

Por: **Dr. Sergio Martínez Ibarra**

Biólogo Marino, MS Fisheries Biology University of Miami
Gerente Técnico de Cartagenera de Acuicultura S.A.
Presidente de la Junta Directiva de CENIACUA

CULTIVO DE CAMARONES EN COLOMBIA



Un reciente editorial de uno de los periódicos nacionales resaltaba la importancia de la educación superior en el país y cómo sin la materia prima del conocimiento en un país se genera un vasto distanciamiento del desarrollo pleno. Se mencionaba también que un estudio realizado por expertos internacionales en educación, convocados por el Banco Mundial y la UNESCO, y divulgado por la Asociación Colombiana de Universidades, ponía de relieve “la importancia que tiene la unión entre las universidades, la empresa privada, el Gobierno y, en general, toda la sociedad cuando se quiere contribuir al desarrollo de un país.” Termina el editorial con una frase que debe ser recordada permanentemente: “Sin la investigación no hay vía al conocimiento, y sin el conocimiento los únicos pasos que da una sociedad son los del cangrejo, es decir hacia atrás.” El siguiente texto comparte plenamente estos comentarios.

Un equipo conformado por la empresa privada, el gobierno, la universidad y la sociedad genera un motor de desarrollo el cual, ensamblado con ingenio, es capaz de mover un sector con una fuerza positiva hacia adelante aun cuando se presenten graves problemas.

Prueba de ello es la labor que el Centro de Investigación de la Acuicultura –CENIACUA– adelanta para solucionar los problemas que afectan al sector industrial acuicultor de camarones del país.

La industria camaricultora comenzó en Colombia durante el gobierno de Belisario Betancur (1982-1986) y se instaló casi simultáneamente en ambas costas, Atlántica y Pacífica, desarrollándose con más rapidez y en más hectáreas en el Atlántico por ventajas logísticas y de facilidad de recursos.

En 1985 se construyeron en el país 300 hectáreas que crecieron hasta aproximadamente 3.500 en 1996. Luego, el área se redujo a 2.175 Has. debido a enfermedades, lo que disminuyó la producción de las fincas a una rentabilidad negativa que obligó al cierre de algunas empresas. En los años en que Colombia inició su producción, en nuestro vecino país del Pacífico, Ecuador, existía desde hacia 10 años una industria camaronera que había consolidado una experiencia en esta tecnología constituyéndose en el segundo o tercer renglón de las exportaciones del país. En ese momento desarrollaba cerca de 100.000 Has.

Colombia, al capitalizar esta experiencia y complementarla con asesorías extranjeras principalmente norteamericanas y francesas, conformó una industria con una mejor infraestructura de construcción y con índices de producción significativamente superiores al Ecuador.

Con el transcurrir de los años se fueron construyendo laboratorios para la producción de larvas en donde inicialmente se trabajaba con nauplios importados de los países vecinos, principalmente de Panamá y Ecuador. Para los años noventa se comenzó la instalación de laboratorios de maduración trayendo padrotes de Panamá, Ecuador y Salvador, comenzando así la producción de los nauplios en el país. Estas importaciones fueron necesarias porque en la Costa del Pacífico colombiano no se encontraron camarones *P. vannamei* en las cantidades ni tamaños adecuados.

La Asociación de Acuicultores de Colombia –ACUANAL– creada en 1984, que reúne a las principales empresas del país de ambas costas y cuya actividad es de carácter gremial, decidió que era necesario involucrar el factor de ciencia y tecnología a la industria camaronera, para lo cual fundó el Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia –Ceniagua– en el año de 1993.

Inicialmente Ceniagua se constituyó como un “centro de investigación virtual” sin sede propia en donde toda la investigación se realizaba por personal escogido para ello, en las fincas de producción de las compañías vinculadas a la asociación.

Los proyectos seleccionados consultaron la problemática nacional y la inexistencia de respuesta internacional. Comenzó entonces el proyecto científico de Ceniagua, con la investigación en dos principales áreas: el conocimiento y el establecimiento del estatus de la salud del camarón que se cultivaba, y las características de las aguas y los suelos en los que se cultivaba. Dadas las circuns-

tancias críticas sectoriales y la difícil situación financiera de las empresas, el Departamento Nacional de Planeación –DNP– presentó el programa de investigaciones al CONPES y decidió apoyar la creación de Ceniagua como una entidad de carácter mixto y en la que el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura –INPA– se asoció por parte del Estado.

