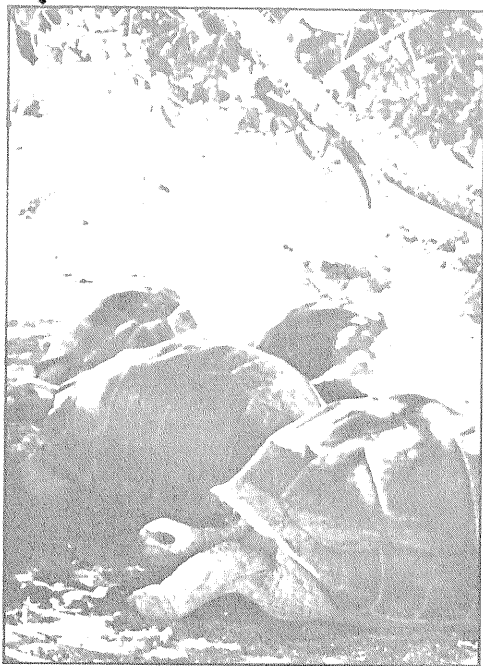


los sistemas de cultivo de



Tortugas de Aldabra a la sombra. Foto UNESCO.

medios marino y terrestre y varias tesis doctorales, habiéndose convertido Aldabra en uno de los atolones más conocidos del mundo entero. Su importancia para el estudio de los procesos ecológicos y evolutivos en curso y el papel singular que desempeña como punto de referencia para las investigaciones comparativas no pueden pasarse por alto.

Es evidente que ha llegado la hora de examinar su futuro a más largo plazo y de hacer participar más intensamente en su gestión a los propios ciudadanos de las Seychelles. Los costos de operación del Centro de Investigaciones de Aldabra (y, por consiguiente, de la conservación del atolón) asciende a más de 2 millones de libras esterlinas a precios de 1983, que han sido sufragados principalmente por la Royal Society, con la ayuda de la Smithsonian Institution y otros organismos, habiendo sido preciso adoptar nuevas medidas para su mantenimiento.

A finales de 1981 se completaron una estructura administrativa y un cuerpo de leyes para conservar a Aldabra; tras quince años de investigación, se sabía lo suficiente sobre el atolón como para permitir al gobierno de las Seychelles proponer al Comité del Patrimonio Mundial de la Unesco que se incluyera el atolón en la Lista del Patrimonio Mundial. El Comité aceptó esta propuesta en su reunión de diciembre de 1982. Este acontecimiento puso fin a los veinte años de esfuerzos que comenzaron en 1962 con el primer estudio militar, dio aprobación internacional a los argumentos que sostenían la importancia científica de Aldabra y, al mismo tiempo, abrió un nuevo período de cooperación internacional para su conservación. El presidente del consejo de la fundación es el ministro de Planificación y Relaciones Exteriores, Dr. Maxime Ferrari; este visitó Aldabra; y descubrió una placa, en inglés y francés, que reza así: "Atolón de Aldabra; maravilla de la naturaleza, donado a la humanidad por el pueblo de la República de Seychelles".

La idea de la acuicultura no es nueva. Siglos antes del inicio de la era cristiana, los chinos, que fueron imitados prestamente por sus vecinos del sudeste de Asia, empezaron a construir sus viveros. Asimismo, los romanos practicaron la ostreicultura y criaron y engordaron pescados de mar en los viveros. Recordemos los parques de ostras de Sergio Orata en Baia y las piscinas de murenas del patricio Hortensius, de quien nos habla Cicerón.

En el siglo pasado se desarrolló extraordinariamente en Europa el cultivo de las ostras, los mejillones y otros moluscos, pero hasta después de la Segunda Guerra Mundial no se ha lanzado esta acuicultura que aún hoy está en sus primeros balbuceos. El Japón es el país más avanzado en este sentido y su producción de pescados y crustáceos marinos es ya bastante importante.

En España no vamos a la zaga de lo que hacen los demás países. Hay en marcha serios proyectos y empiezan a dar fruto algunas realizaciones. Los numerosos trabajos publicados en IBERICA dan fe del interés hispano por la acuicultura.

Los cultivos que han alcanzado mayor relevancia son los de especies comestibles, y abarcan ya a numerosas especies de diversos grupos de animales: moluscos, crustáceos y peces. Estas especies son objeto de gran demanda comercial y, por ello, han dado lugar a numerosas investigaciones que han conducido al cultivo. Existe ya abundante bibliografía acerca de los aspectos tecnológicos y económicos importantes en el cultivo de dichas especies. Alguno de los ejemplos de acuicultura marina animal ilustran el interés de algunas naciones por especies concretas. En Noruega funcionan instalaciones para la cría comercial de salmón del Atlántico. El Reino Unido fomenta el cultivo, sobre todo, de los peces planos (lenguados, rodaballos y plati-jas). Francia produce grandes cantidades de ostras. El Japón realiza gran variedad de cultivos: pez limón, dorada, ostras, langostinos, etc. España produce grandes cantidades de mejillón. Filipinas engorda el pez herbívoro conocido como salmón blanco. Israel cultiva el mágil y la dorada, etc. El cultivo de algunas especies no se inicia, puesto que las existencias son aún abundantes y la producción cultivada no podría competir con la pesca.

Los sistemas de cultivo de animales acuáticos se pueden clasificar de acuerdo con los siguientes criterios:

- Etapas del desarrollo de la especie (figura 1).
- Separación entre reproductores y progenie (figura 3).
- Relación entre la población natural y la población cautiva (figura 4).
- Clase de agua.
- Densidad de cultivo (figura 5 y 6)

El autor ha expuesto el tema de estas páginas más extensamente en la reciente Obra suya "Acuicultura marina animal", publicada por Ediciones Mundi-Prensa, Madrid 1983, que recomendamos vivamente al lector. Publicamos la reseña del libro en la página 440 "Libros recibidos".

Piscifactoría en España. Foto Instituto Social de la Marina, Madrid.



- Número de especies (figura 7).
- Lugar en el que se realiza el cultivo (figura 8).
- Flujo de agua (figura 9).
- Escala de cultivo.

Por definición, se han generalizado de la siguiente manera las etapas del desarrollo de una especie cualquiera (moluscos, crustáceos o peces), consecutivamente: reproductores, huevo, larva (larva I no necesita alimento, pues depende del vitelo y larva II necesita alimento), post-larva o alevín y adulto. Los límites entre cada etapa dependen de la especie a cultivar y del método de cultivo elegido y, por lo tanto, no son definidos. Generalmente, en un cultivo integral los reproductores se guardan en estanques de mantenimiento; los huevos se incuban y las larvas se desarrollan en instalaciones especialmente controladas que se

A la izquierda las tortugas de Aldabra. Durante las horas de mediodía las tortugas de Aldabra deben guarecerse bajo la sombra, o correr el riesgo de sucumbir bajo el sol tropical. Foto UNESCO.



metros por encima del actual nivel del mar. El resto lo constituyen piedras calizas aún más antiguas. Su superficie está fraccionada por hoyos y zanjas excavados en la caliza por la lluvia y las olas, por lo que hay muy poca agua potable. Una espesa maleza de *Pemphis acidula* y otros arbustos cubren la mayor parte del terreno. Es sólo en el extremo oriental, formado por sedimentos lagunarios elevados, donde la superficie presenta mayor continuidad, con charcos de agua dulce y bosque abierto.

