estudios en laboratorio sobre el número crítico de animales detonante de la epidemia o tamaño de la población límite; experimentos en el campo con un número adecuado de réplicas (parcelas y/o piscinas) y combinaciones de tamaño de parcela y densidad de siembra para determinar si piscinas completamente parceladas tienen un efecto positivo sobre la supervivencia con respecto a piscinas no parceladas y; estudios sobre la viabilidad económica de esta estrategia.

Foto. *Vista panorámica del sistema de parcelación una piscina camaronera*

Es importante destacar que el experimento fue realizado en condiciones favorables de temperatura (época cálida). Al momento, se está corriendo una segunda fase, en la época climatológica fría.

A pesar que los niveles de producción esperados en esta nueva etapa serían menores a los encontrados durante la época cálida, la hipótesis es encontrar nuevamente diferencias significativas en las supervivencias y rendimientos entre los dos tipos de parcelas aun bajo condiciones climatológicas desfavorables. En adición, se pretende determinar las prevalencias de WSSV antes y después de un brote en las parcelas grandes y pequeñas.

Referencia

Wu, J.L., Namikoshi, A., Nishizawa, T., Mushiake, K., Teruya, K., Muroga, K., 2001. Effects of shrimp density on transmission of penaeid acute viremia in Penaeus japonicus by cannibalism and the waterborne route. Diseases of Aquatic Organisms. Vol. 47: 129-135.

POSIBILIDADES DE DIVERSIFICACIÓN EN LA ACUICULTURA ECUATORIANA

Enrique Blacio Game, M. Sc.
Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM)

ANTECEDENTES

Debido a los problemas actuales que enfrenta la industria del cultivo del camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en el país, especialmente la aparición de enfermedades tales como el Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV), es necesario buscar alternativas viables de producción para acuicultura. El Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM) ha estado trabajando desde 1991 en la identificación e investigación de especies para la diversificación de la acuicultura con énfasis en peces y moluscos marinos, iniciando las actividades con lenguado (*Paralichthys woolmani*), robalo (*Centropomus nigrescens*) y ostra japonesa (*Crassostrea gigas*), logrando con el primero de ellos producir alrededor de 130 lotes de semilla entre 1994 y 1997. Los resultados con robalo no han sido tan halagadores, a pesar de que en 1997 se logró el primer desove inducido a base de tratamiento hormonal. En cuanto a ostra japonesa, la tecnología fue obtenida y transferida al sector productor, y el laboratorio de cultivo de moluscos enfocó seguidamente sus actividades hacia el scallop (*Argopecten circularis*), también llamado concha abanico o concha blanca, especie nativa de aguas ecuatorianas. El trabajo de CENAIM con peces se vio interrumpido en 1998 por razones de financiamiento, pero es necesario proseguir investigando esta área para aplicaciones futuras a corto y mediano plazo. El trabajo con moluscos sigue adelante, en gran parte con la puesta a punto de técnicas para cultivo de scallops y con nuevos proyectos.

En Ecuador existe la posibilidad de estudiar algunas de las especies marinas nativas para incorporarlas a la producción acuícola, en algunos casos haciendo uso de la infraestructura ya existente con alteraciones mínimas, y en otros casos utilizando técnicas e implementos para maricultura, tales como jaulas flotantes o líneas submarinas para cultivo. En lo referente al uso de peces marinos para producción acuícola, existen algunas especies nativas cuyo potencial debe ser estudiado, tanto para producción alimenticia como para producción de peces ornamentales. Existe una variedad de especies que se podrían adaptar a cultivo en ambientes tan diversos como jaulas, tanques interiores y piscinas de granjas camaroneras. En el caso de los moluscos, se tiene ya establecida la técnica para la producción de ostra japonesa y scallop, con la producción de semilla en laboratorio y el engorde que se puede llevar a cabo en piscina camaronera (especialmente en época seca y camaroneras con alta salinidad) o en mar abierto. Actualmente se investiga sobre la posibilidad de reproducir la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) en cautiverio y sobre la producción de medias perlas y perlas esféricas a partir de las ostras perleras nativas (*Pinctada mazatlanica*).