Posteriormente esta decisión de apoyo al sector se orientó a través de Colciencias que, a través de Ceniagua, fomentó y apoyó investigaciones que le permitieron al sector disponer de herra-

mientas que mejoraron el manejo y la productividad de la camaricultura.

En el año 1993 se reportó en Ecuador, en la región del Taura, altas mortalidades que diezmaron la población de camarones debido a un virus que se conoció más tarde como el virus del Taura –TSV–. De esta forma hace su aparición la primera de las enfermedades que tiene incidencia significativa en los resultados de la producción industrial camaronera en América. En poco tiempo este virus se desplaza a aguas del Pacífico colombiano afectando la producción hasta en un 50% con res-

Fotografías de este artículo: cortesía Ceniagua



pecto a niveles que se estaban logrando. Así mismo, el Caribe colombiano, en el que en ese entonces se necesitaba de la importación de nauplios y larvas del Pacífico para poder producir, fue afectado por esta enfermedad y las producciones, que para el año de 1994 alcanzaron su máximo nivel, cayeron estrepitosamente a niveles de 50% en el año 1995. (Ver cuadro 1). Indudablemente fueron años muy difíciles para un sector que estaba muy lejos de estar consolidado y todavía en una situación económica en donde el endeudamiento financiero tomaba una parte muy significativa de los egresos.

El sector decidió que Ceniagua dedicara todos sus esfuerzos a encontrar la solución científica que le permitiera tener respuesta a esta amenaza de las enfermedades. Con el tiempo este era un problema que se repetiría con más frecuencia de lo que en ese momento se visualizaba.

Simultáneamente, con fines de independizar el cultivo de larvas de camarón de la importación de nauplios de los países del Pacífico, el sector industrial del Caribe colombiano decidió comenzar un programa de maduración de camarones, es decir, crecer los camarones en las fincas hasta un tamaño de madurez sexual y lograr la pro-

creación produciendo a su vez los nauplios y las larvas requeridas. Este programa tuvo éxito y permitió a la industria tomar la decisión de cerrar la importación de las larvas de camarón, autoabasteciéndose plenamente desde finales de 1997.

En el transcurso de este proceso de cría de padrotes, que se comenzó en las fincas y que inicialmente se reprodujeron en el laboratorio de Ceniagua, se observó que la selección de los individuos sobrevivientes al TSV mejoraba a su vez, en cada nueva generación, los resultados de sobrevivencia, lo cual indicaba que se estaba efectuando, en la práctica, una selección de los

Año	Hectáreas Espejo de agua	Crecimiento porcentual %/año	Producción decamarón kilos	Crecimiento porcentual %/año	Exportación de camarón dólares	Crecimiento porcentual %/año
1985	300	0,00%	122.167	0,00%	599.738	0,00%
1986	438	46,00%	250.349	104,92%	1.009.000	68,24%
1987	1.310	199,09%	535.340	113,84%	2.410.056	138,86%
1988	1.714	30,84%	1.282.353	139,54%	7.040.478	192,13%
1989	2.022	17,97%	2.973.00	131,84%	16.015.000	127,47%
1990	2.535	25,37%	6.009.004	102,12%	30.783.766	92,22%
1991	2.778	9,59%	6.222.724	3,56%	30.198.516	-1,90%
1992	2.636	-5,11%	6.302.310	1,28%	25.675.690	-14,98%
1993	2.868	8,80%	6.631.400	5,22%	30.520.000	18,87%
1994	3.140	9,48%	8.431.400	27,14%	53.900.000	76,61%
1994	3.187	1,50%	8.000.000	-5,12%	33.482.000	-37,88%
1996	3.436	7,81%	7.017.900	-12,28%	36.207.239	8,14%
1997	2.690	-21,71%	6.784.972	-3,32%	45.915.487	26,81%
1998	2.690	0,00%	7.858.259	15,82%	52.833.189	15,07%
1999	2.875	6,88%	9.227.536	17,42%	53.396.818	1,07%
2000 (E)	3.115	8,35%	10.042.999	8,84%	61.868.055	15,86%

Cuadro 1.
Evolución histórica de la industria Camaricultora.

animales más resistentes al virus del Taura. Esta selección, que en genética se conoce como selección masal, produjo en las siguientes generaciones animales más resistentes al virus y permitió más tarde el desarrollo de una línea que se conoce como “Variedad Colombia” cuya característica es una alta resistencia al mencionado virus.