El litoral está formado por acantilados calizos muy socavados que dominan el amplio bajío que aparece entre la marea alta y la marea baja, aunque, en lo alto de los acantilados de la costa meridional de barlovento, hay una playa elevada y dunas de arena de hasta 15 m de altura. El atolón encierra una laguna poco profunda, de 150 km² de superficie, rodeada por manglares y con cuatro accesos principales. Como la oscilación de las mareas es superior a los 3 m, las corrientes del canal principal pueden alcanzar los 12 nudos (6m/seg.) con las mareas de primavera. El clima es monzónico y la mayor parte de las precipitaciones ocurren entre diciembre y marzo. El promedio anual de lluvias es de 1.200 mm, pero hay grandes variaciones de un año a otro, pudiendo bajar a veces hasta 500 mm.

Plantas y animales variados, procedentes en su mayoría de Madagascar y África, crecen en los distintos hábitat de Aldabra. Muchos también se hallaban antaño en islas vecinas similares, como Assumption, Astove y Cosmoledo, donde se han extinguido a causa de las actividades del hombre: alteración del hábitat producida por las minas de fosfato, devastación directa provocada por los animales en busca de alimento e introducción, en el siglo XIX, de

415 perros, gatos y cabras. Únicamente en



Aldabra, tan hostil al hombre que las alteraciones sufridas son insignificantes, han sobrevivido formas de vida y hábitat singulares.

la tortuga gigante de tierra

La característica más sorprendente del atolón es su población de 152.000 tortugas gigantes de tierra, *Geochelone gigantea*. En otro tiempo eran más numerosas y se encontraban dispersas en todas las Seychelles graníticas, así como en las islas calizas elevadas; otras especies afines vivían en las islas Mascareñas y Comoras. Los marineros europeos que estaban de paso las cazaron en todas partes, menos en Aldabra, hasta provocar su extinción hacia 1830. Pero incluso en Aldabra se redujo su población a cifras sumamente bajas a principios de este siglo, llegando a decirse que se podía vivir allí durante años sin ver nunca un solo animal.

La abundantísima población actual está concentrada en el extremo sudoriental del atolón, en la región de Cinq Cases y Takamaka, donde viven unos 90.000 anima-

Para establecer una comparación entre la tortuga de Aldabra y la de Galápagos, reproducimos aquí dos ejemplares de la *Testudo porteri*, de Galápagos. Una de ellas en posición de reposo; detrás de ellas unos troncos de árboles permiten apreciar su tamaño. Se conoce la historia de un ejemplar, que ha vivido 180 años. Las 12 islas de Galápagos tienen especies diversas de tortugas, que más bien se han de considerar subespecies de *Testudo elephantopus*.

les en una superficie de 30 km². La densidad máxima es de 1.700 por km², lo que equivale a una biomasa de 70 toneladas por kilómetro cuadrado y constituye la población más concentrada de herbívoros reptiles de todo el mundo. Allí se halla, probablemente, el único medio terrestre en el que el herbívoro predominante es un reptil, y, por supuesto, la mayor población de tortugas gigantes de tierra que hay en el mundo, superior a la de las Islas Galápagos.

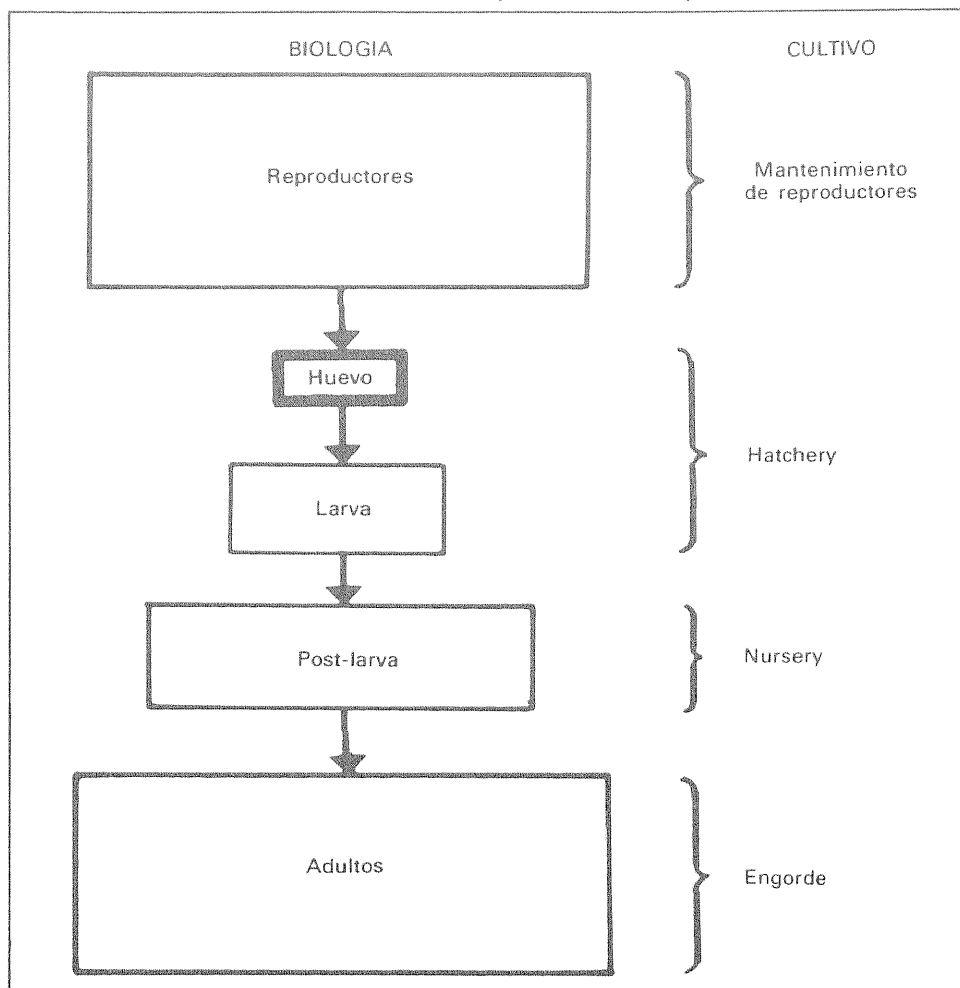
Las investigaciones realizadas muestran que las tortugas gigantes han vivido en Aldabra durante varios cientos de miles de años, que desaparecieron cuando se elevó el nivel del mar e inundó la tierra firme, volviendo a formar colonias cuando la tierra reaparecía. En la actualidad, sin embargo, esta tortuga se ha extinguido en sus zonas originarias de Madagascar y África oriental, si hubiera desaparecido de Aldabra, nunca hubiera podido ser reemplazada por medios naturales.

