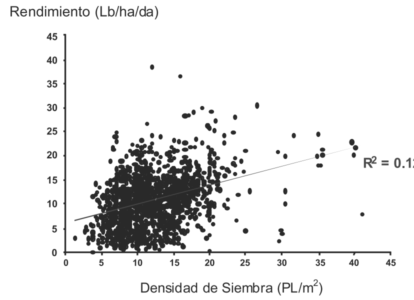

Figura 12. Diagrama de dispersión mostrando la densidad de siembra y el rendimiento

EL FUTURO DE LA INDUSTRIA CAMARONERA ECUATORIANA

Esta visión del futuro está centrada en los aspectos técnicos que limitan actualmente su producción y no considera para su análisis otros factores como la condición financiera de los productores provocada por la situación económica del país y otras externalidades como la caída de los precios del camarón en los mercados mundiales.

En general la industria camaronera ecuatoriana deberá cambiar sus prácticas de manejo en casi todos los sectores de la producción.

Es evidente que los programas de domesticación y mejoramiento genético continuarán y la dependencia de reproductores y postlarvas silvestres entrará en proceso de reducción cada vez mayor.

Mayor énfasis se pondrá en la calidad de las postlarvas que se siembran en las camaroneras, por lo que en el futuro aumentarán los controles de calidad que se impondrán en los laboratorios de producción de larvas de camarón. Esto implica adopción de normas de bioseguridad más estrictas, optimización y estandarización de los protocolos de alimentación, eliminación del uso de antibióticos, basados en alternativas como la utilización rutinaria de probióticos y la adopción de sistemas de precría intensivos.

Los sistemas de producción en estanques sufrirán problamente los cambios más radicales. El deterioro ambiental y las fluctuaciones causadas por eventos climáticos de gran escala nos conducirán a adoptar sistemas que reduzcan la interacción con el medio circundante y permitan un mayor control sobre las variables que afectan la tasa de crecimiento y la supervivencia. Esto implica la adopción de sistemas intensivos en estanques con un espejo de agua entre dos y cuatro hectáreas, reuso del agua, sistemas recirculantes y dietas de mejor calidad adecuadas para las diferentes condiciones ambientales.

El manejo de la microflora bacteriana es uno de los aspectos en los que se debe trabajar intensamente para implantar metodologías que permitan anticipar los problemas causados por patógenos como los *Vibrios*. El uso de probióticos es una alternativa que está siendo probada por algunos camaroneros con resultados promisorios.