Para el desarrollo de estas investigaciones se contó nuevamente con el apoyo de Colciencias, Proexport y el Ministerio de Agricultura. El éxito de este proyecto que comenzó en una forma empírica, le ha permitido al sector industrial volver a los mismos niveles de producción del año 1994 (Ver gráfica 1).

Además de lo anterior, lo más importante fue que fomentó la iniciativa de comenzar un proyecto de selección ge-

nética en Ceniagua, entidad que durante el transcurso del anterior periodo estuvo permanentemente colaborando en la parte técnica y en la producción y entrega de nauplios a los laboratorios de producción de larvas para a su vez entregarlas a las fincas y cerrar por completo el ciclo que independizaba definitivamente al país de traer larvas de otras partes.

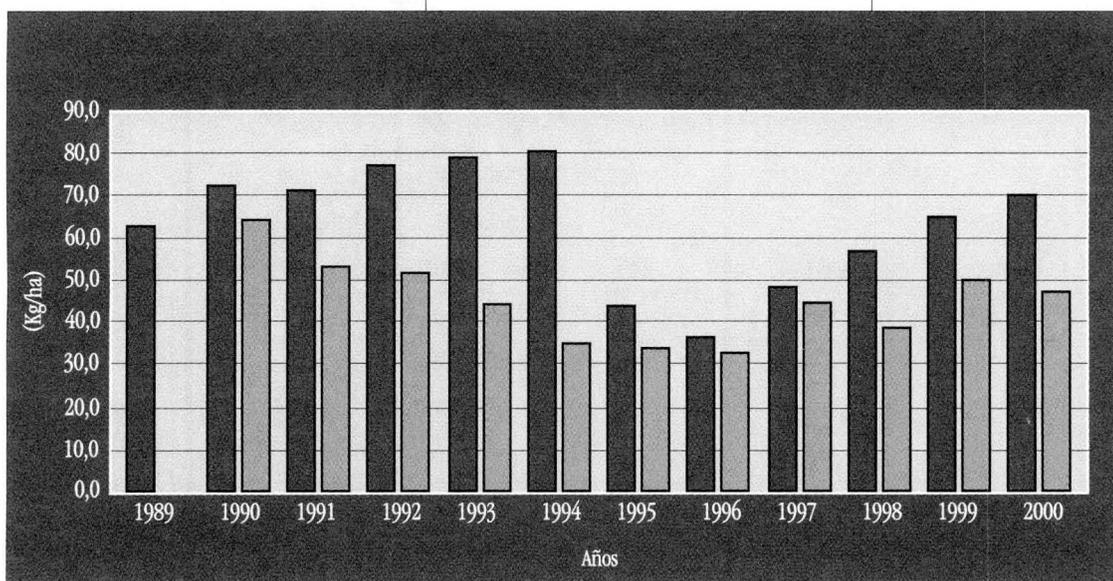
Este proyecto en el área de la genética se conformó con la intención de generar líneas diferentes a las salvajes, que fueran resultado de una selección de los camarones más resistentes a las principales enfermedades, propias de nuestro hábitat natural, y así ofrecer siempre una respuesta al sector industrial con cepas de camarones más resistentes a las principales enfermedades y virus que afectan al los camarones de cultivo.

Con esta directriz, en el año 1997 se firmó un contrato para obtener la asesoría del grupo Noruego Institute of Aquaculture Research –AKVAFORSK– que es el equivalente al Ceniagua en Noruega, entidad que bajo la dirección del profesor Trygve Gjedrem desarrolló el programa genético del salmón en Noruega siendo éste, el primero y más importante resultado de la genética cuantitativa aplicada a la acuicultura en el mundo. Noruega es hoy el primer productor mundial de salmón y esta producción es casi en su totalidad obtenida de salmón cultivado y trabajado genéticamente.