La Royal Society ha llevado a cabo investigaciones intensivas en Aldabra durante más de diez años. Al cabo de unos cincuenta años/hombre de trabajo, se han publicado más de 200 artículos sobre los



JULIO COLL MORALES
Dr. en C. Biológicas - Ph.D. in Biology
(Massachusetts Institute of Technology)
- Profesor y coordinador del área de
Bioteología en el Instituto
Tecnológico para Postgraduados de
Madrid.

un cultivo extensivo de las post-larvas o repoblación, por ejemplo: los canales artificiales de desove del salmón, reproducción artificial de la lubina americana, etc. Las instalaciones tipo B son frecuentes en el caso de moluscos filtradores, por ejemplo: ostras, almejas, vieiras etc. Las instalaciones tipo C se utilizan para crustáceos y peces,



conocen con el nombre de hatcheries; las post-larvas o alevines se desarrollan en instalaciones de preengorde protegidas en condiciones seminaturales o semicontroladas que se denominan nurseries y los jóvenes adultos se desarrollan hasta el tamaño comercial en instalaciones naturales o semi-naturales de engorde (figura 1). El diseño y desarrollo de las instalaciones de reproducción y cría (hatchery), constituye el aspecto más avanzado de la tecnología de cultivo de una especie determinada. Teniendo en cuenta las fases del ciclo biológico de la especie que pueden controlarse, estas instalaciones pueden ser (figura 2):

- Sin distribución de alimento vivo.

Constan de instalaciones para captura de los reproductores y puesta de los mismos, recogida de los huevos y mantenimiento de las larvas hasta la reabsorción del saco vitelino (figura 2, tipo A).

Figura 1.- Etapas del desarrollo de una especie y cultivos correspondientes.

El desarrollo de la especie comienza con los reproductores y pasa por las fases de huevo, larva, post-larva y adulto. Las etapas de cultivo correspondientes se denominan: mantenimiento de reproductores (reproductores), hatchery (huevo + larva), nursery (post-larva) y engorde (adultos). No existen límites definidos entre una y otra etapa. Los límites dependen de la especie a cultivar y del sistema de cultivo elegidos. La post-larva en el caso particular de los peces se le suele denominar alevín.

- Con distribución de alimento vivo.

Además de las instalaciones propias mencionadas anteriormente incluye la alimentación y crecimiento de larvas (herbívoros o carnívoros) y las instalaciones necesarias. Este tipo de instalaciones es más complejo en su funcionamiento y más costoso en su instalación, ya que tiene que abordar el problema de la nutrición de las larvas de la especie mediante cultivos de fitoplancton (figura 2, tipo B) y/o de zooplancton (figura 2, tipo C). La utilización de instalaciones tipo A, generalmente supone

por ejemplo: langostinos, langostas, lubina, rodaballo, etc. En las especies de salmónidos (trucha y salmón, principalmente), se ha conseguido elaborar alimento seco para la fase de larva-alevín a base de piensos compuestos, gracias en parte, al tamaño relativamente grande de las larvas de estos animales. Esto hace que las instalaciones de reproducción y alevinaje de salmónidos sean más simples que las de otras especies acuáticas.

En los tipos de *cultivo* más primitivos, o cultivos seminaturales (figura 3), el cultivo se

Red de cultivo de peces con estructura de tubos de acero, para aprovechar los pastizales del fondo del mar.

reduce a controlar más o menos un recinto aislado del mar (por ejemplo, una laguna costera), de forma que los ejemplares de la especie deseada puedan reproducirse y crecer en el recinto protegidos de animales depredadores y de las inclemencias del tiempo. El rendimiento de estos *cultivos* es poco controlable y sujeto a la dinámica de poblaciones. Este método de cultivo puede dar buenos rendimientos si la superficie es grande y el despesque se hace de forma que siempre queden algunos reproductores en el recinto para volver a reponer la población extraída. Este es un sistema muy semejante al que se practica habitualmente en la pesca en el mar libre, por lo que es discutible hablar aquí de un verdadero cultivo, ahora bien es posible que en algunos casos este método sea rentable.

En este sentido, los cultivos verdaderos (integral o semicultivo) se distinguen del *cultivo* seminatural (figura 3), por la separación física entre las fases biológicas de reproducción y crecimiento. El desarrollo de los individuos se hace mediante escalones sucesivos de forma que la mayoría de los individuos en el mismo escalón tienen un único tamaño y estado fisiológico: reproductores, huevos, larvas, postlarvas o alevines, etc. Debido a que el crecimiento no es uniforme en todos los individuos, aparece en los cultivos la necesidad periódica de una separación por tamaños, lo que, además contribuye a eliminar individuos poco desarrollados cuya presencia disminuye la eficacia del sistema de producción.

La población global de la especie cultivable está dividida en dos partes: la población natural y la población cautiva, o en cultivo controlado. Según las relaciones entre estas dos poblaciones el cultivo controlado puede ser totalmente independiente de la población natural (cultivo integral) o parcialmente dependiente de la población natural (semicultivo). En los cultivos integrales el sistema incluye todas las etapas de desarrollo: reproductores, huevos, larvas, post-larvas y adultos (figura 4). De esta manera, se cierra el ciclo en cautividad, con lo cual se pueden conseguir variedades genéticamente adaptadas al sistema de cultivo elegido, con un porcentaje de supervivencia mayor. Cualquier sistema de cultivo debe tender a cerrar el ciclo, puesto que sólo así es posible mejorar la calidad de la producción y no depender de la variabilidad natural. Aquellos sistemas de cultivo que dejan alguna/s etapa del desarrollo a la naturaleza se denominan semicultivos. En general, un cultivo integral es más caro que un semicultivo. Para desarrollar un sistema integral nuevo de cultivo es mejor comenzar por semicultivos para asegurarse de la rentabili-