PISCICULTURA MARINA

En cuanto a piscicultura marina, especies nativas que pueden considerarse son: lenguado, robalo, huayaipe (*Seriola mazatlana*), pámpano (varias especies del género *Trachinotus)*, pargo (especies del género Lutjanus), lisa (*Mugil cephalus*, *Mugil curema*), chame (*Dormitator latifrons*), mojarra (*Diapterus peruvianis*) y teniente o roncador (*Anisotremus pacifici*) y los peces ornamentales, de estos últimos, particularmente los peces ángel. De estas especies mencionadas, las cinco primeras son carnívoras que normalmente obtienen precios altos por unidad de peso en el mercado nacional e internacional. Las cuatro siguientes son especies que se alimentan en una posición baja en la cadena trófica (herbívoras, fitófagas o removedoras de fondo), y las ganancias se pudieran obtener en base al volumen de producción y no al precio por unidad de peso, mucho más bajo comparado a las cuatro especies anteriores. El caso de los peces ornamentales es especial, pues se trata de un mercado que valora los animales por unidad, obteniendo precios unitarios altos dependiendo de la especie y de su tamaño.

El lenguado ha sido estudiado en el CENAIM y se tiene la tecnología para la producción de semilla en laboratorio. La fase de engorde ha presentado el inconveniente de que el pez crece muy lento, y se lo ha relacionado con las altas temperaturas del agua. Es necesario investigar sobre factores que permitan acelerar el crecimiento, ya sea mediante el mejoramiento de las dietas para engorde o técnicas para el cultivo de estos peces en agua fría (jaulas sumergidas, cultivos de fondo, cultivos en camaroneras de fondo duro en la época de verano). Robalo y pámpano son peces carnívoros que pueden adaptarse a actividades de cultivo en piscinas excavadas, convirtiéndose en alternativas a explorar para la incorporación a la producción de espejo de agua de camaroneras que se encuentren inactivas, con las limitaciones técnicas de los rangos de salinidad que aceptan las especies. Las investigaciones realizadas anteriormente con robalo han permitido definir que existen dificultades en cuanto a la inducción a desove en cautiverio, por lo que no es posible todavía la obtención de semilla en laboratorio. Con pámpano es necesario iniciar investigaciones para determinar en qué condiciones de cautiverio se realizan desoves.

Huayaipe y pargo (y también el pámpano, que presenta dualidad en cuanto a medio de cultivo) son necesariamente cultivados en jaulas en el medio marino y alimentados intensivamente (alimento de alto contenido de proteína animal). De éstos, el huayaipe ya está adaptado al cautiverio, y existen al presente inconvenientes en la fase de larvicultura que hay que superar mediante experimentación para poder aumentar la producción en esta fase.

El grupo de herbívoros conformado por lisa, mojarra y teniente tienen una estrategia de alimentación muy parecida, alimentándose bajo en la cadena trófica (producción natural), por lo que pueden ser mantenidas en piscinas con régimen de fertilización para aumentar la producción de alimento natural. No tenemos información que permita asegurar si estos peces aceptan alimento suplementario, a excepción de la lisa, la cual solamente se alimenta de producción natural (zooplancton en su etapa juvenil y fitoplancton y organismos del fondo en edad adulta) y no acepta alimentos balanceados. De este grupo, la lisa ha sido estudiada y ha habido producción en países como Rusia, Italia e Israel. Tecnologías desarrolladas en estos estudios pueden aplicarse con sus variaciones para las especies nativas ecuatorianas.

El chame es un pez eurihalino, por lo que lo encontramos tanto en ambientes de agua dulce como de agua salobre a salada. Es una especie que consume algas microscópicas, zooplancton, restos de vegetales macroscópicos, detritus y restos de insectos. La inducción a reproducción en cautiverio de este pez también ha sido investigada, presentando dificultades para su control total, a diferencia de lo que sucede en el ambiente natural, donde el pez madura y se reproduce sin inconvenientes en charcas o pozas (lagunas de tamaño pequeño), por lo que la producción de semilla puede hacerse inicialmente en base a producción natural en piscinas de reproducción de 0.1 a 0.2 hectáreas y con cosechas parciales, hasta que las investigaciones de laboratorio puedan asegurar un abastecimiento estable de semilla.

Los peces ornamentales por lo general se alimentan con organismos que se encuentran en las zonas de arrecife: algas bentónicas, pequeños crustáceos, zooplancton, peces pequeños, por lo que la mayoría se puede considerar como especies carnívoras. En el mercado existen alimentos especiales para estos peces, formulados con adición de pigmentos para mejorar sus colores naturales. La reproducción en cautiverio de estos peces es un proceso del cual no se conoce mucho y que ha sido lograda para muy pocas especies alrededor del mundo.

CULTIVO DE MOLUSCOS

El cultivo de moluscos puede ser llevado a cabo con especies nativas al igual que con especies introducidas con potencial probado, tanto en lo técnico como en lo económico.

Para el caso de las especies nativas, se desarrolló el proyecto de cultivo de scallops, logrando cerrar el ciclo en cautiverio, producir semilla, juveniles y finalizar el engorde con diferentes estrategias para cultivo en mar abierto y para cultivo en piscinas camaroneras. La tecnología para la producción de este molusco está disponible al sector acuícola.

En desarrollo están estudios tendentes a obtener las técnicas completas para el manejo de dos especies adicionales, las ostras perleras o madre perlas y las conchas prietas. La primera de ellas tiene un gran potencial por la producción de perlas, que obtienen altos valores por unidad en el mercado internacional, dependiendo de su calidad. La segunda especie tiene un gran consumo interno, pero debido a sus características de ciclo de vida, no es una especie objetivo para acuicultura sino más bien para actividades de repoblación, con lo cual se puede garantizar una recuperación del recurso, que actualmente se encuentra altamente explotado, lo cual se puede apreciar por los pequeños tamaños promedio de los ejemplares que son cosechados en el medio natural (zonas de manglar).

En cuanto a especies introducidas, se cuenta con la tecnología para llevar a cabo maduración, desoves, larvicultura, precría y engorde de ostra japonesa (también llamada ostra del Pacífico), en ambos sistemas de cultivo, mar abierto y en piscinas de granjas camaroneras. La especie, originaria de Japón, ha sido introducida a varias partes del mundo, entre ellas, Chile, Brasil, México y Ecuador. CENAIM tiene definidos los protocolos necesarios para el desarrollo de este cultivo.

OPCIONES DISPONIBLES PARA DIVERSIFICACION.

Si lo que se busca es una opción de cultivo para **piscinas de granjas camaroneras**, dependiendo de los parámetros del agua (especialmente salinidad), las opciones inmediatas se concretan a dos especies de peces y dos de moluscos, y con todas ellas es técnicamente factible realizar policultivo con camarón. En cuanto a peces, las especies son tilapia, de la cual se ha investigado mucho y en Ecuador ha alcanzado un gran desarrollo, y chame, puesto que el animal puede frezar en piscinas y de esta forma se puede obtener semilla, y por sus características puede aplicarse fácilmente a policultivo con camarón. En cuanto a moluscos, la selección debe ser hecha entre scallops y ostra japonesa, si se tienen piscinas que cumplan con los requerimientos de la especie seleccionada.

Para el caso de trabajar con animales destinados a **maricultura**, la cual es una opción de mediano plazo, ya sea colocando los sistemas de jaulas en zonas protegidas o determinadas en el mar o instalándolas en canales reservorios amplios de granjas camaroneras cercanas al litoral, la mejor opción en cuanto a peces sería el cultivo de huayaipe porque es una especie que obtiene precios relativamente altos en el mercado internacional y por la existencia de parte de la tecnología necesaria, que sólo requeriría de afinamiento en las etapas de larvicultura (para mejorar la tasa de supervivencia) y de juvenil (para eliminar los problemas de canibalismo). Posteriormente puede pensarse en pámpano y en pargo, con el inconveniente en estos casos que, nuevamente, la tecnología de reproducción inducida no está establecida o no ha sido transferida desde otros lugares en los cuales ya se ha trabajados con ellos.

Como ya se mencionó antes, para el caso de los moluscos, en un esquema de maricultura (construcción de sistemas de cultivo suspendidos en el mar) una de las opciones disponibles son las ostras perleras, con las cuales se puede iniciar en producción de medias perlas y posteriormente perlas esféricas. En un lapso aproximado de dos años se podrán aplicar las investigaciones para la reproducción y larvicultura en el laboratorio y luego la cría de los ejemplares en líneas submarinas. En maricultura puede incursionarse también con scallops y con ostra japonesa, que son tecnologías ya obtenidas, bajo el sistema de long lines con linternas, con la ventaja de poder hacer cultivos continuos durante todo el año, sin depender de la estación lluviosa o seca como en las camaroneras.