Ceniagua

El Centro de Investigación de la Acuicultura en Colombia –Ceniagua– ac-

■ Costa Atlántica
 ■ Costa Pacífica



Gráfica 1. Comportamiento del porcentaje de sobrevivencia durante el período 1989-2000 en la Costa Atlántica y la Costa Pacífica Colombiana

tualmente cuenta con sedes dotadas y equipadas con completo y sofisticado laboratorio de diagnóstico e investigación en Punta Canoas, en el Atlántico, y en Tumaco, en el Pacífico. Adelanta 18 proyectos de investigación comprendidos en cinco grandes áreas:

1. **Programa de reproducción de camarones y producción de semilla en ciclo cerrado para el abastecimiento del sector en sus necesidades de semilla.** Programa permanente de carácter sectorial con el que se definen acciones de carácter científico y tecnológico cuyos resultados se transfieren de forma integral a las empresas.
2. **Programa de mejoramiento genético de la especie *Litopenaeus vannamei*, a través de la selección genética familiar e individual** (Variedad Colombia).
3. **Desarrollo tecnológico y científico para la protección a nuevas enfermedades del camarón marino *Litopenaeus vannamei*.** Programa de diagnóstico, prevención, manejo y control de enfermedades del camarón cultivado en Colombia. Este programa también incluye la protección del material genético, dietas bioseguras, resistencia y tolerancia a los virus del camarón.
4. **Programa ambiental hacia la producción limpia, sostenible y biosegura.**
5. **Programa de diversificación de la maricultura.** Reproducción y cultivo de especies pesqueras marinas, pargo palmero, *Lutjanus analis* y mero guasa del género *Epinephelus*.

Dentro de estos grandes programas sectoriales se adelantan a su vez proyectos

asociados como son: marcación genética y criopreservación para el montaje de un banco de germoplasma desde el cual se proyecte la seguridad de las futuras producciones; investigaciones en resistencia del camarón a las enfermedades virales, actualmente al TSV y al virus del White Spot. También se han adoptado diferentes técnicas de diagnóstico como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), hibridación *in situ*, *dot blot*, histopatología, valorización de parámetros inmunes como los hemocitos, actividad fagocítica, tiempo de coagulación y cultivos microbiológicos tradicionales.

El Programa de Mejoramiento Genético de la especie es indudablemente el programa base y es el fundamento y proyección de Geniacua hacia el futuro al convertirse esta actividad en una de producción de líneas genéticas mejoradas que cada año estarán en capacidad de proporcionarle al sector industrial camaronero nacional, y en un futuro muy próximo al sector internacional, una nueva línea genéticamente mejorada en crecimiento y resistencia a las enfermedades.

Este programa se inició con la selección de reproductores de diferentes orígenes tales como Panamá, Hawaii, Venezuela, Ecuador, Perú y el desarrollo de cruces entre ellos produciendo hermanos y medios hermanos mediante inseminación artificial con el fin de poder evaluar los parámetros genéticos y al mismo tiempo

mantener una alta variabilidad genética.

El comportamiento de cada lote es evaluado de acuerdo a los siguientes parámetros: peso promedio del camarón en la cosecha, sobrevivencia en piscina, prueba de desafío a patógenos y correlaciones estadísticas derivadas de estos parámetros. De cada lote se identifican las mejores familias al mismo tiempo que se seleccionan los mejores individuos con el fin de emplearlos como reproductores en la formación de nuevos lotes. Con base en el análisis estadístico de los parámetros evaluados y con la utilización de un software diseñado especialmente para este efecto por Akvaforsk, se ha ido concluyendo lo siguiente:

- Existe una variación genética aditiva para las características de peso en cosecha y sobrevivencia en piscina y estos dos parámetros se correlacionan positivamente, es decir, a mayor sobrevivencia mayor peso de cosecha y viceversa. No se ha encontrado un efecto significativo del ambiente sobre la expresión genotípica del individuo.





EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ACUICULTURA EN COLOMBIA –CENIACUA– ACTUALMENTE CUENTA CON SEDES DOTADAS Y EQUIPADAS CON COMPLETO Y SOFISTICADO LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO E INVESTIGACIÓN EN PUNTA CANOAS, EN EL ATLÁNTICO, Y EN TUMACO, EN EL PACÍFICO.

- Hasta el momento se han producido cinco lotes (definidos como grupos de familia), los tres primeros de poblaciones bases conformadas por los cruces entre los reproductores de diferentes orígenes de países mencionados. A partir del lote cuatro se produce con reproductores seleccionados de los lotes uno, dos y tres.

A partir del lote tres que se inició en febrero de 1999 y debido a la aparición del virus de la mácula blanca (WSVS) se introdujo este nuevo parámetro en las pruebas de desafío, adicional a las pruebas de desafío del virus del Taura (TSV). En esta prueba fueron infectados experimentalmente sesenta animales de cada familia

(70 familias). Los resultados mostraron un amplio rango de sobrevivencia 0-52%, ocho familias con porcentajes mayores del 25% y 10 familias con sobrevivencias del 0%. Estos valores sugieren que la resistencia a infección por WSVS puede estar mediada por factores genéticos.