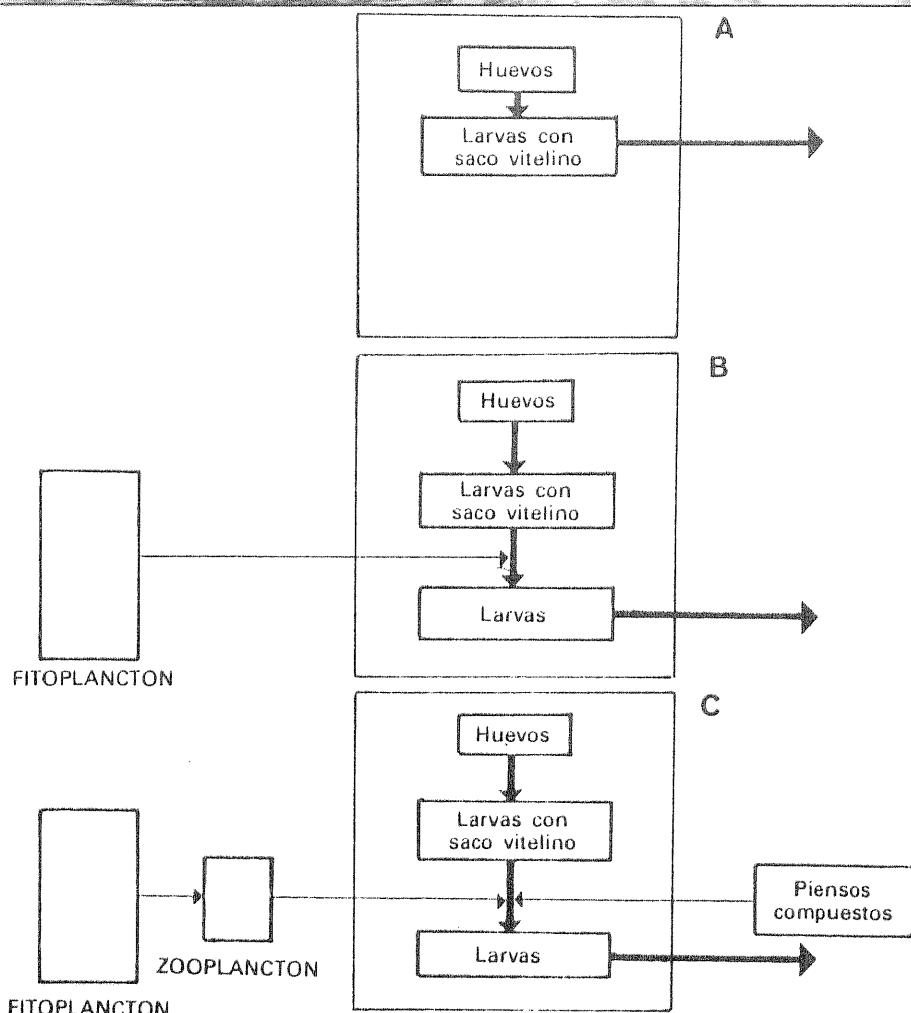
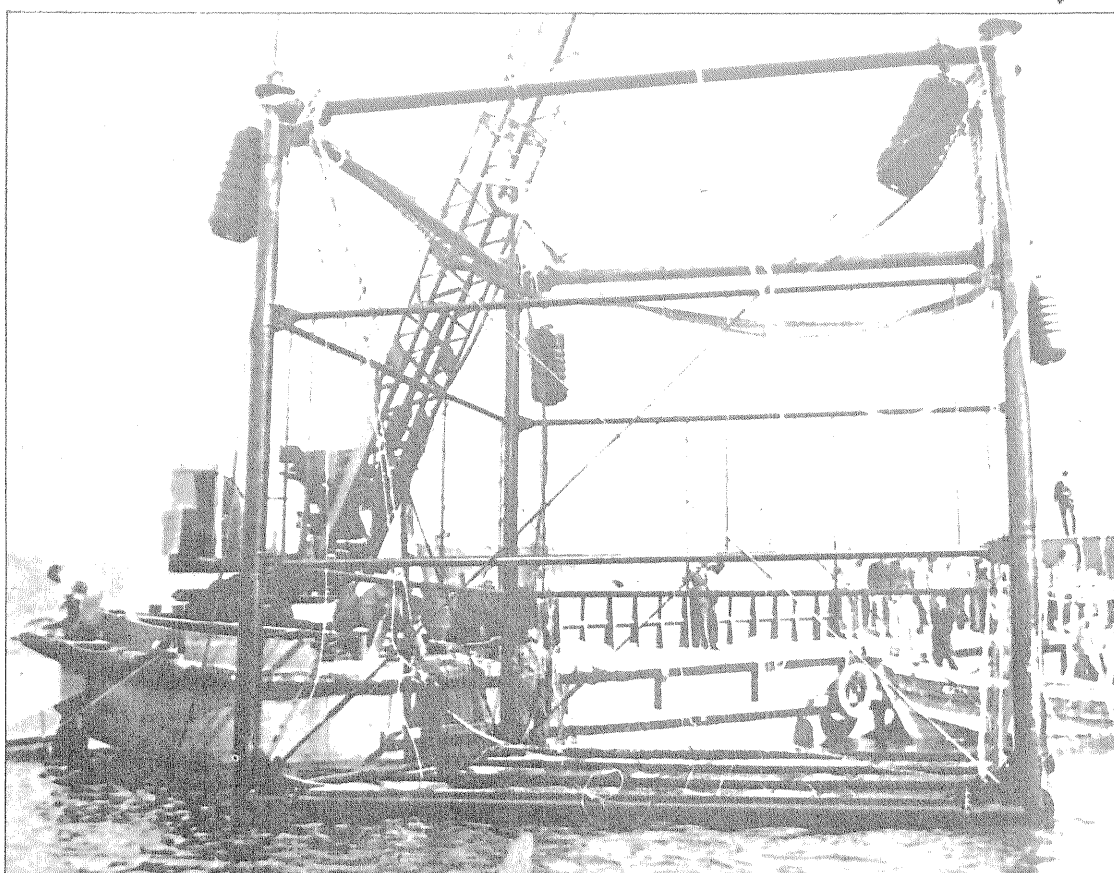


Figura 2.— Esquemas de los tipos de hatcheries.

Las hatcheries pueden ser sin alimentación (A) y con alimentación (B y C). Si la especie es herbívora sólo se necesitará producir fitoplancton (B). Si la especie es carnívora se necesitará producir fito y zooplancton (C), o bien utilizarán piensos compuestos.

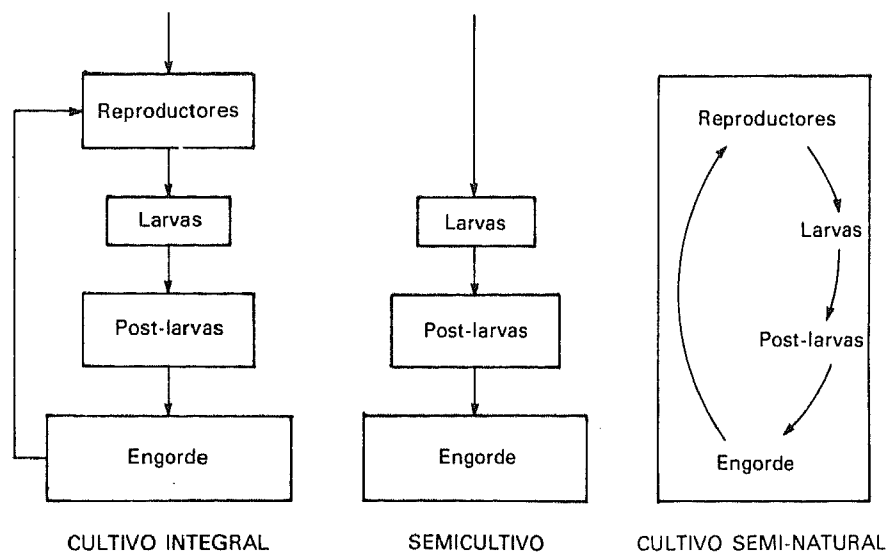


Figura 3.— Tipos de cultivo según la separación física entre las fases biológicas de reproducción y crecimiento.

El cultivo semi-natural es el más sencillo de realizar, por cuanto no tiene demasiadas complicaciones tecnológicas. Sin embargo, el control es limitado y la producción está sujeta a la dinámica de las poblaciones y a una mayor impredecibilidad. En el semicultivo se controla el engorde a partir de larvas capturadas en la naturaleza. En el cultivo integral se controla todo el ciclo pudiéndose llegar a una total independencia de las condiciones naturales y a la mejora genética de la producción. Ejemplos de casos en los que se haya conseguido llegar a un cultivo integral, son: ostras, langostinos y truchas.

