

CULTIVO DE CRUSTACEOS : LANGOSTINO

José M^a San Feliu

Hace bastantes años, el Profesor de la Facultad de Ciencias de Marsella y director de la Estación Marítima d'Endoume, Dr. Pérès, decía en una conferencia que todos sabemos que aproximadamente el 71% de la superficie de nuestro planeta es agua y sólomente el 29% es tierra. Un observador celeste podría llamar a nuestro planeta "la mar", sobre todo si lo viera desde la vertical del polo Sur, sin embargo nosotros le llamamos "la Tierra"

Es preciso que el hombre vuelva sus ojos hacia el mar y aproveche los grandes recursos que hay en él. En la actualidad, los paisajes de la Luna nos son muy familiares, por el contrario la inmensa mayoría de las regiones submarinas, ocultas a nuestros ojos, son prácticamente desconocidas para el hombre.

Por suerte los esfuerzos humanos por llegar a conocer el mar y aprovechar mejor sus recursos se están multiplicando día a día. !Pero qué poco se deja descubrir el mar!. Es un medio hostil a la vida del hombre aunque le favorezca en

muchos aspectos y es por ello que debemos intentar aumentar nuestros conocimientos físicos, químicos y biológicos para incrementar el desarrollo de las poblaciones de moluscos, crustáceos y peces, bien en el mar libre, aplicando medidas encaminadas a aumentar la producción o bien en enclaves más o menos cerrados como las granjas marinas, donde se practica la cría artificial de ciertas especies.

Hasta hace algunas decenas de años, el hombre venía explotando el mar de una forma similar a como nuestros antepasados ejercían la caza en tierra, pero al igual que en tierra, el hombre ha sustituido la caza por la ganadería y la simple recolección de alimentos por la agricultura, también actualmente está intentando aumentar la producción pesquera mediante diversas técnicas.

Está fuera de toda duda, que existen numerosas regiones de nuestras aguas marinas en que las actividades humanas han conducido a una peligrosa disminución de los stocks de peces, que repercuten sobre el rendimiento de nuestras industrias pesqueras. La prueba de que son las actividades humanas las responsables del empobrecimiento de ciertos stocks de moluscos, crustáceos y peces comestibles, ha sido claramente demostrado por las observaciones efectuadas con ocasión de diversas guerras, a lo largo de las cuales la actividad pesquera ha sido prácticamente nula y los stocks de moluscos, crustáceos y peces han aumentado de forma considerable.

En nuestras costas existe una sobreexplotación por lo que los rendimientos pesqueros son bajos. El problema se agrava si a la sobrepesca le unimos la creciente contaminación de las aguas marinas en determinadas zonas.

Indiquemos, en principio, que es posible incrementar el desarrollo de los stocks de ciertas especies de moluscos, crustáceos y peces, proporcionándoles determinados abrigos o refugios. Esta técnica ha sido empleada en el Japón desde hace mucho tiempo, estableciendo arrecifes artificiales por medio de bloques de hormigón o utilizando automóviles viejos. Los arrecifes artificiales de hormigón son los más estables y los más sólidos, pero son pesados y tienen el problema de que hay que hacer primero un estudio de los

fondos, para evitar situarlos en zonas fangosas en los que se enterrarían. También se han utilizado a menudo, aunque sean menos duraderos, y éste es su principal inconveniente, montones de coches antiguos, soldados previamente los unos a los otros para que no sean fácilmente dispersados. Parece que en estos arrecifes, hechos de viejos coches, la fauna y flora marina es más rica y se desarrolla más rápidamente que en los bloques de hormigón, sin duda porque en un mismo volumen, los escondrijos son más numerosos y más tortuosos que en los bloques de hormigón y también porque los materiales son variados.

Recientemente el Instituto de Tecnología de la Pesca de Italia ha realizado experiencias de creación de arrecifes artificiales en el Adriático medio. Los objetivos de estas experiencias eran encontrar una solución para reciclar de una manera u otra la energía que cada vez más se acumula en ciertas zonas de la costa, ocasionando fenómenos de eutrofización y reduciendo así el despilfarro energético del ecosistema. Este hecho se traduce en la práctica en proporcionar un substrato apropiado a las larvas de especies sésiles de interés económico, tales como mejillones, ostras, etc. Además se ofrece un abrigo y una fuente de alimentos suplementaria a numerosas especies ictiológicas apreciadas, tales como sargos, obladas, lubinas, doradas, etc., protegiendo otras especies que fijan sus cápsulas ovíferas y sacos embrionarios sobre substratos duros, como moluscos gasterópodos, cefalópodos, etc, y proporcionan un refugio a otras especies en el momento de realizar la muda, como son los crustáceos decápodos.

Estos arrecifes artificiales protegen de los efectos de los artes de arrastre tanto a los fondos marinos como a los pequeños artes de pesca artesanales, utilizando obstáculos mecánicos, colocados sobre el fondo, como fuerza de disuasión.

Resulta pues, que el interés primario de estas zonas de arrecifes artificiales es el de procurar un sector de protección durante la reproducción y desarrollo de juveniles, permitiendo así el crecimiento y aumento del número de individuos de numerosas especies, al realizarse al abrigo de

la intervención de los artes de arrastre.

Se ha ensayado también crear cotos de crustáceos, en los que naturalmente está prohibida la pesca y en los que se colocan, por ejemplo, hembras de bogavante con huevos. Con ello se hace renacer en las regiones vecinas a los cotos una población de crustáceos que había disminuído con anterioridad.

Otra serie de medidas empleadas por los biólogos para aumentar la producción pesquera son las de regulación del esfuerzo de pesca, las vedas temporales y totales, la regulación de las mallas de los artes de arrastre, etc. Pero sobre todo quiero referirme a las nuevas técnicas, que ciertos biólogos las consideran con mucho optimismo y que otros las admiten con cierta reserva. Me refiero a la Acuicultura Marina, que en relación con ella, unos ya ven los fondos de la plataforma continental explotados como praderas para la ganadería y otros opinan que el tema está todavía lejos de ser económicamente rentable.

En realidad, la práctica del cultivo de animales marinos por el hombre, se pierde en la noche de la historia. Debió iniciarse con toda seguridad en China, donde se lleva a cabo desde tiempos muy remotos, ya que el primer documento conocido referente a esta actividad, fue escrito en el año 475 antes de Jesucristo. También en Europa y Africa la Acuicultura tiene un origen remoto ya que la cría de moluscos y peces era conocida siglos antes de la Era Cristiana.