ZONIFICACION DE LA DIVERSIFICACION ACUICOLA

De acuerdo a la información que CENAIM ha obtenido de las diferentes partes del país en las cuales se ha realizado muestreos y visitas técnicas, se ha podido elaborar mapas que indican dónde sería factible aplicar cultivos de especies no tradicionales bajo el esquema de usar piscinas de camaroneras o como actividad de maricultura.

En cuanto a la utilización de piscinas camaroneras, una parte del sector acuícola ya las están utilizando para el cultivo de peces, en este caso, tilapia híbrida (roja), como monocultivo o adicional a camarón, especialmente en la provincia del Guayas, en la zona de Taura. Piscinas de esta zona pueden ser también utilizadas para la cría de chame, obteniendo la semilla necesaria usando piscinas de reproducción. La cría de chame en piscinas puede hacerse en las restantes provincias de la costa ya que esta especie está disponible desde El Oro hasta Esmeraldas.

La cria de scallops y ostra japonesa en piscinas camaroneras está limitada hasta cierto punto por las características de la piscina y más importante, por la estación lluviosa, ya que estas dos especies no soportan cambios bruscos en la salinidad que pueden darse con el inicio de las lluvias. Una opción es usar sistemas de mesas de madera o líneas de nylon para suspender los organismos de cultivo dentro de las piscinas. En el caso del cultivo de scallops, existe la posibilidad de sembrar los animales directamente en el fondo de la piscina, lo cual es un método más económico por lo que no implica la construcción de pearl nets o cajas para cultivo, pero depende de la dureza del fondo, necesitándose un alto contenido de arena (sobre el 40%) en el mismo. La siembra debe hacerse con semilla de 12 mm o más, y la cosecha es manual.

Una opción que debe ser explorada es la posibilidad de producción de Artemia en piscinas, ya sea a nivel de quistes o de biomasa. Existen zonas en la provincia del Guayas que están dedicadas a la producción de sal en las cuales hay la presencia de Artemia. Debe explorarse la factibilidad de la producción controlada en unidades pequeñas (0.1 hectáreas), como

Mapa para diversificación de la acuicultura bajo el esquema de cultivo en piscinas.

Mapa para diversificación de la acuicultura bajo el esquema de cultivo en mar abierto.

complemento a las actividades de laboratorio de larvas de camarón o para productos de exportación.

En cuanto a maricultura como una opción para diversificar, se deben localizar zonas de la costa en que se den las condiciones necesarias para la colocación de jaulas o líneas submarinas. Estas son básicamente, protección contra corrientes y oleaje muy fuertes, y a la vez posibilidad de remoción de desechos (sólidos suspendidos). Podemos encontrar opciones para esta actividad en las zonas de Ayangue, Palmar, Salango, Puerto López, Bahía de Caráquez, Manta, Muisne. Es necesario localizar otros sitios que permitan la instalación segura de sistemas de maricultura.

Las especies que podemos aplicar inmediatamente a actividades de maricultura son scallops, ostra japonesa y ostra perlera en cuanto a producción de medias perlas. Para el caso de los dos primeros moluscos, existe la tecnología para la producción de semilla en el laboratorio. Para el caso de las ostras perleras, hasta que esta tecnología sea obtenida, se puede iniciar con la siembra de ejemplares adultos con núcleos semiesféricos para la producción de medias perlas o mabes. En el caso de peces, la especie más opcionada es el huayaipe, pero como se dijo anteriormente, la producción de semilla tiene todavía el inconveniente de producciones muy bajas en la fase de larvicultura.