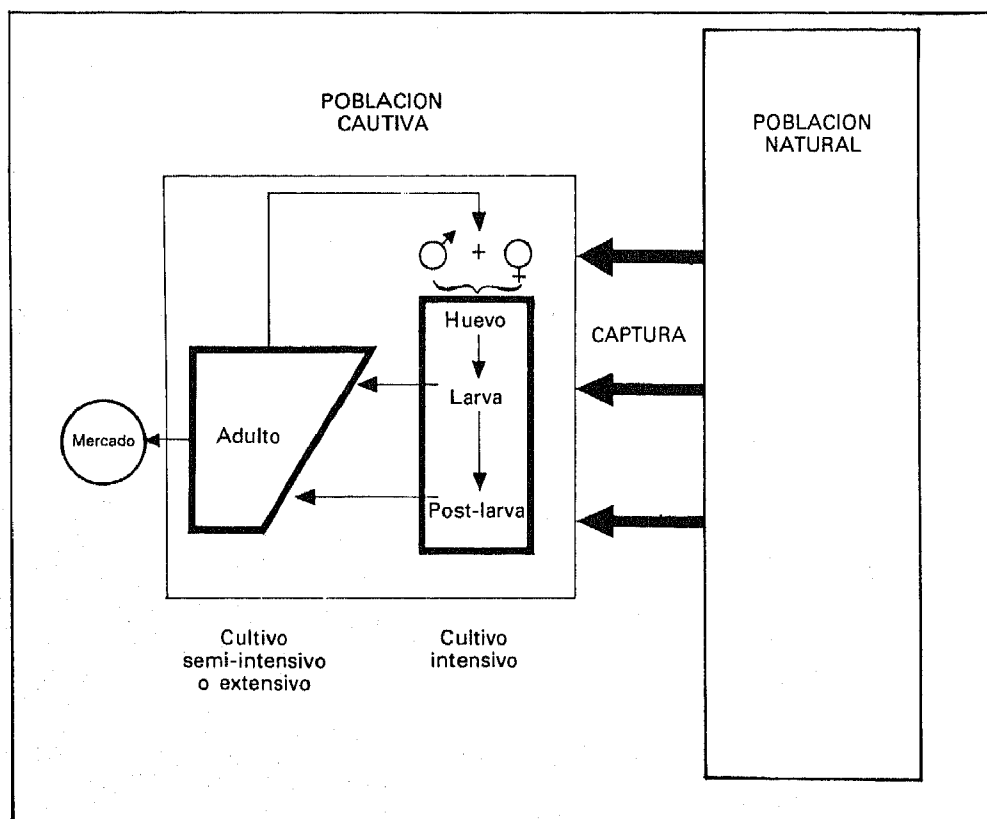


Figura 4.— Esquema de posibles relaciones entre poblaciones naturales y cautivas.

Si todo el cultivo se realiza en cautividad se denomina cultivo integral. El cultivo integral comienza con reproductores capturados para después cerrar el ciclo en cautividad y desarrollar una variedad que se adapte sucesivamente a estas condiciones. Si parte del cultivo se deja a la naturaleza, se habla de semicultivo. Puede haber distintas clases de semicultivos, según se capturen los reproductores, los huevos, las larvas o las post-larvas. El semicultivo más simple se reduce a capturar post-larvas y engordarlas en cultivos controlados. El cultivo puede hacerse en condiciones intensivas (control de alimentación y calidad de agua a altas densidades) o en condiciones extensivas (condiciones naturales a bajas densidades). En cada caso habrá que estudiar las ventajas e inconvenientes de cada método.

dad del sistema antes de proceder a controlar todo el ciclo y pasar a cultivo integral, lo que en cualquier caso es un proceso a largo plazo. El semicultivo más sencillo consiste en capturar post-larvas, alevines o larvas de una especie y engordarlas en cultivos controlados, bien extensivos o intensivos. De ahí se pasa a capturar reproductores, controlar la puesta, desarrollo de la larva (*hatchery* y *nursery*) y engordar las post-larvas o alevines o bien se procede directamente a cerrar el ciclo utilizando adultos procedentes del engorde como reproductores para el siguiente ciclo.

De acuerdo con la clase de agua que utilicen los sistemas de cultivo, pueden ser de agua dulce o de agua salada. Los sistemas de cultivo de agua de mar son los más complejos, ya que requieren tanto agua dulce como salada. Además se necesita un sistema de tuberías doble para limpiar periódicamente con agua dulce los organismos que se desarrollan en ellas, o bien eliminarlos en condiciones anaerobias. Muchas de las especies denominadas marinas, son animales que pasan unas determinadas fases de su vida en agua dulce, por ejemplo la anguila es un animal marino en las fases larvares engordando en agua dulce, el salmón pasa su juventud en agua dulce emigrando al mar para engordar y otras especies como la lubina americana pueden criarse y engordar, tanto en agua dulce como en agua salada.

Según la densidad de animales por volumen de agua o por superficie de estanque de 1-2 metros de profundidad, los cultivos se clasifican en extensivos (baja densidad) e intensivos (alta densidad), existiendo una gran variedad de situaciones intermedias (figura 5).

La baja o alta densidad depende mucho de la especie, como ejemplo, en la figura 6 se han representado estos valores para el caso particular de un pez carnívoro de aguas frías bien estudiado: la trucha. Para este caso, puede considerarse un cultivo extensivo cuando las densidades son menores de 1 kg de peces/m³, lo que se considera como el techo máximo teórico (Kinne, 1977). El aumento de densidad lleva aparejado un aumento de consumo de oxígeno y de acumulación de catabolitos tóxicos, principalmente amoníaco, por lo que debe aumentarse el caudal de agua en forma proporcional tal y como se esquematiza en la figura 6. Por otra parte, en el cultivo extensivo el sistema produce la cantidad de animales que su capacidad de producción (primaria o secundaria) le permite. La producción primaria (fitoplancton) de un estanque soporta la producción secundaria (zooplancton) y especies herbívoras y éstas, a su vez, soportan la producción de especies carnívoras. La capacidad del sistema puede aumentarse en el cultivo intensivo introduciendo alimento complementario y permitiendo una mayor renovación del agua. Entre los dos extremos existen los cultivos semi-intensivos o semiextensivos en los que la alimentación de la especie cultivable es parcialmente natural y parcialmente artificial (figura 6).

En general, el cultivo intensivo exige una mayor inversión inicial en instalaciones y un mayor coste de mantenimiento en pienso y

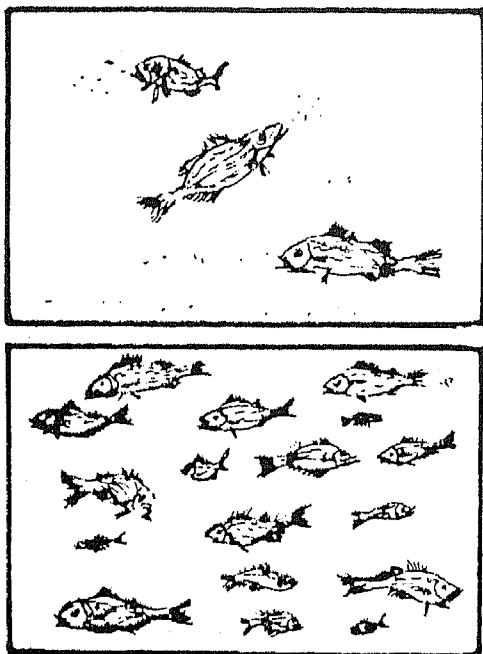


Figura 5.— Esquema de cultivo extensivo y cultivo intensivo.