En aquellas remotas épocas e incluso actualmente en algunas granjas de países asiáticos y sudamericanos, la mayor parte de las especies objeto de cría se obtienen con semicultivos, es decir, capturando ejemplares juveniles en el mar e introduciéndolos posteriormente para su engorde en estanques apropiados, aunque en ocasiones son las mismas corrientes de marea las que, al llenar los estanques, introducen en ellos los estados larvarios de moluscos, crustáceos y peces. Dada la abundante producción planctónica de estos estanques, la alimentación suplementaria añadida y el control de los depredadores y competidores, se consigue, en estas zonas, unos resultados adecuados para este tipo de Acuicultura extensiva.

Otro tipo de Acuicultura es el cultivo integral en el que se parte de los reproductores, de los que se obtienen los huevos y tras la eclosión de los mismos, las crías son alimentadas y mantenidas en estanques adecuados, cambiándolas a otros cuando es aconsejable y en éstos alcanzan la talla comercial.

Aquellas personas que quieren establecer y desarrollar la cría y cultivo de animales marinos ponen como ejemplo el Japón. En efecto, este país es el que posee la acuicultura más desarrollada y perfeccionada del mundo, tanto desde el punto de vista técnico como del de la productividad y ello es debido a varias razones. Es necesario tener en cuenta que la longitud de costas del Japón es considerable en relación a la superficie del territorio, ya que posee 27.000 kms. de costas para 370.000 km de superficie (España posee 3.904 kms. de costas para 504.750 km de superficie), por ello los japoneses están tradicionalmente vueltos hacia el mar. Además, la pesca en las aguas superficiales japonesas ha llegado al máximo hace ya algunos años y las necesidades siguen aumentando por el crecimiento de la población.

En el Japón se crían, entre otros grupos zoológicos, los Crustáceos, de los cuales el langostino es la especie más importante. La cría completa, a partir del huevo, ha requerido largos y pacientes trabajos que han sido obra principalmente del Profesor Hudinaga el cual comenzó sus estudios en 1.933 en un pequeño Laboratorio de la isla de Amakusa. Sus primeros trabajos tuvieron como objetivo descubrir los estados larvarios del langostino imperial japonés o "Kuruma ebi" (Penaeus japonicus) que, a pesar de su nombre, se extiende por la región Indo-Pacífica.

En aquellos tiempos los conocimientos de base sobre la biología, el desarrollo, el comportamiento, la ecología, etc. de Penaeus japonicus se encontraban en una fase muy rudimentaria. El estudio cronológico de los principales resultados obtenidos por el Profesor Hudinaga, permiten apreciar las inmensas lagunas que existían en el conocimiento de los Peneidos hace sólo unos 50 años.

Mediante pescas planctónicas, el Profesor Hudinaga pudo capturar y posteriormente describir uno de los estados

larvarios del langostino, la larva protozoa y más tarde las larvas precedentes de la fase nauplio. Fueron necesarios seis años de trabajos para que descubriera el tipo de alimento que consume la larva protozoa la cual ya obtenía en el Laboratorio a partir de estados nauplio capturados en el mar. Los primeros cultivos de larvas protozoa, que son estrictamente herbívoras, fueron conseguidos proporcionando a dichas larvas la Diatomea Skeletonema costatum, obteniendo así los siguientes estados larvarios, es decir, las larvas zoea I y zoea II. Después de estas primeras experiencias, Hudinaga descubrió que los nauplios de Artemia, pequeño crustáceo muy conocido por los acuarófilos, eran capturados y consumidos por los siguientes estados larvarios del langostino, los estados mysis, que difieren bastante de las larvas zoea.

Al mismo tiempo, las investigaciones de Hudinaga contemplaban también el problema de la reproducción de los langostinos adultos obtenidos mediante la pesca. Después de 1934 descubrió que hembras con las gonadas maduras, colocadas en acuarios de suficiente capacidad, realizaban la puesta durante la noche, si se les tenía en completa oscuridad, emitiendo varias centenas de miles de huevos que se mantenían durante algún tiempo en suspensión en el agua, para depositarse finalmente en el fondo del acuario. La obtención de puestas permitió a Hudinaga realizar la primera cría del langostino a pequeña escala y completar los datos sobre el ciclo biológico del langostino japonés.

El último estado mysis, después de su metamorfosis, da lugar a un pequeño langostino, muy parecido al adulto, denominado postlarva. Para adquirir la morfología definitiva necesitará todavía atravesar unos 20 estados sucesivos, separados por sus correspondientes mudas. Las primeras postlarvas viven todavía entre dos aguas y después de unos días buscan asirse de forma semipermanente a las paredes o fondo del acuario. Un poco más tarde, unos 8 días después de la metamorfosis a postlarva, adoptan progresivamente el comportamiento característico de los adultos, permaneciendo enterrados durante las horas diurnas y siendo muy activos durante las horas nocturnas.

El conjunto de conocimientos descubiertos por Hudinaga entre 1933 y 1941 fueron publicados en 1942 en la revista científica "Japanese Journal of Zoology", pero la guerra y sus consecuencias retardaron considerablemente la aplicación práctica de estos conocimientos. Fue necesario esperar hasta 1960 para crear la primera granja de langostinos en Aio, en la provincia de Yamaguchi.

Como dicen los Doctores Laubier y Laubier-Bonichon, fue a partir de 1965 cuando se alcanzó una rentabilidad en la cría comercial del langostino, aunque en esta primera etapa la producción en granjas de cultivo extensivo no sobrepasaba las 200 toneladas. Sin embargo en 1974 se obtuvieron ya 1.300 toneladas.

La pesca clásica permite abastecer los mercados en el período de Junio a Septiembre, por ello la producción en grandes estanques es económicamente interesante en la medida que permite ofrecer al mercado, en el período de Diciembre a Mayo, langostinos vivos, extraordinariamente apreciados por el consumidor japonés.

En 1974 se censaron 83 explotaciones reagrupadas en tres zonas principales: en el mar interior del Japón, en la región de Amakusa, donde las explotaciones de tipo extensivo funcionaban desde hace varios años y en la región de Kagoshima donde las instalaciones son más recientes.

Comparando con otros tipos de acuicultura, la cría de langostinos parecía haber tropezado con un cierto número de problemas técnicos y económicos por lo que se refiere a la Acuicultura intensiva, debidos principalmente a la contaminación de las aguas en los estanques y al elevado precio de los alimentos naturales, sin embargo, desde hace algo más de una decena de años, ha tenido lugar un nuevo resurgimiento debido a la idea de Shigueno y colaboradores los cuales idearon la utilización de estanques circulares en los que se incrementaba considerablemente la circulación del agua del mar a través de la arena del fondo del estanque. También ha contribuido a este resurgimiento la puesta a punto de alimentos artificiales que tienen una tasa de conversión elevada y están bien adaptados a este último tipo de cría.