Al igual que los lotes uno y dos se encontró una correlación positiva entre el peso de cosecha y la sobrevivencia en piscina, y además fue encontrada una correlación entre el peso de cosecha y sobrevivencia al WSVS lo que sugiere que se pueden seleccionar estas dos características simultáneamente.

- De forma previa y en actual desarrollo se implementó un programa de selección masal basada en el empleo, como reproductores, de los animales sobrevivientes a la infección. Con esta estrategia se pretende enriquecer, en un banco genético, él o los genes recesivos que confieran la resistencia a la infección por el virus. Este programa de selección se ha llevado a cabo con los animales sobrevivientes a la epidemia del WSVS que tiene una de las fincas del Pacífico, y con los animales sobrevivientes a la prueba de desafío.
- En la actualidad se está evaluando la progenie proveniente de estos cruces sobrevivientes para los parámetros de sobrevivencias en piscina y resistencia al WSVS.
- Así mismo en las diferentes fincas se encuentran creciendo los primeros padrotes para la producción de nauplios y larvas a partir de la cual se espera mejores crecimientos y sobrevivencias comparativamente a las líneas de selección masal que se han venido utilizando por la industria.

Las nuevas actividades acometidas han reportado sus frutos. La Costa Atlántica se encuentra en expansión y produciendo exitosamente y se encuentra libre de la enfermedad WSVS que ha diezmando la producción de camarones del Pacífico americano. Esta situación se refleja en la producción de camarón que pasó de 6.785 toneladas en 1997 a 9.228 ton en 1999 no obstante la menor área en hectáreas sembradas en el país significando una recuperación del 36%. La producción de semilla se incrementó significativamente terminando la incertidumbre y el riesgo de anteriores épocas en la que era incierta e irregular su obtención. Similares indicadores arrojan las exportaciones, la productividad promedio por hectáreas y la rentabilidad de las empresas. Merece destacarse aquí que las empresas del Pacífico, no obstante su actual crisis de producción, continúan activas, confiadas y algunas de ellas proyectan expandirse.

Son múltiples los indicadores utilizados para medir el impacto de la investigación adelantada por Ceniagua. Adicionalmente al incremento de la producción de las fincas, y debido a la alta calidad de las larvas, fruto de la selección masiva (individual) que les confirió mejor resistencia al virus del Taura (TSV), se generó una demanda de éstas en los países vecinos lo cual ha permitido exportaciones en 1999 por US\$ 550.000 y en lo que va corrido del año 2000, hasta el mes de agosto por \$2.311.071. Se estima un potencial cercano a los US\$6.000.000 anuales.

Si cuantificamos la diferencia en kilos producidos en las fincas, como resultado del aumento en sobrevivencia y productividad entre 1997 a 1999, tenemos que esta diferencia representa 2.443

toneladas adicionales en solo un año (9.228 - 6785). Asumiendo que el kilo promedio se vendió en 1997 a US\$6, nos daría que esta ventaja en la producción, fruto de la investigación y la tecnología representó US\$14.6 millones de mayor venta para las compañías.

La fe que la industria ha puesto en la ciencia y la tecnología se manifiesta en la decisión de invertir en ella, no solo por el resultado representado en las cifras de crecimiento y mayor producción sino porque además se ha visto que la inversión del sector privado en ciencia y tecnología es un

motor para generar confianza en los organismos y entidades del estado relacionadas con ciencia y tecnología, con el sector productivo agropecuario, con el sector de modernización, capacitación, formación profesional y con el sector exportador.

Del total de recursos invertidos en CENIACUA para investigación el 58% ha sido aportado por el sector y la diferencia por las entidades cofinancadoras estatales. De estos recursos el 88.37% se ha destinado a la investigación y el 11.3% a gastos de funcionamiento y administrativos. ■



■
DE CADA LOTE SE IDENTIFICAN LAS MEJORES FAMILIAS AL MISMO TIEMPO QUE SE SELECCIONAN LOS MEJORES INDIVIDUOS CON EL FIN DE EMPLEARLOS COMO REPRODUCTORES EN LA FORMACIÓN DE NUEVOS LOTES