El cultivo extensivo (recuadro superior) utiliza el alimento que se produce naturalmente en el sistema de cultivo. El cultivo intensivo (recuadro inferior) utiliza el alimento natural y el alimento complementario que se añade al sistema. En consecuencia, el número de animales puede ser mayor en los cultivos intensivos. Al mismo tiempo deberá controlarse la calidad de agua más estrechamente en el cultivo intensivo que en el extensivo.

en mano de obra; ahora bien, la producción es mucho mayor por unidad de superficie cultivada, aunque exige una tecnología muy depurada. El cultivo extensivo es menos arriesgado por cuanto la tecnología que se necesita es más sencilla y los costes menores, si bien necesita de grandes superficies para conseguir producciones comerciales. En cada caso particular y dependiendo de la especie y de las condiciones locales es posible superar todas estas variables para escoger la forma de explotación más rentable.

Según el número de especies que se cultivan, el sistema de cultivo puede ser monocultivo (una única especie) o policultivo (varias especies). Con el policultivo se consigue una mayor utilización de nutrientes, pero es más difícil de controlar. Las especies para un policultivo deben ser cuidadosamente seleccionadas para que se complementen sin interferencias negativas (figura 7). El uso de varias especies de hábitos alimenticios distintos en el mismo estanque favorece un mayor aprovechamiento del alimento tanto si es natural (cultivos extensivos), como artificial (cultivos intensivos). Ejemplo de policultivo son los cultivos de langostino y salmón blanco (un crustáceo carnívoro) y un pez herbívoro), langostas y ostras (un crustáceo carnívoro y un molusco herbívoro filtrador), varias especies de mágil (peces herbívoros), etc. Mediante control de los tamaños iniciales, pueden evitarse las posibles pérdidas por canibalismo, así en el caso del policultivo langostino-salmón blanco, inicialmente los langostinos pueden ser

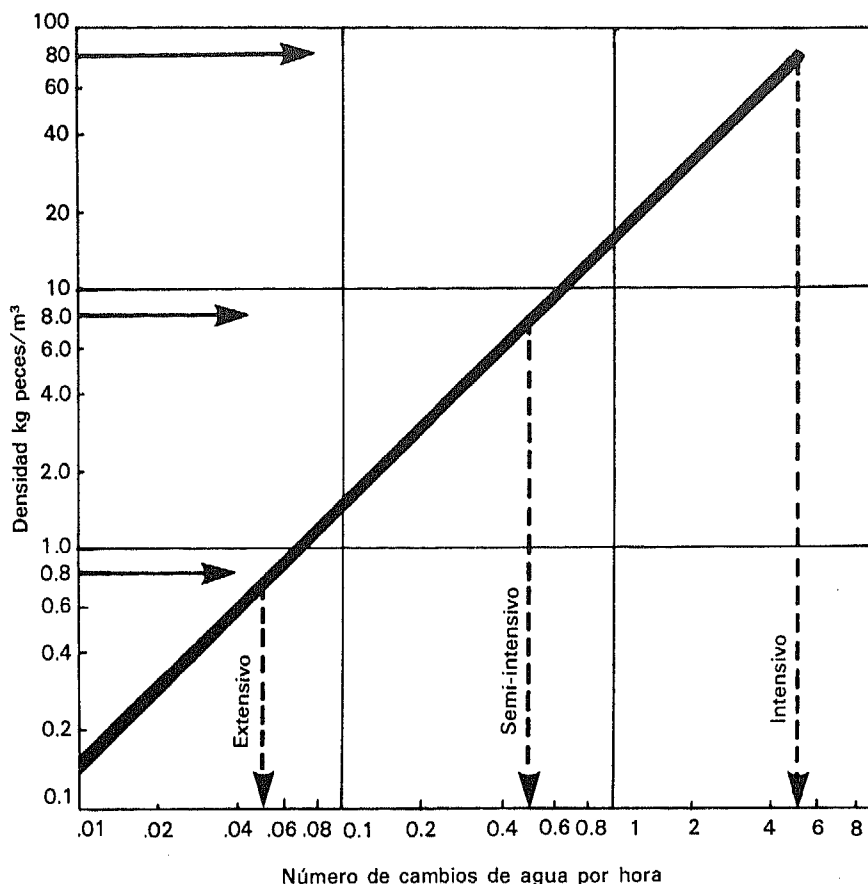


Figura 6.— Relación entre la densidad de truchas y el número de cambios de agua o flujo. Estos datos permiten hacerse una idea cuantitativa de las diferencias entre cultivo extensivo e intensivo. Los datos se refieren, en concreto, a truchas de 15 a 25 cm a temperaturas máximas de 20° C y a niveles de producción de 1 kg/litro por minuto. Estos datos varían con el efluente, principalmente debido a la cantidad de oxígeno disuelto, que se supone a saturación. Principalmente, estos datos varían con la especie o dentro de una misma especie, con el estado de desarrollo en el que esté dependiendo de las velocidades de consumo de oxígeno y de la producción de amoníaco, por una parte, y del mínimo de concentración de oxígeno y del máximo de concentración de amoníaco que el animal es capaz de soportar.

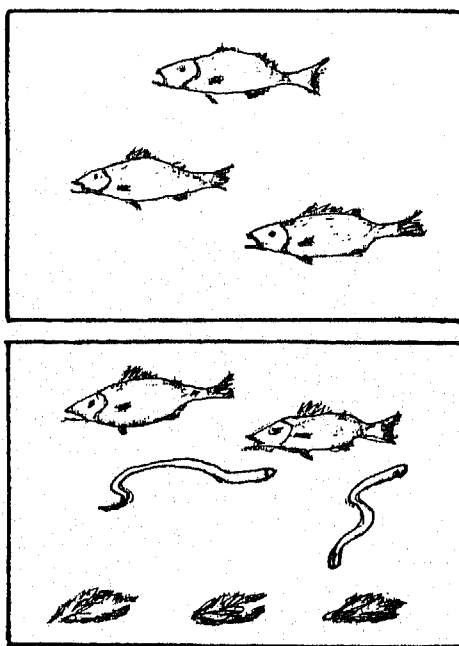


Figura 7.— Esquema de monocultivos y policultivos.

El sistema de cultivo utilizando varias especies complementarias (policultivo) tiene la ventaja sobre el cultivo de una única especie (monocultivo), de la utilización del alimento con una mayor eficacia. Especies complementarias son, por ejemplo: carnívoras y

herbívoras, peces y moluscos, peces y algas, etc. Tienen que cumplir, al menos, 2 criterios: tener distinto tipo de alimentación y no ser depredadores entre sí.

postlarvas de 1-2 cm y los salmones son peces ya preengordados.

Según el lugar donde el cultivo se realiza, éste puede ser flotante (utilizando tridimensionalmente la columna de agua), en parque (utilizando la zona costera) o en tierra (bombeando agua del mar). Los cultivos flotantes más utilizados se refieren al tipo batea (por ejemplo, el semicultivo del mejillón en Galicia) o al tipo de jaulas (por ejemplo, el engorde de salmón en Noruega). Estos cultivos tienen la ventaja de utilizar una cantidad de agua mucho mayor que la que ocupan y sin coste alguno de bombeo. Su ubicación ha de ser cuidadosamente estudiada, pues requieren un buen flujo de agua y una protección contra corrientes y temporales. Los cultivos en parque utilizan la zona intermareal natural para cría semicontrolada de moluscos filtradores, tales como almejas y ostras. Los cultivos en tierra utilizan agua de mar bombeada, bien a tanques o a estanques en los que prácticamente pueden cultivarse todos los tipos de animales acuáticos: moluscos, crustáceos y peces (fig. 8).