Estas técnicas, utilizadas en las granjas piloto de la

región de Kagoshima, representan la forma de Acuicultura intensiva más avanzada del Japón.

Como ejemplo, nos podemos referir a la Granja Piloto de Mitsui Norin, creada en 1972 con el apoyo de la Compañía Mitsui. Esta explotación ha obtenido resultados particularmente interesantes gracias a la calidad de sus instalaciones y personal técnico, apoyado además por la colaboración permanente de los Investigadores de la Universidad de Kagoshima y de la Universidad de Pesquerías de Tokyo.

Las instalaciones comprenden, de una parte, 13 estanques de engorde construídos con hormigón armado, de 36 m de diámetro y 1,60 m de profundidad, conteniendo de 1.000 a 1.500 toneladas de agua cada uno y, por otra parte, 4 estanques de 100 metros cúbicos cada uno, destinados a la puesta y cría de larvas.

El conjunto de los estanques están alimentados por una estación de bombeo de agua de mar que comprende tres bombas, cada una de las cuales proporciona un caudal máximo de 36 metros cúbicos por minuto. Un conjunto de canalizaciones de diámetros decrecientes permiten asegurar una velocidad de flujo muy rápido.

Los estanques descansan sobre un lecho de gravas y exceptuando el hecho de que se encuentren enterrados, no presentan ningún aislamiento térmico especial. De acuerdo con la naturaleza del terreno que los soporta, hay enterrados un cierto número de pilares de hormigón armado para asegurar su estabilidad.

El estanque se alimenta por una tubería diametral elevada, de 20 cm de diámetro, perforada con orificios opuestos en las dos mitades de la tubería, de forma que, al salir el agua se originen un movimiento giratorio de la contenida en el estanque.

La estructura e inclinación del fondo juegan un papel muy importante. Un foso central permite reunir sedimentos tales como restos de comida, heces, etc, que se concentran allí por efecto del movimiento rotatorio del agua. El resto del fondo no es horizontal, sino que aumenta progresivamente su profundidad del centro hacia los extremos, con una inclinación del 2%, lo que permite desaguar con rapidez el acua-

rio en el momento de la recolección al final del ciclo de cría.

El estanque está dotado de un doble fondo que permite asegurar la renovación del agua. El fondo está constituido por una capa de arena, de 10 cm. de espesor, situada sobre un tejido de 1.5 mm. de luz de malla soportada a su vez por una rejilla apoyada sobre el fondo de hormigón del tanque, a través de este doble fondo pasan las canalizaciones de agua.

Los dispositivos de desagüe del estanque son tres: uno central, obturado por un cilindro de rejilla, que se levanta todas las mañanas con el fin de permitir la eliminación de los desperdicios que se han reunido en el embudo central; otro que recoge el agua que ha atravesado la arena y que es muy importante, ya que permite asegurar la renovación del agua embebida en la arena, donde se entierran los langostinos durante el día; el tercer desagüe parte de un canalón circular situado en la periferia del estanque y sólo se utiliza al final del ciclo de cría para obtener un desecado completo del estanque.

La altura de agua es de alrededor de 1,20 metros y se mantiene sensiblemente constante por la intervención del sistema de válvulas de vaciado que alimenta un pequeño estanque anexo de regulación.

Este tipo de estanques no disponen de aparatos para regular la temperatura del agua. En la región de Kagoshima, la temperatura del agua del mar está comprendida generalmente en el intervalo de 16 a 28°C, lo que permite índices de crecimiento relativamente elevados. Durante el verano, cuando la temperatura del agua del estanque tiende a sobrepasar los 28°C, se aumenta el flujo de renovación del agua con el fin de no sobrepasar la temperatura óptima de crecimiento.

Hay un gran número de parámetros físicos y biológicos que condicionan este tipo de cría ya que por su propia naturaleza es extraordinariamente delicado.

Según los especialistas japoneses, una adecuada tasa de renovación del agua condiciona en gran parte el éxito de la cría. Esta tasa crece a medida que aumenta la talla de los langostinos. En un estanque, tal como el que hemos descrito anteriormente, el agua se renueva dos veces por día al

principio de la cría, después progresivamente se aumenta esta tasa de renovación a un valor de cuatro veces por día y al finalizar el ciclo se alcanza una renovación de seis veces por día.

Para la renovación del agua hay que tener muy en cuenta el comportamiento de los langostinos. Durante el día, los langostinos están enterrados en la arena, por lo que entonces es necesario asegurarles agua y oxígeno gracias al dispositivo que permite el paso del agua a través de la capa de arena. Durante la noche los langostinos se desentierran en busca de alimento y es entonces cuando se utiliza el desagüe central. En resumen, durante el día, el desagüe central está cerrado y el que recoge el agua que ha atravesado la arena abierto, mientras que durante la noche, está abierto el desagüe central y se disminuye el caudal de agua que atraviesa la arena.

La época en que se inicia un ciclo de producción se elige teniendo en cuenta, sobre todo, que la recolección de la cosecha del estanque tenga lugar cuando los langostinos alcanzan la cotización más elevada en el mercado, es decir, entre los meses de Diciembre y Abril. Un ciclo de producción consta de dos fases: una primera de puesta y cría de larvas hasta el estado postlarvario P-20 que se realiza en estanques de 100 metros cúbicos de volumen y una segunda que corresponde a la de engorde en los estanques circulares.

La freza de hembras capturadas en el medio natural se procura que tenga lugar a principios del mes de Junio. Las larvas reciben su primera alimentación a base de Diatomeas y el vigésimo día, contado a partir del primer estado postlarvario, son transvasadas a los estanques circulares. La producción por estanque de 100 metros cúbicos es de alrededor de un millón de postlarvas en el estado P-20.

A los langostinos de los estanques circulares, se les alimenta con un pienso artificial, puesto a punto por el Dr. Shigueno y colaboradores en 1972, en el Laboratorio Regional de Pesca de la provincia de Kagoshima. Aunque su composición exacta no es conocida, lleva, entre otros componentes, harina de gambas o camarones, harina de pescado, Spirulina, gluten, levadura y harina de soja. La tasa de conversión de

este alimento es de 1,6 para animales de un peso comprendido entre 3 y 7 gr. Cuando la temperatura del agua desciende por debajo de 13°C no se proporciona más alimento.

En 1975 la producción de las cuatro granjas piloto de la región de Kagoshima fue de un centenar de toneladas de las cuales 30 correspondieron a la granja de Mitsui Norin, lo que representa para esta última una producción superior a 2 kg de langostinos por metro cuadrado.

El porvenir de este tipo de cría, desde el punto de vista económico, parece todavía relativamente incierto en el propio Japón, pues a pesar del elevado precio de venta de la producción, el alimento artificial es muy caro. En 1975, por vez primera desde su creación, la Empresa Mitsui Norin equilibró su presupuesto. Para poder obtener beneficios parece necesario que dicha Empresa disponga de una superficie de estanques superior a la actual que es de 1,3 hectáreas.

En definitiva, parece poco probable que este sistema de cría reemplace en un futuro próximo los métodos extensivos utilizados en otras regiones del Japón en los que, en grandes estanques cercanos al mar, se lleva a cabo la cría utilizando alimento natural o parcialmente el artificial. El provenir de las granjas dependerá del hecho de mejorar la tasa de conversión de los alimentos artificiales, hecho técnicamente alcanzable y sobre todo de la posibilidad de disminuir el coste de éstos.

Los trabajos del Profesor Hudinaga han servido de acicate para que un buen número de biólogos de diversos países hayan dedicado mucho tiempo al estudio de la biología de especies del mismo género, con el fin de adaptar los métodos japoneses de cría del langostino a sus propias necesidades. Entre estos países podemos citar: Francia, Italia, Estados Unidos, diversos países del centro y sudamérica, Filipinas, España, etc. Por lo general se dedican a estudiar especies autóctonas, pero en otros casos, como ocurre en las instalaciones francesas, importan postlarvas de langostinos foráneos como el Penaeus japonicus, del Japón o el Penaeus Kerathurus de España, Túnez, etc. como no todas las especies de Peneidos tienen ciclos biológicos exactamente iguales, la experiencia adquirida para una especie puede servir sólamente

te como norma para el cultivo de las demás.

En el japon, una vez superadas las técnicas de producción masiva de postlarvas, algunos Laboratorios están realizando una trascendente labor para incrementar la producción natural de langostino, enriqueciendo los fondos con postlarvas incubadas artificialmente. El Centro de producción de Tamana arrojó al mar 140 millones de pequeños langostinos y el de la provincia de Yamaguchi 500 millones.

Al principio estas repoblaciones con postlarvas se realizaban en mar abierto, observándose una escasa supervivencia debido a la acción predatora causada por diversas especies de peces. Actualmente se practican las repoblaciones en zonas cercanas a la costa y cerradas por redes de malla estrecha, o bien en playas artificiales especialmente estudiadas para este fin.

Cerca de Aio, se ha construído una playa escalonada con un dique abierto en su parte más profunda. En la marea alta el agua entra en la playa sin llegar a cubrir el dique. El fondo de la playa artificial está unos 50 cm. por encima del valor medio entre la marea alta y la marea baja.

Esta playa tiene dos secciones, una formada por cuatro escalones pequeños cuya superficie total es de una hectárea, destinada a recibir las postlarvas en estado P-25, y otra sección de 1,4 hectáreas, más hacia tierra, para la aclimatación y crecimiento de larvas y postlarvas más jóvenes. Entre las dos secciones se coloca una red para retener las algas que pueda arrastrar la corriente.

Por medio de este sistema se separan las larvas de sus predadores ya que éstos, en la marea baja salen fuera de la playa artificial; sólo en marea alta pueden entrar en la playa y capturar las postlarvas, aunque este hecho sólo ocurre unas 2 a 6 horas en 24 horas.

Durante la marea baja y para que la arena de la playa no se quede en seco, se bombea agua de mar que se distribuye por esta plataforma por medio de canalizaciones que la recorren de un extremo a otro por la parte más alta, dejándose circular el agua hacia la parte más baja.

La playa se repuebla con un millón de individuos de un centímetro de tamaño que alcanzan a los 20 días unos 3 cm de

longitud total, escapando al mar por sí solos al llegar a esta talla. Las repoblaciones se efectúan desde el mes de Junio al de Septiembre con un total de unos 5 millones por año.

Mediante marcajes y pescas, tanto con artes de trasmallo como con artes de arrastre, se ha podido comprobar que la supervivencia por repoblación directa en alta mar oscila entre el 10 y el 30% del número de ejemplares empleados; con el método de una zona acotada mediante una red cerca de la costa, el valor estimado es del 20 al 40% y con el método de la playa artificial del 30 al 50%.

En una experiencia realizada para comprobar la influencia de la talla sobre el índice de supervivencia en una repoblación, se lanzaron al mar 155.000 ejemplares de 10 cm de talla, criados en el Laboratorio. Estos ejemplares fueron marcados en el primer segmento abdominal. Posteriormente se capturaron al trasmallo 80.000 ejemplares en menos de 10 m de profundidad y 22.000 con artes de arrastre entre 10 y 20 m, lo que dió un índice de recaptura superior al 65%.

Entre otros Centros dedicados a la cría del langostino podemos citar el de Shibushi, el de Takamatsu y el de Tarumizu.

Es necesario hacer constar que el Japón ha dado y continúa dando un importante empuje a los Programas de Acuicultura, tanto de moluscos como de crustáceos o peces. Todas las provincias costeras poseen al menos un Centro de Investigación Marina y muchas de ellas hasta cuatro o cinco. Para desarrollar al máximo la Acuicultura Marina, en aquellas zonas que son adecuadas para el cultivo de determinadas especies, se utiliza al máximo el área disponible, coexistiendo en ocasiones en una misma zona industrias, urbanizaciones, cooperativas pesqueras dedicadas al engorde de juveniles, etc, una situación totalmente extraña para nuestro país. En este sentido se encuentran muchas playas dedicadas al cultivo de algas marinas, muchas zonas costeras de fondo rocoso acotadas para la liberación de orejas de mar, en las cuales está totalmente prohibido bañarse y un gran número de bahías llenas de balsas flotantes con cuerdas largas para el cultivo suspendido de ostras, vieiras, ascidias, madreper-

las, etc, así como cajas flotantes para el cultivo de peces como los salmones, tal es el caso por ejemplo de la bahía de Yamada.

La producción de peces y otros organismos cultivados se realiza a una escala asombrosa. Así en el año 1970 ya se obtuvieron unas 717.000 toneladas de las diversas especies cultivadas. Es preciso recordar que el pueblo japonés es un gran amante de la cocina marinera, obteniendo el 53% de sus necesidades en proteínas de los peces y mariscos.

Veamos ahora algunas de las actividades que se llevan a cabo en España, en relación con la biología y cría del langostino. Estos trabajos se iniciaron hacia el año 1962 en el Laboratorio del Grao de Castellón del Instituto de Investigaciones Pesqueras, no sólo por el interés científico que tiene el conocimiento de toda especie animal, sino de cara a la aplicación práctica de estos conocimientos, es decir, a la cría artificial de este crustáceo.

Los estudios se iniciaron con una prospección de las áreas de las provincias de Castellón y Tarragona en las que se captura el langostino, eligiendo de entre ellas la situada al Sur de la desembocadura del Ebro. Varias veces al mes y durante algo más de tres años, nos trasladábamos desde el Grao de Castellón a San Carlos de la Rápita, en la provincia de Tarragona, a bordo de la embarcación oceanográfica NIKA de nuestro Instituto. Una vez en aquellas aguas realizábamos estudios oceanográficos de las mismas, analizando su salinidad desde la superficie al fondo observando que los valores extremos estaban comprendidos, durante el período de estudio, entre 31 y 38 por mil. Se trazaban perfiles térmicos del agua cuya temperatura oscilaba entre unos 10 °C en Febrero y unos 27 °C en Agosto. Se realizaban pescas con mangas de plancton, para capturar estados larvarios del langostino y conocer a qué profundidades se realizaba la puesta, en qué épocas y en qué lugares vivían las larvas. Finalmente practicábamos pescas de arrastre a distintas profundidades para conocer los movimientos del langostino.

Una vez en el Laboratorio se llevaba a cabo la disección de los ejemplares capturados para conocer, por ejemplo, su alimentación mediante el estudio del contenido estomacal.

De estos estudios pudimos deducir que, mediante las piezas bucales y las estructuras endurecidas existentes en la parte del estómago correspondiente al cardias, los alimentos son finamente triturados antes de llegar al píloro y quedan prácticamente irreconocibles en el intestino, por ello sólo llegamos a conocer el contenido digestivo de la parte anterior y media del estómago. No obstante, nuestros datos deben ser manejados con cautela, ya que el método utilizado tiende a supervalorar la importancia alimentaria de organismos con partes resistentes, en perjuicio de aquellos alimentos fácilmente digeribles y que no dejan restos identificables.

Por lo que se refiere a los crustáceos, los que de forma más abundante se encuentran en el contenido estomacal son los Decápodos: Braquiuros y Macruros, representados por estados larvarios. Debido a su pequeña talla, algunas de estas larvas se encuentran enteras junto a una masa dispersa de las partes corporales de otras. Son también muy abundantes los Anfípodos, extremadamente difíciles de determinar, pues se encuentran disgregados en partes, al igual que sucede con los Misidáceos.

Menos abundantes son los Ostrácodos, de los que se conserva bien el caparazón quitinoso-calcáreo, los Cirrípedos y los Copépodos, que en ocasiones aparecen enteros, sobre todo los Harpacticoides.

Después de los Crustáceos, son los Moluscos el alimento que ingiere Penaeus kerathurus de forma más abundante. Los restos encontrados pertenecen a Lamelibranquios, Gasterópodos y Cefalópodos.

Al igual que los grupos anteriores, también se encuentran presentes durante todo el año en los estómagos de los langostinos los Poliquetos que se reconocen por las quetas y mandíbulas, después de los Crustáceos y Moluscos, son su principal alimento.

Durante estas observaciones también se reconocieron escamas y vértebras de peces. Con toda seguridad serían estados larvarios o muy jóvenes y más bien cadáveres.

En el contenido estomacal de los ejemplares de mayor talla se encuentran, durante todo el año, espículas calcá-

reas de Equinodermos, pero faltan en los estómagos de los ejemplares de pequeña talla.

Todos los tipos de alimentos mencionados con anterioridad aparecen mezclados en el estómago con materiales orgánicos irreconocibles y gran cantidad de inorgánicos, como arena y barro. Es de suponer que este material inorgánico estará mezclado con materia orgánica en distinta escala de decomposición, la cual puede ser asimilada por el langostino.

Como hemos indicado anteriormente la dieta alimentaria varía según la talla; en los estómagos de los langostinos de menos de 10 cm. de longitud total están ausentes determinados grupos, como por ejemplo Cefalópodos, Equinodermos, Foraminíferos e Hidrozoos. No es de extrañar que los Crustáceos, Anfípodos y Misidáceos abunden en sus estómagos ya que estos grupos son abundantes en las aguas someras en que ellos viven.

También estudiábamos los índices gonodomáticos para conocer las épocas de puesta, los caracteres sexuales externos que diferencian los machos de las hembras, la proporción de sexos de la población y los porcentajes de fecundación.

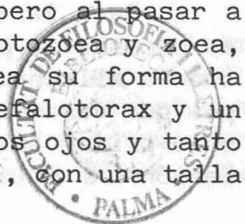
Sobre ejemplares capturados vivos y transportados hasta el Laboratorio, donde se mantenían en acuarios, podíamos realizar estudios de comportamiento, conociendo entre otros la forma en que el langostino se entierra en el sustrato o bien cómo realiza la muda, la cual pasamos a describir.

Uno o dos días antes los langostinos cambian de actividad, cesan de alimentarse y algunos permanecen desenterrados en los acuarios durante las horas de luz, cuando normalmente deberían encontrarse enterrados. La separación del antiguo caparazón tiene lugar generalmente durante las horas nocturnas. Llegado el momento de la muda, se observa que se retiran a un rincón del acuario, apoyan lateralmente el cuerpo en el fondo, se encorvan ligeramente, al mismo tiempo que se separan del caparazón correspondiente al cefalotórax y permaneciendo en esta posición, realizan unos movimientos rapidísimos con los pereiópodos y los extraen de sus fundas, al igual que el resto de los apéndices anteriores. Sigue entonces unos bruscos coletazos y el langostino, suspendido

en el agua, ha conseguido con el primero o segundo coletazo desprenderse del exoesqueleto correspondiente al abdomen y telson, así como extraer los pleópodos del antiguo caparazón. Esta salida del ejemplar blando de su caparazón está facilitada por una capa mucilaginoso del tegumento. El proceso ha terminado, la duración ha sido muy corta, variando de unos ejemplares a otros entre unos siete y doce segundos. El langostino continuará durante algunos segundos más dando bruscos coletazos, después lo veremos caer al fondo quedando recostado sobre el mismo, moverá los pleópodos rápidamente y finalmente, retirado a uno de los rincones del acuario permanecerá algún tiempo sin dar señales de actividad. Poco a poco será más activo, se enterrará y empezará de nuevo a alimentarse, y tras pasar los distintos estados de intermuda llegará de nuevo al próximo estado de premuda.