***Tabla 1.** Cuadros Comparativos de Especies de Peces Aplicables a Acuicultura Marina.*

Aspecto Tecnológico

↓ Aspecto / Especies →	Robalo	Huayaipe	Pargo	Pámpano	Lisa
Obtención de reproductores	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Maduración y desove	✓	✓✓✓	✓✓	?	✓✓
Larvicultura	✓	✓✓ (1)	?	?	✓✓✓
Precría	✓	✓✓ (2)	?	?	✓✓✓
Engorde	?	✓✓✓	?	✓✓✓	✓✓✓✓
Cultivo en jaulas/tanques	✓	✓	✓	✓	✓
Cultivo en piscina	✓	N/A	N/A	✓	✓

(1) Problemas en esta fase evitan obtener supervivencias mayores al 1%.
(2) Problemas en esta fase con canibalismo.

↓ Aspecto / Especies →	Lenguado	Mojana	Chame	Teniente	Peces ornamentales
Obtención de reproductores	✓✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Maduración y desove	✓✓✓✓	?	✓	?	?
Larvicultura	✓✓✓	?	✓	?	?
Precría	✓✓✓	?	✓✓	?	?
Engorde	✓ (1)	?	✓✓✓	?	✓✓✓
Cultivo en jaulas/tanques	✓	?	✓	?	✓
Cultivo en piscina	?	✓	✓	✓	N/A

(1) El engorde no es factible a temperaturas elevadas en el medio; se necesita alrededor de 20 a 22 grados centígrados.

Aspecto Económico

↓ Aspecto / Especies →	Robalo	Huayaipe	Pargo	Pámpano	Lisa
Tecnología completa	✓	✓✓✓	✓✓	✓	✓✓✓
Tiempo en obtener tecnología completa (años)	>3	1-2	2-3	2-3	1-2
Precios de mercado (rangos)	Mercado nacional, alrededor de USD 2-3 libra	Tokyo (fresh, junio del 2000), 9,02-17.09/kilo para peces de 1 a 2 kilos Miami, USD 4,00/lb frescos y enteros	3.05-3.55/lb filete, Fulton, NY	Philadelphia USD 5-6 lb. (2002)	Mercado nacional alrededor de USD 1.00-2.00 libra
Mercado externo	✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓
Mercado Interno	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
Perspectiva general	✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓

↓ Aspecto / Especies →	Lenguado	Mojana	Chame	Teniente	Peces ornamentales
Tecnología completa	✓✓✓	✓	✓✓✓	✓	✓
Tiempo en obtener tecnología completa (años)	1-2	2-3	1-2	2-3	1-2
Precios de mercado (rangos)	1.5-3.5/lb (NY fresh) 1.25-3/lb (Boston) 6-17/lb (Tokyo fresh)	Mercado nacional, alrededor de USD 0.50-1.00 libra	Mercado nacional, alrededor de USD 0.50-1.00 libra	Mercado nacional, alrededor de USD 0.50-1.00 libra	Variable dependiendo de especie, USD 10 a 150 por unidad
Mercado externo	✓✓✓	✓	✓✓	✓	✓✓✓✓
Mercado Interno	✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓	✓
Perspectiva general	✓✓✓	✓	✓✓✓	✓	✓✓✓

***Tabla 2.** Cuadros Comparativos de Especies de Moluscos Aplicables a Acuicultura Marina.*

Aspectos Técnicos

↓ Aspecto / Especies →	Ostra Japonesa	Scallop	Ostra Perlera	Concha Prieta
Obtención de reproductores	✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓✓
Maduración y desove	✓✓✓	✓✓✓	?	?
Larvicultura	✓✓✓	✓✓✓	?	?
Precría	✓✓✓	✓✓✓	?	?
Engorde	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓
Cultivo en mar abierto	✓	✓	✓	N/A
Cultivo en piscina/manglar	✓	✓	N/A	✓

Aspectos Económicos

↓ Aspecto / Especies →	Ostra Japonesa	Scallop	Ostra Perlera	Concha Prieta
Tecnología completa	✓✓✓	✓✓✓	✓	✓
Tiempo en obtener tecnología completa (años)	<1	<1	2-3	2-3
Precios de mercado (rangos)	?	Mercado nacional, USD 1,50/docena (CENAIM) Louisiana (bay), USD 34 por cont. 8lb.	Mabes, USD 15-10/unid Perlas enteras, USD 50-500/unid	Mercado nacional, USD 4-7 por 100 unidades
Mercado externo	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓
Mercado Interno	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓✓✓
Perspectiva general	✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