Según el flujo de agua, los sistemas de cultivo pueden ser abiertos o cerrados 420



Cría de truchas en Australia. Foto Australia NIB.

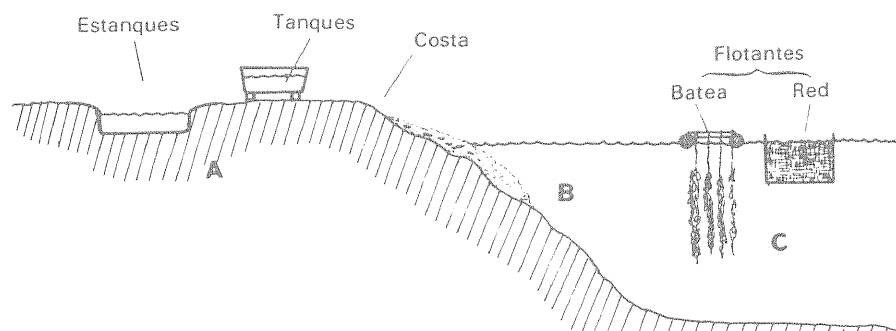


Figura 8.— Tipos de cultivos según el lugar donde se realizan.

El cultivo marino puede realizarse en tierra (A), en la costa (B) o en el mar (C). En tierra el agua debe ser bombeada a los estanques o tanques. En la costa, se pueden utilizar las mareas para establecer un flujo de agua en los estanques o bien utilizar la arena para cultivos en parque (por ejemplo, moluscos). En el mar, se utilizan cultivos flotantes bien tipo red, bien tipo batea.

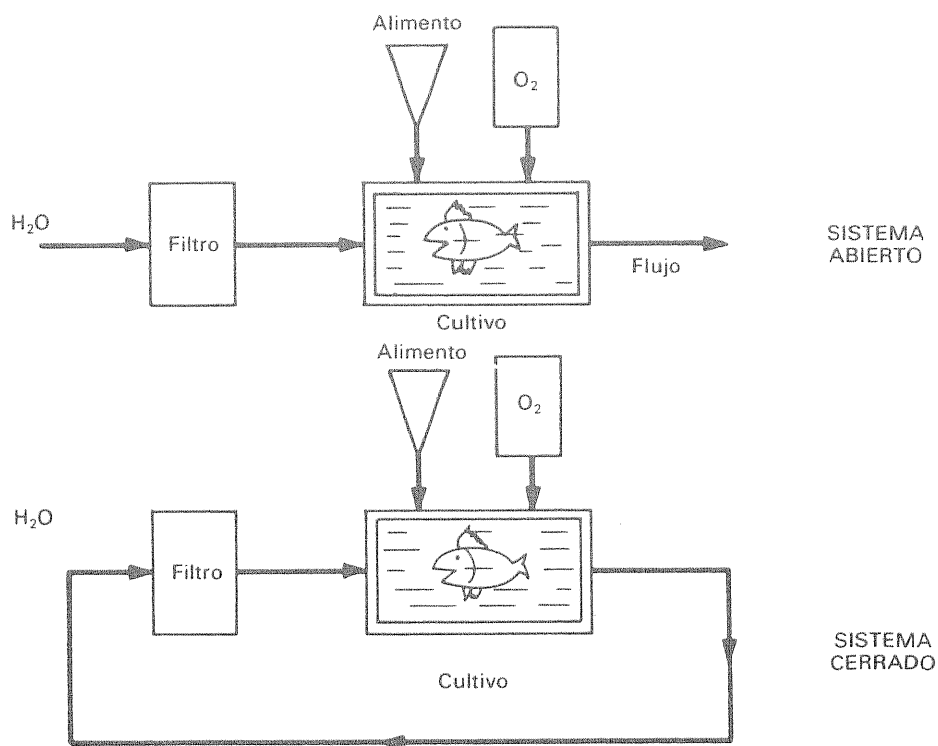


Figura 9.— Esquema de sistemas de cultivo abiertos y cerrados.

Todo sistema de cultivo se compone de filtro (tratamiento del agua) y de cultivo propiamente dicho (lugar donde se mantiene el animal a cultivar). Al cultivo se adicionan el alimento, el oxígeno y el agua necesarios para criar a los animales. El agua puede utilizarse en circuito abierto, es decir, el agua se bombea desde el mar, pasa a través del sistema de cultivo y luego se devuelve al mar, o bien puede utilizarse en circuito cerrado en el que una vez lleno el cultivo de agua ésta se recicla a través del filtro una y otra vez. En la práctica no existen sistemas completamente cerrados, pues periódicamente se necesita renovar el agua.

(figura 9). En la práctica no existen sistemas completamente abiertos o cerrados, pues en uno u otro caso, periódicamente se necesita renovar agua. En el sistema de circulación abierto, el agua entra y sale continuamente a través del cultivo. En el sistema de circulación cerrado, el agua se recicla repetidamente. Ambos sistemas necesitan un filtro a la entrada del agua, especialmente los cerrados, ya que en éstos es crítico el controlar la calidad del agua frente a los productos metabólicos vertidos por los animales en cultivo. En el sistema abierto, el agua de mar utilizada está sujeta a los cambios ambientales (temperatura, salinidad, concentración de oxígeno, fito y zooplancton), que además sufren amplias variaciones estacionales. Su control en estos sistemas es imposible: Los sistemas abiertos se utilizan en situaciones en las que no existe suficiente información de los requerimientos ambientales nutritivos y, en general, en cultivos intensivos comerciales donde el gran caudal de agua necesario haría inviable económicamente su reciclaje.

Los sistemas cerrados se utilizan cuando es necesario controlar las variables físico-químicas del agua debido a la fragilidad del animal en cultivo, tal y como es el caso de la mayoría de las formas larvarias y cuando los caudales de agua son pequeños. Los sistemas cerrados llevan un coste asociado debido al bombeo de aguas y del mantenimiento de los filtros. Estudiando el coste de bombeo del agua y el coste del reciclado frente al porcentaje de reciclaje, se ha llegado a minimización del coste total. El coste mínimo se consigue con un 70-80% de reciclaje.

Los cultivos de animales acuáticos, pueden realizarse en varias escalas, entendiéndose como tal el número de individuos mantenidos en cautividad. Como orientación se han considerado tres escalas: escala de laboratorio (hasta mil individuos), escala planta piloto (hasta unos cien mil individuos), y escala industrial (en el orden de millones de individuos). Esta es una generalización que sólo pretende dar una idea de hasta donde se consideran aproximadamente estas escalas. Para cada especie y aún más, para cada fase de desarrollo dentro de una misma especie dadas las diferencias de tamaño de los individuos, pueden variar en varios órdenes de magnitud las escalas consideradas.

el sistema español de TV por satélite

Los primeros satélites de televisión directa, es decir, destinados a difundir señales de TV con nivel de potencia suficiente para su recepción mediante equipos de bajo coste, van a hacer su aparición en el año 1985. Con ellos puede decirse que comienza una nueva era para la televisión.