Gracias a los estudios citados anteriormente, pudimos saber que, llegado el mes de Mayo, hembras y machos del langostino se concentran en zonas poco profundas frente a San Carlos de la Rápita para iniciar la época de puesta.

La hembra realiza la puesta nadando entre dos aguas. Los huevos tienen un tamaño que no llega al medio milímetro y se mantienen en el agua transportados durante un par de horas por las corrientes marinas. Después caen al fondo y al cabo de 14 o 33 horas, según que la temperatura del agua sea de 28 a 20 °C, hacen eclosión y de él sale un pequeño langostino de aproximadamente medio milímetro de longitud. Al nacer, el joven langostino no se parece en nada al adulto, sólo tiene un ojo y tres pares de apéndices, no tiene aparato digestivo por lo que no puede comer y las corrientes lo transportan ya que sus medios de locomoción son muy rudimentarios. A lo largo de un número variable de días, según la temperatura del agua, muda varias veces pasando del estado nauplio I al estado nauplio VI. Durante este período de tiempo ha consumido las reservas vitelinas, pero al pasar a la segunda fase larvaria, en los estados protozoa y zoea, empieza a alimentarse. En la fase protozoa su forma ha cambiado radicalmente ya se le aprecia un cefalotorax y un abdomen. En el estado zoea I le aparecerán los ojos y tanto en este estado como en el protozoa o zoea II, con una talla



de unos 2,5 mm, la larva come durante las 24 horas del día y arrastra un largo cordón de excrementos que en ocasiones es veinte veces más largo que la longitud del cuerpo del animal. En la tercera fase larvaria, o fase mysis, el joven langostino mide de 3 a 5 mm y pasa por tres estados distintos. Ahora ya se parece al langostino adulto, pero aún tiene que realizar unas 20 mudas para adquirir sus características.

En la naturaleza al llegar a esta fase el joven langostino se va acercando a las playas y a las zonas semipantanosas ricas en alimento, tiene ya unos 6-8 mm de longitud y su natación es muy activa. En los llamados estados post-larvarios, con una talla de 1 a 2 cm el langostino se acerca al fondo marino y camina sobre él. Hasta hace poco tiempo nadaba entre dos aguas durante las 24 horas del día, pero ya se ha convertido en un animal de fondo en el que se entierra durante las horas de luz. Es el único medio de defensa del que dispone ya que, a diferencia de otros animales marinos, carece de fuertes pinzas, de espinas venenosas, de grandes mandíbulas, etc.

El pequeño langostino de unos 2 cm de talla del que hemos dicho que permanece en el fondo marino, lo encontraremos durante un par de meses en las zonas de aguas salobres y en las cercanías de las playas hasta que alcance los 6-8 cm de tamaño, momento en que se irá trasladando aguas afuera, buscando mayores profundidades a medida que transcurre el otoño e invierno. Al llegar la primavera siguiente volverá a la costa como adulto y se apareará de nuevo, a poca profundidad, para iniciar la nueva época de puesta.

Hemos visto en líneas generales el ciclo biológico del langostino, pasemos ahora a considerar algunos aspectos de su cría tal como se lleva a cabo en el Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal, en Ribera de Cabanes (Castellón).

Para la cría de las especies marinas desde el huevo, es necesario, por el momento reproducir en el Laboratorio la cadena alimentaria marina y es sabido el transcendental papel que desempeña el fitoplancton en la vida de los océanos, como primer eslabón de esta cadena. Por ello en toda instalación de Acuicultura, donde se pretenda reproducir los

distintos eslabones de esta cadena, se tendrá que prestar especial atención a los cultivos de las distintas especies del fitoplancton, adecuadas para la cría, tanto de los organismos del zooplancton como de las larvas de moluscos, crustáceos o peces que se pretendan cultivar.

Las cepas originales de las diferentes especies del fitoplancton se pueden obtener mediante pescas de plancton realizadas en el mar. Estas pescas contienen una mezcla heterogénea de especies de las que, o bien por el método de resistencia o bien por el de pipeteo y lavado, se pueden obtener cultivos monoespecíficos. El método de pipeteo consiste en separar al binocular, por medio de una micro-pipeta muy fina, células o cadenas de células de la especie que se desea obtener pura, lavarla varias veces en medio fresco y finalmente sembrarla en pequeños frascos de vidrio Pyrex con agua de mar filtrada y abonada con los correspondientes nutrientes. Repitiendo varias veces esta operación se consigue aislar una sola especie. Una vez se alcanza en estos frascos un crecimiento adecuado, el cultivo se emplea para sembrar otros frascos de mayor volumen en los que se burbujea aire con el fin de evitar la sedimentación del cultivo y aportar anhídrido carbónico. Estos frascos se mantienen en una cámara de cultivo a una temperatura de unos 20 °C con iluminación constante. El agua de mar, antes de su utilización en los cultivos, se filtra por filtros de arena y carbón activado, se esteriliza por radiaciones ultravioleta se abona con nutrientes y se le hace pasar a través de membranas de Millipore de 0,8-0,45 micras de poro. De esta forma obtenemos los cultivos monoespecíficos de Skeletonema costatum, de Asterionella japonica y de Phaeodactylum tricorutum, etc.

A partir de las cepas mantenidas en la cámara de cultivos se sigue una producción de fitoplancton a media y gran escala.

Los cultivos a media escala los realizamos en bolsas de polietileno transparentes de 25 litros de capacidad, instaladas en unas estructuras metálicas. Estas estructuras están colocadas bajo un techado transparente para aprovechar al máximo la luz solar, aunque también poseen una serie de

tubos fluorescentes que pueden proporcionar iluminación durante la noche o en días nublados. La instalación dispone de una conducción que distribuye aire a cada una de las bolsas, proporcionando el necesario aporte de anhídrido carbónico para la proliferación del alga, al tiempo que origina un intenso burbujeo para mantener el cultivo en suspensión. Al cabo de unos días, después de haber sembrado las bolsas con cultivos unialgales, se obtienen elevadas concentraciones de algas, variables según la especie. Así por ejemplo no es difícil obtener concentraciones del orden de un millón de células/ml de Skeletonema costatum o unos seis millones de células por mililitro de Isochrysis galbana.

Los cultivos de mayor volumen se mantienen en otro tipo de recipientes contruidos con amplias bolsas de polietileno transparente de unos 500 a 600 litros de capacidad. Estas bolsas están sostenidas por una red sujeta a una estructura de tubo de hierro. En esta fase se sigue un proceso similar al expuesto anteriormente, aunque la densidad de células /ml es menor que en las bolsas de 25 l.

En cuanto al zooplancton las especies mantenidas en la instalación para alimento de las larvas del langostino son el rotífero Brachionus plicatilis y el crustáceo branquiópodo Artemia.

La cría del rotífero Brachionus plicatilis se puede realizar en unos garrafones sin fondo de polietileno blanco y traslúcido de unos 60 litros de capacidad, colocados de forma invertida. En su interior se les ha incorporado un difusor de aire, así como un sistema de circulación constante del cultivo mediante un tubo de ascenso por burbujeo de aire. Este tubo toma el medio en la parte inferior del recipiente y lo eleva hasta la superficie. Gracias a estos dispositivos el medio está permanentemente aireado y en movimiento, evitando, de forma muy efectiva, la sedimentación del cultivo. Los recipientes están dotados además de un calentador termostato eléctrico que permite mantener temperaturas del orden de 25 a 30 °C en pleno invierno. En estos recipientes se alcanzan concentraciones de hasta 300 ejemplares /ml pudiendo utilizarse varias unidades, aunque para mayores volúmenes usamos normalmente acuarios de 1.000

o más litros de capacidad provistos del sistema "race way".

A Brachionus plicatilis lo venimos alimentando generalmente con cultivo algal mono específico de la clorofícea Tetraselmis sp. u otras algas verdes como Dunaliella sp. e incluso con levadura de pan desleída en agua.

La Artemia utilizada procede de California y la adquirimos en forma de huevos cuya eclosión se lleva a cabo en recipientes de metacrilato o de fibra de vidrio plastificada de 150 litros de capacidad de forma troncocónica, con cuatro entradas de aire en la parte inferior.

Para el engorde de Artemia se pueden utilizar estos mismos recipientes o bien acuarios idénticos a los utilizados para la cría de Brachionus plicatilis, de mil a tres mil litros de capacidad, provistos del sistema "race way". El alimento de la Artemia está constituido por cultivos de algas o bien salvado de arroz micronizado. Los resultados del engorde de la Artemia se consideran adecuados ya que, partiendo de 4 gr de huevos se consiguen, al cabo de 15-20 días, de 0,5 a 1 Kg en peso húmedo de ejemplares adultos, según la temperatura de trabajo.

Vistos los sistemas utilizados en el cultivo y cría del fito y zooplancton, podemos pasar a la descripción de la cría del langostino de nuestras costas, el Penaeus Kerathurus.

Para la obtención de huevos viables de langostino es suficiente la utilización de hembras con las gonadas maduras y que se encuentren fecundadas, ya que el esperma que en su día les proporcionó el macho y que utilizan en el momento de la puesta para la fecundación de los óvulos, lo mantienen en el telico durante todo el período de tiempo comprendido entre dos mudas.

En la época de puesta de la especie, que se extiende en las costas del Levante español desde finales del mes de Mayo a primeros de Septiembre, los reproductores se concentran en fondos comprendidos entre 5 y 25 m. Para conseguir langostinos en buenas condiciones de vitalidad, aprovechamos las capturas realizadas con artes de trasmallo obtenidas al amanecer.

Una vez que los pescadores han separado los langosti-

nos del trasmallo, escogen aquellos ejemplares que están fecundados y los depositan en recipientes de material plástico, de unos 80 litros de capacidad, llenos de agua de mar y arena fina en el fondo. Durante el transporte desde la zona de captura hasta el puerto, que tiene una duración máxima de dos horas, se renueva frecuentemente el agua del recipiente. En el puerto se seleccionan del lote aquellas hembras que muestran mayor vitalidad y tienen el ovario más maduro.

Para el transporte desde el puerto al Laboratorio se utiliza el mismo sistema que en el mar, con la salvedad de burbujear en los recipientes aire procedente de un pequeño compresor alimentado por la corriente eléctrica de la batería del vehículo, previamente transformada. Se ha llegado a transportar una hembra adulta de langostino por cada dos litros de agua sin ninguna mortalidad.

Dado que en las zonas marítimas próximas al Laboratorio existen poblaciones naturales de langostino, el transporte de los ejemplares desde los distintos puertos al Laboratorio tiene escasa duración, noventa minutos como máximo. Tomando las precauciones indicadas anteriormente, la supervivencia ha sido total en todos los transportes. También se ha realizado un transporte combinado coche-avión con una duración de unas diez horas. Los langostinos se mantuvieron en bolsas de plástico herméticamente cerradas, conteniendo agua de mar hasta su mitad, unos 15 litros, el resto de la bolsa lleno de oxígeno y en el fondo una capa de arena. Estas bolsas se introducían en cajas de cartón con planchas de poliuretano como aislante, tampoco en estos casos hemos observado ninguna mortalidad.

Una vez que las hembras de langostino han llegado al Laboratorio, se les coloca en acuarios de hormigón armado, de forma rectangular, recubiertos internamente con resina epoxi, o bien en acuarios contrachapados en contrachapado marino y plastificados internamente con fibra de vidrio y poliéster.

Ambos tipos de acuarios están dotados del sistema de doble fondo, con una capa de arena silíceo de unos 5 cm. de espesor sobre el falso fondo, lo que permite mantener un

circuito abierto sin perder por ello las larvas o su alimento. Tienen capacidades de mil a diez mil litros y el fondo real dispuesto en tres planos para facilitar el desagüe.

Los acuarios, limpios y desinfectados, se llenan con agua de mar un día antes de la introducción de las hembras de langostino, este agua se ha filtrado previamente por filtros Cuno de 10,5 y 1 micra y esterilizado por radiaciones ultravioleta. Se calienta hasta 26 o 28 °C y se mantiene esta temperatura durante todo el proceso de puesta y cría de larvas. El agua permanece en continua aireación-agitación, mediante una serie de difusores de aire distribuidos de modo uniforme por el fondo del acuario.

El número de hembras maduras que se coloca en cada acuario varía entre 5 y 20 según disponibilidades y tamaño del acuario a razón de una o dos por metro cuadrado. En la primera y segunda noche de estancia de las hembras en los acuarios, bajo total oscuridad, algunas de ellas realizan la puesta vaciando total o parcialmente el ovario mientras nadan moviendo activamente los pleópodos. Las puestas suceden normalmente en las primeras horas de la noche, sacándose las hembras del acuario durante la mañana del tercer día.

Los huevos, una vez puestos por la hembra, permanecen una o dos horas en suspensión, sedimentando después en el fondo a pesar de la intensa aireación-agitación del agua. A una temperatura de 28 a 29 °C, la eclosión del huevo tiene lugar unas 14 horas después de la puesta.

En el momento en que aparecen en los acuarios los primeros nauplios de langostino, hecho que sucede alrededor de las 11.00 horas de la mañana, y su número es suficiente para iniciar la cría, se abona el agua del acuario con los nutrientes adecuados para el cultivo del fitoplancton, a continuación se procede a sembrarla con cultivos pluriespecíficos de Diatomeas, especialmente Skeletonema costatum, aunque también utilizamos Chaetoceros, Thalassiosira o Phaeodactylum, manteniendo, a partir de este momento, una iluminación y aireación constante. De esta forma, al llegar las larvas al estado protozoa en que empiezan a alimentarse, aproximadamente dos días después de la eclosión, según la temperatura del agua, el fitoplancton sembrado se encuen-

tra en fase de crecimiento exponencial y las larvas tienen a su disposición un elevado número de células que les sirven de alimento.

En el supuesto de que el consumo de fitoplancton por parte de las larvas sea superior a la tasa de reproducción del mismo, se agrega al acuario cultivos densos de fitoplancton que se han cultivado aparte, en bolsas de material plástico, como hemos indicado anteriormente. Con este intercambio de medio se consigue también rebajar los niveles de metabolitos en el agua.

Cuando la larva llega a la fase zoea, en su estado zoea II además del fitoplancton se añade al medio ejemplares de Brachionus plicatilis y en la última fase larvaria, a partir del estado mysis I, se agrega además nauplios recién nacidos de Artemia y siempre que es posible copépodos, larvas de Cirrípedos, de Lamelibranquios, etc.

Tanto los Brachionus plicatilis como los nauplios de Artemia, se crían, como hemos visto, en las instalaciones del Laboratorio, pero los otros elementos del zooplancton proceden del mar. Para su captura se ha dispuesto una luz submarina junto al lugar en que una bomba aspira e impulsa el agua de mar hasta las instalaciones. Durante las horas nocturnas se enciende la luz submarina y los organismos fototrópicos del plancton, atraídos por dicha luz, son succionados por la bomba en unión del agua. Cuando ésta llega a la instalación, se filtra por redes de plancton de distinta luz de malla, reteniendo así cada red, los distintos organismos del zooplancton según tallas.

A partir de los primeros estados postlarvarios se suprimen los rotíferos y los nauplios de Artemia sustituyendo éstos por metanauplios y estados juveniles de dicho crustáceo.

Se ha de procurar mantener una concentración adecuada de los alimentos añadidos, pues hemos comprobado que la actividad de captura de presas vivas por larva no es constante, sino directamente proporcional a la concentración de presas por larva y además este consumo aumenta a medida que las larvas pasan de una fase a las siguientes. En las concentraciones máximas ensayadas se ha llegado a contabilizar,

durante 24 horas, consumos de hasta 78 Brachionus plicatilis o 16 nauplios de Artemia por larva de langostino en estado mysis II. Consumos semejantes se han detectado en estado mysis III, mientras que, en el primer estado postlarvario, el consumo por larva ha llegado a ser de 64 Brachionus plicatilis o 34 nauplios de Artemia.

Siguiendo la pauta indicada, al cabo de 14-15 días después de la eclosión del huevo, con temperaturas de 27 a 29 °C, las larvas han alcanzado el estado postlarvario y pronto inician su vida bentónica. Devoran los organismos que habían entrado con el zooplancton introducido o el que había llegado con la propia agua y crecido en el fondo del acuario. A partir de este momento se inicia una alimentación a base de carne finamente troceada de mejillón (Mytilus edulis), cangrejo (Macropipus depurator) y Artemia adulta. A medida que los jóvenes langostinos van creciendo el alimento se les proporciona en un troceado más grueso.

El intercambio de agua en el acuario que se había iniciado en el estado mysis, se va aumentando progresivamente hasta alcanzar renovaciones de dos y tres veces el volumen total del mismo por día, según los valores de pH y los contenidos de amoníaco o nitritos en el agua.

En los tanques de cría hemos conseguido que los langostinos alcancen la talla adulta en unos ocho meses.

Las experiencias de cría del langostino se iniciaron en el Laboratorio del Grao de Castellón del Instituto de Investigaciones Pesqueras hacia el año 1966. Lógicamente las supervivencias larvarias de los primeros años fueron muy bajas, pero con las mejoras introducidas en la metodología de cría se llegó a obtener, seis años más tarde, supervivencias de hasta el 77% desde el primer nauplio a la primera postlarva las cuales han aumentado hasta un 90% en estos últimos años.

Estas supervivencias han sido posibles siempre que se ha logrado mantener los cultivos de fitoplancton en los acuarios de cría de larvas en adecuadas condiciones, también cuando la densidad del zooplancton ha sido la necesaria para el consumo de las larvas en sus diversos estados y mientras se ha logrado controlar la aparición de enfermedades, un pH

alcalino, unos valores de oxígeno próximos a la saturación y unos bajos valores de amoníaco y nitritos. Cuando no se daban estas circunstancias se producían inevitablemente elevadas mortalidades larvarias.

Centenares de miles de langostinos juveniles, de 4 a 8 cm de talla, obtenidos en experiencias de cría, se han empleado para repoblar zonas marinas adecuadas en la provincia de Castellón o se han entregado a diversos industriales para su engorde. También a diversas Empresas de las regiones Levantina y Suratlántica se les ha proporcionado centenares de miles de postlarvas en estados P-15 a P-30 con la misma finalidad.

Dicho todo esto deseo por mi parte que con un soporte técnico y científico suficiente se desarrolle cada vez más en España la Acuicultura Marina. Sin duda no se obtendrán todos los días grandes éxitos, pero las dificultades que entraña deben estimular nuestras energías, como en la expresión de un escritor contemporáneo: "Nuestra vida vale todo lo que nos ha costado en esfuerzo".

Un primer paso en el desarrollo de la Acuicultura Marina lo dio hace trece años la Diputación de Castellón, estableciendo un Contrato de Colaboración con el Instituto de Investigaciones Pesqueras del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, por el que ponía a disposición del citado Instituto una Planta Piloto de Acuicultura en Torre de la Sal, Ribera de Cabanes (Castellón) construída a sus expensas, bajo nuestro asesoramiento y con un presupuesto de unos 80 millones de pesetas.