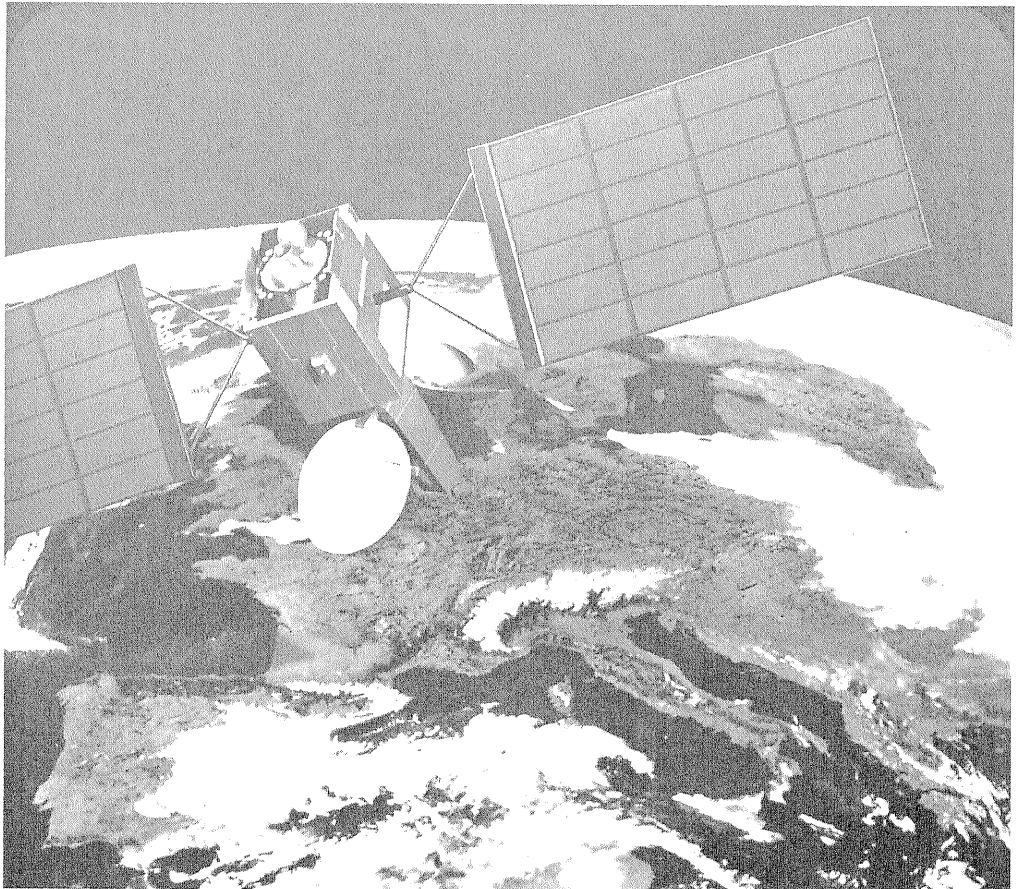
Hasta ahora los satélites han sido ampliamente empleados para los intercambios de programas de TV entre diferentes países, como es el caso de las redes Intelsat e Intersputnik y de los satélites europeos ECS. En estos enlaces punto a punto, el satélite funciona como una estación releadora que recibe señales de una estación terrena y las transmite a otras estaciones, siempre con niveles de potencia bajos. Por este motivo estas estaciones precisan de grandes antenas y de sistemas de recepción complejos, todo ello muy costoso.

Sin embargo, no ha sido ésta la única aplicación de los satélites en la televisión. Hace ya casi una década, el desarrollo tecnológico permitió la aparición en el mercado de receptores de unas prestaciones y de un precio mucho más reducidos, al alcance, por ejemplo, de las pequeñas empresas radiodifusoras o de distribución por cable que proliferan en los EE.UU. Así surgieron los satélites de distribución de señales de TV, de los cuales hay más de una decena en los EE.UU., siendo los más conocidos los de las series Satcom y Westar. Estos satélites, denominados domésticos, se caracterizan por unos niveles de potencia adecuados para ser recibidos mediante receptores con antenas de 2 a 3 m. de diámetro. El coste de estos equipos, que ha seguido abaratándose, se sitúa hoy día entre \$ 20.000 y \$ 40.000, y sus usuarios no son sólo los 1000 radiodifusores locales, o los casi 50.000 operadores de cable, sino también hoteles y pequeñas colectividades.

Es difícil determinar a partir de qué momento se puede aplicar la denominación de televisión directa, porque son muchas las variables que intervienen en la definición de un satélite. Sin embargo, se puede precisar que corresponde a aquellos satélites cuya recepción se puede efectuar con antenas de 1 m. de diámetro (América) ó 0,90 m (Europa), con una calidad superior a 3,5 en una escala de 5 notas, durante el 99% del mes climatológicamente más desfavorable.

De acuerdo con esta definición los satélites canadienses Hermes y Anik-B, el japonés BSE y el europeo OTS, sólo se pueden considerar como precursores.

Otros satélites están anunciados para 1984, que casi rozan el umbral de esta definición. Son los canadienses Anik-C y los japoneses BS-2. Por tanto se puede decir que la introducción de la televisión directa por satélite tendrá lugar casi simultáneamente en Europa y en los EE.UU. en 1985. En Europa están anunciados para la primavera de 1985 los satélites francés TDF-1 y



alemán TV-SAT y para el comienzo de 1986 el británico Unisat y el europeo L-SAT. En EE.UU. están anunciados para final de 1985 los primeros lanzamientos de los proyectos STC y DBSC.

La televisión directa por satélite va a suponer una revolución, por lo menos en Europa. En general el número de programas en cada país está comprendido entre 2 y 4, con un tope máximo de 4 impuesto por la planificación de las respectivas redes (1).

En España, en concreto, está comenzando en estos momentos la implantación de un tercer programa de carácter regional. La oferta televisiva es en general escasa para la demanda del público. De aquí la expectación que suscitan los satélites de TV. Entre las prestaciones de éstos se deben reseñar las siguientes:

- El número de canales podrá aumentar a cinco por país; pero debido al considerable desbordamiento con que ha sido planificada la televisión por satélite en

(1) El autor se refiere a la TV estatal. En Europa Central (Benelux-Suiza) hay muchas poblaciones en 10 y aun 15 canales de TV (los nacionales mas los extranjeros) que el usuario contrata a la Sociedad de Distribución de TV por cable. Italia es un caso aparte con su constelación de Sociedades Privadas de TV.

Europa, este número se podrá incrementar con los canales de los países vecinos.

- La calidad de la señal de imagen será notablemente superior a la actual. Esto se basa en la introducción de una nueva norma de TV para la difusión por satélite propuesta por la Unión Europea de Radiodifusión, basada en un desarrollo de la IBA.

- El número de canales de sonido por programa de TV podrá llegar a 8 a voluntad del radiodifusor. Su calidad será muy superior a la obtenida en la televisión terrenal. La estructura del múltiplex digital utilizado se caracteriza por su flexibilidad de modo que se podrá utilizar indistintamente para transmisión de sonido, o de datos, o parcialmente de ambos a la vez.
- La implantación de un sistema de TV por satélite supone que se da servicio simultáneamente a toda la zona de cobertura. En cambio, la implantación de un único programa nuevo de TV terrenal es generalmente labor de muchos años.

- En los países de orografía accidentada como España existen siempre zonas del territorio que resultan muy difíciles de cubrir. El satélite puede significar en estos casos la única oferta televisiva disponible, o la única de calidad aceptable.

En América, el impacto de la televisión por satélite puede ser muy diferente. En los 4: