

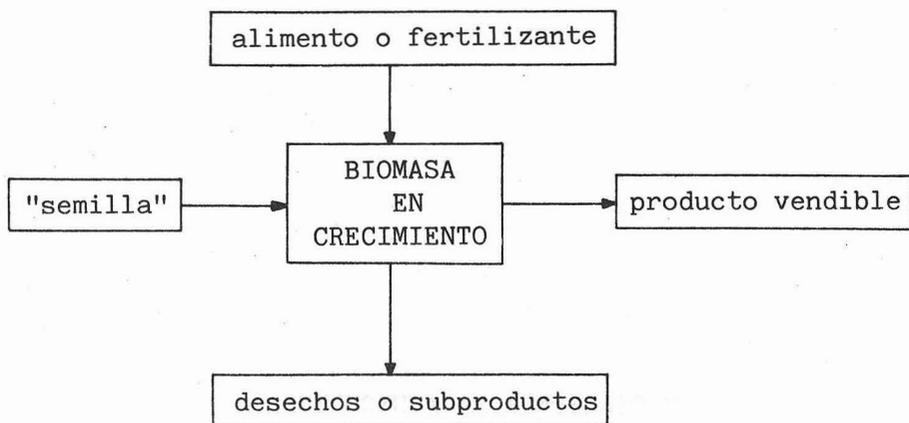
## INICIACION A LA ACUICULTURA

Isabel Moreno Castillo

Esta charla intenta ser una portada al ciclo sobre Acuicultura marina que va a tener lugar estos días, y como tal, quiero esbozar un poco el tema en los distintos aspectos que abarca, con el objeto de que las demás charlas, más especializadas, puedan integrarse en el contexto de toda la problemática planteada sobre el cultivo de organismos marinos.

Parece lógico comenzar pues el ciclo preguntándonos ¿Qué es la ACUICULTURA?. De todas las definiciones dadas por los diferentes autores, creo que la más clara y sencilla es la de REAY (1979) que dice que desde el punto de vista biológico la acuicultura se puede considerar como "el intento del hombre de mejorar la producción de organismos acuáticos útiles, mediante trabajo y consumo de energía, interfiriendo deliberadamente en su tasa de crecimiento, mortalidad y reproducción."

Naturalmente la Acuicultura será tanto más rentable cuanto menor sea el trabajo y la energía gastada y mayor la biomasa producida. Siguiendo a este autor la acuicultura puede esquematizarse como sigue.



En este sentido entendemos por semilla los organismos originarios, de los cuales parte el cultivo, sean huevos, larvas o jóvenes.

La acuicultura es pues el equivalente acuático de la agricultura y lógicamente comparte con ella muchos de sus principios y sus problemas, aunque presenta problemas propios derivados de las peculiaridades del medio acuático, y que por ser el hombre un animal aéreo dificulta y complica todas las actividades relativas al agua.

El hombre tiene una larga historia de cultivador, con objeto de procurarse alimento y placer estético y más tarde se añadieron otros beneficios como trabajo, materias primas, compañía, etc. Las primeras plantas terrestres fueron cultivadas ya en una época anterior al Neandertal y los primeros animales lo fueron hace más de 100.000 años cuando el hombre empezó a domesticar el perro. La cría de vacas y ovejas, que probablemente comenzó en el lejano oriente, en Europa se hizo importante en la Edad de Piedra. Los caballos se comenzaron a criar alrededor del año 3.000 A.C., las gallinas en

el 1.500 y los gatos en el 1.000 A.C. Hace 4.000 años parece que los chinos ya cultivaban peces de agua dulce, especialmente carpas, aunque el primer tratado sobre el tema no apareció hasta el 475 A.C.

Los griegos y los romanos también llevaban a cabo ciertas prácticas de este tipo e incluso se habla de que mantuvieron parques de ostras y durante la Edad Media en muchas zonas de Europa se cultivaban peces de agua dulce en estanques para ser consumidos cuando el alimento de otro tipo escaseaba, desarrollándose cierta tecnología de puesta, eclosión y engorde.

De todos modos, durante este tiempo, la cría de animales acuáticos estaba considerada más como arte que como ciencia y quizás por la razón antes apuntada de ser el hombre un animal aéreo la agricultura y ganadería terrestres recibieron mucha más atención.

Durante el siglo XIX las pesquerías marinas se desarrollaron mucho y los métodos de conservación se mejoraron notablemente, así como la fiabilidad y rapidez del transporte, el pescado fresco pudo llegar a muchas zonas de tierra adentro y con ellos las prácticas de cría de peces de agua dulce en estanques fue abandonada.

El cultivo de moluscos, crustáceos, esponjas y algas apareció algo más tarde y parece ser que lo hizo también en el Oriente. Hace 300 años ya se cultivaban ostras en el Japón y mejillones en Francia.

A comienzos de este siglo aparece el problema del descenso del rendimiento de pesquerías, tradicionalmente de alta rentabilidad y todos los problemas derivados de la sobrepesca. Especialmente después de la Segunda Guerra Mundial se comenzó de nuevo a dar importancia a la cría de organismos acuáticos en Europa y se empezó a poner en marcha verdaderas "granjas marinas" que pudieran ser manejadas como las terrestres, en las que se mantienen animales y vegetales en condiciones controladas para aumentar su cantidad, disminuir su estacionalidad y reducir los costos de la "búsqueda y captura" de la pesca convencional.

Hoy, a pesar de ser una ciencia en expansión en todos los países más o menos desarrollados, muchos fines de la

Acuicultura son un deseo más que una realidad.

De todas las especies acuáticas, sólo un 2% han sido cultivadas y en 1975, según estadísticas de la FAO, sólo un 10% de los productos acuáticos comercializados procedían de cultivo en mayor o menor grado. En contraste con la agricultura se han logrado criar más especies animales que vegetales y los animales son de los grupos taxonómicos más diversos, peces, esponjas, crustáceos, etc. Curiosamente, a pesar de que algunas han sido criadas, como hemos visto, desde hace mucho tiempo, no se puede hablar de una "domesticidad" como en los animales terrestres.

Dentro de la Acuicultura hay dos aspectos bien delimitados, pero que en la práctica se solapan que son:

1. ACUICULTURA CIENTIFICA considerada como la cría de organismos acuáticos con fines de investigación.

2. ACUICULTURA COMERCIAL enfocada a la producción de alimentos, materias primas y satisfacción estética para el hombre. El progreso de la segunda depende de la primera y lógicamente se solapan. Ambos tipos se basan en la biología de la especie y en sus requerimientos ecológicos, pero persiguen fines distintos.

La ACUICULTURA CIENTIFICA tiene como objetivos:

- a.- Aumentar el conocimiento básico de los sistemas vivientes, por ejemplo verificar la respuesta de un organismo a las variaciones ambientales, análisis de la dinámica intra o interespecífica, investigar el ciclo vital, taxonomía y evolución.
- b.- Determinar las necesidades nutricionales.
- c.- Ensayar la cría de organismos para el uso en el laboratorio de genética, bioquímica, etc.
- d.- Producir alimento para organismos cultivados.
- e.- Establecer las necesidades ambientales de poblaciones mono y poliespecíficas.

Los objetivos de la ACUICULTURA COMERCIAL son:

- a.- Producir beneficios.
- b.- Desarrollar técnicas que minimicen los costos de energía, equipamiento, inmuebles y personal para la producción de alimento, materias primas y satisfacción estética.

- c.- Modificar el ambiente y el patrimonio genético de los organismos para acelerar el crecimiento, dar mejor sabor, aumentar la tolerancia al stress, etc.
- d.- Buscar alternativa a la recogida de alimento en el mar.
- e.- Aumentar y manejar los recursos necesarios para una población que amenaza con sobrepescar los recursos naturales.

Ambos tipos de actividades se diferencian también en las dimensiones en las que se trabaja y a menudo se usan técnicas muy diferentes, pero el desarrollo de la una estimula el de la otra.

Puesto que el cultivo implica retirar y aislar subsistemas de los complejos sistemas naturales deben tenerse en cuenta todas las limitaciones que esto acarrea. Es de sobra conocido que los componentes aislados no se comportan de la misma manera que cuando están integrados en el sistema completo. En el cultivo el ambiente y la nutrición son diferentes de los de su hábitat natural, por eso se debe ser muy prudente en la interpretación de los resultados. Lo que realmente proporciona este tipo de estudios es una información sobre el potencial fisiológico del sistema viviente en cuestión, y para que tenga algún sentido, se deberá definir qué parte de ese potencial es de hecho usado en condiciones naturales.

Estas consideraciones, claro está, no tienen nada que ver con la acuicultura comercial, que modifica el ambiente, las necesidades nutricionales y la constitución genética, siempre que produzca alimento de mejor sabor o materias primas más adecuadas con menor costo. El éxito de la acuicultura comercial se basa en los conocimientos ecológicos, pero se mide por los beneficios que reporta.

Una vez esbozada la contestación a la pregunta ¿Qué es la Acuicultura? quisiera dar respuesta a otra pregunta que se plantea ¿Por qué la acuicultura?. Para evitar apasionamientos subjetivos creo que lo mejor es echar mano de datos concretos: se considera que somos un poco menos de 5.000 millones de habitantes sobre el planeta y que para fin de este siglo seremos casi mil millones más, de los que unas dos terceras partes pertenezcan a zonas económicamente

deprimidas, por lo tanto mal alimentadas. No se prevee un aumento paralelo de las cosechas de origen terrestre. Según las estadísticas de la FAO en el año 1980 se comercializaron 72.190.800 toneladas métricas de productos marinos, que en los últimos años los valores absolutos de las capturas aumentan algo pero el esfuerzo pesquero aumenta exponencialmente. Ya muchos países han esquilado sus pesquerías cercanas a la costa y no se prevee una recuperación rápida. En cuanto a nuestro país, hacemos el número 18 en el ranking mundial de capturas con 1.240.000 toneladas métricas de capturas en 1980 y desde entonces aumentan nuestros problemas pesqueros. Todas estas cifras demuestran el nivel de sobrepesca a que está sometido el mar sin posibilidad de recuperación.

En este sentido hay que tener en cuenta que estas cifras corresponden a los desembarcos o la comercialización porque según el siguiente esquema (Fig. 1), también de la FAO, las capturas verdaderas darían lugar a unas cifras muchísimo mayores. Como ejemplo del estado verdaderamente preocupante de las pesquerías se puede ver el estado de las pesquerías de los peces demersales y pelágicos, de los atunes y cefalópodos, de los crustáceos y de las ballenas.

En el apartado de los modos o métodos para llevar a cabo el cultivo hay una gran variedad. La elección de un tipo u otro depende de los objetivos principales del cultivo, la zona donde se va a instalar, las especies a cultivar, las costumbres del lugar y el criterio con que se lleva a cabo el cultivo.

Haré una rápida revisión de los tipos según los distintos criterios, por ejemplo: según el número de especies que se cultiva será Monocultivo o Policultivo. Dentro del Policultivo las especies pueden estar simplemente compartiendo el espacio físico, pero sin ninguna relación entre ellas por lo que será un policultivo no integrado o por el contrario las especies pueden tener alguna relación trófica o de otro tipo y se habla de un cultivo integrado.

En cuanto a las fases del ciclo biológico que se cultiva, si se capturan larvas o jóvenes y se mantienen estabulados, proporcionándole alimento o agua de donde los

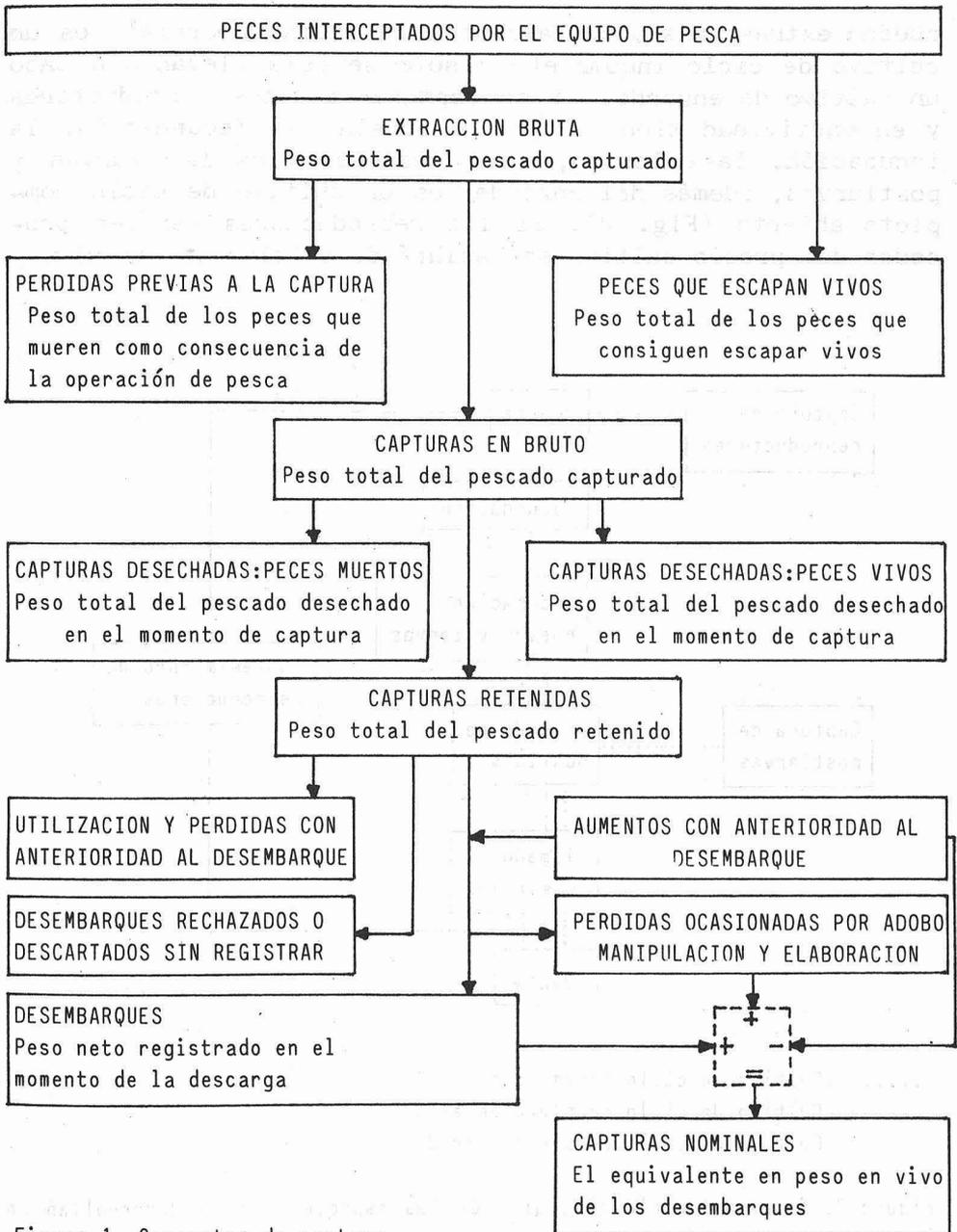
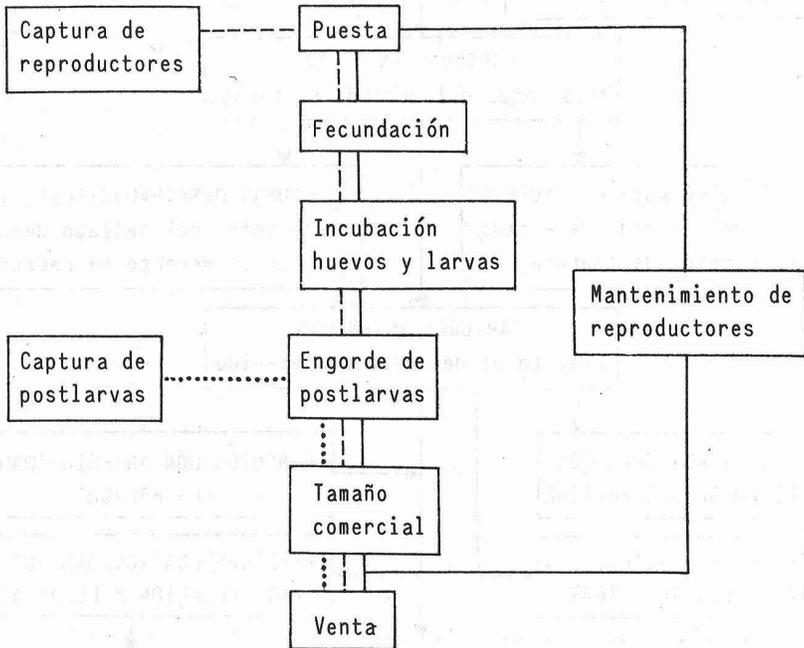


Figura 1. Conceptos de captura.

puedan extraer hasta que alcancen la talla comercial, es un cultivo de ciclo incompleto y solo se está llevando a cabo un cultivo de engorde. Si se capturan adultos reproductores y en cautividad tiene lugar la puesta, la fecundación, la incubación, la eclosión, y el desarrollo de las larvas y postlarvas, además del engorde, es un cultivo de ciclo completo abierto (Fig. 2). Si los reproductores también proceden del propio cultivo se hablará de cultivo en circuito



.....Cultivo de ciclo incompleto  
 -----Cultivo de ciclo completo abierto  
 —————Cultivo de ciclo completo cerrado

Figura 2: fases del ciclo biológico de las especies que se desarrollan en cautividad

cerrado. La etapa del cultivo correspondiente al desarrollo y eclosión del huevo y del desarrollo de las larvas se llama "hatchery" de la palabra inglesa eclosionar y el cultivo de las postlarvas hasta alcanzar el estado de madurez se denomina "nursery", también de la palabra inglesa, del "sitio donde están los niños" o "cuarto de jugar" (Fig. 3).

## BIOLOGIA

## CULTIVO

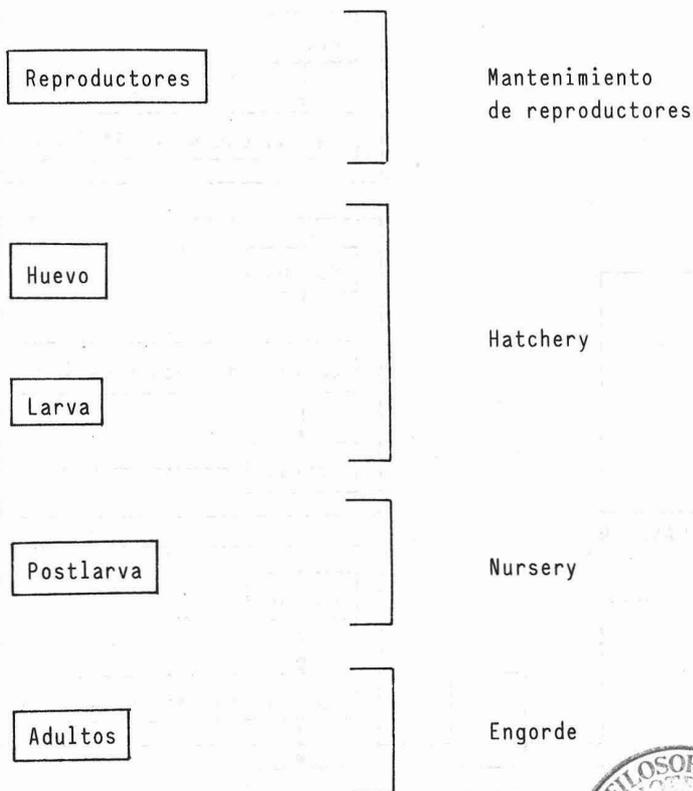


Figura 3: Etapas del desarrollo de una especie



Según si se les proporciona alimento a los organismos estabulados, también se consideran diferentes tipos: En muchos casos no se proporciona alimento directamente sino que los organismos lo retiran del agua ambiente como en estado natural, por ello se habla de una alimentación natural. Otras veces, se añaden al agua donde están los organismos, algún tipo de sustancia, que permite una mayor abundancia de alimento en el agua, esto se llama alimentación suplementada. En otro tipo de cultivos se les proporciona a los organismos todo el alimento, bien en su forma

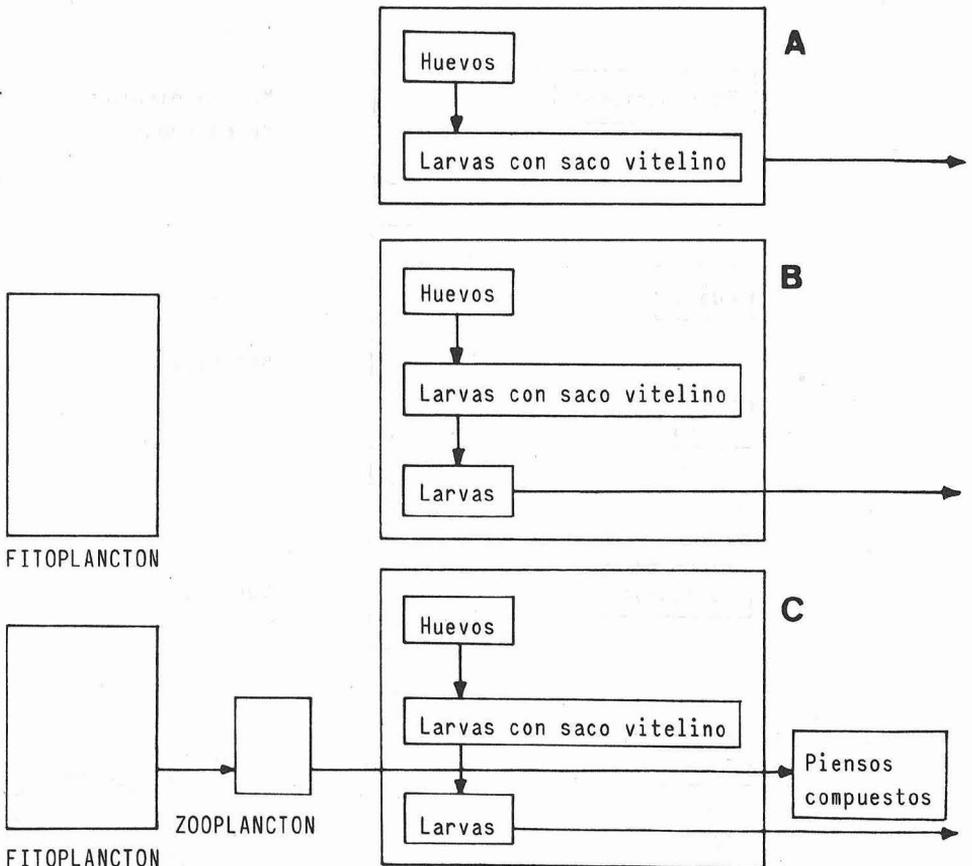


Figura 4: Tipos de alimentación en una Hatchery

natural o en forma de preparados. En la figura 4 hay un esquema de los tres tipos de alimentación en una "hatchery".

En el caso A no se da alimento, en el B se proporciona fitoplancton, generalmente también criado en cautividad y en el C por tratarse de especies carnívoras se proporciona zooplancton y / o piensos compuestos. El zooplancton, en general también es criado en las instalaciones, alimentado a su vez por el fitoplancton.

En cuanto a la separación física de las distintas fases biológicas: reproducción, desarrollo, crecimiento, etc, en los cultivos seminaturales, que son los más sencillos, todas las distintas fases están juntas de modo que se interfiere poco en su dinámica. Esto hace que las instalaciones sean mucho más sencillas y el manejo mucho menor, naturalmente da una producción menor y un rendimiento mucho más difícil de predecir por estar la población sujeta a muchos factores imponderables. Realmente se trata de tener los organismos más cerca y fáciles de obtener más que de una verdadera cría. En el semicultivo se engordan las larvas recogidas en la naturaleza y se mantienen separadas. El más complicado y que proporciona rendimientos más elevados es el cultivo integral, en que se cierra el ciclo manteniendo las distintas fases separadas, evitando así interferencias entre ellos, como competencia por el alimento o incluso que los adultos se coman a los huevos, a las larvas y a los jóvenes (Fig. 5).

Con respecto al agua, que además de actuar como soporte del cultivo, aporta oxígeno disuelto y sustancias orgánicas disueltas o particuladas y permite la eliminación de las sustancias de desecho, hay cultivos con muy poca renovación de agua y otros con una renovación continua, bien abierta, o cerrada con un tratamiento de las aguas para volver a ser usadas.

En general y de modo paralelo a la agricultura y ganadería, se puede hablar de dos grandes tendencias: la acuicultura INTENSIVA y la EXTENSIVA.

La extensiva puede ser mono o policultivo, es de ciclo biológico incompleto, con poca renovación de agua, de alimentación natural y con una densidad de población baja.

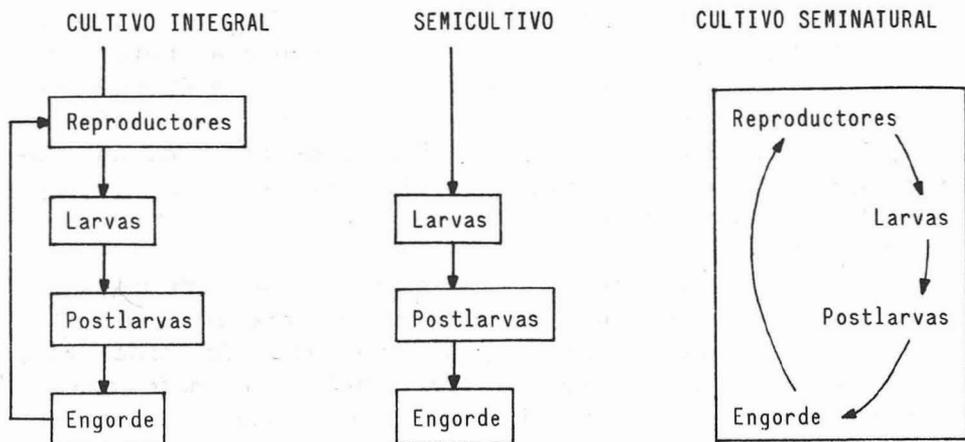


Figura 5: Tipos de cultivo.

En general los costos de la instalación y de atención al cultivo son reducidos. Por el contrario, los intensivos son cultivo del tipo de monocultivo, con ciclo biológico más o menos completo, con una renovación continua de agua, se proporciona alimento, por lo que generalmente las instalaciones incluyen la cría de especies alimento.

La densidad de organismos es elevada y la instalación y el manejo son más sofisticados que en el caso anterior, por lo tanto el coste inicial es mucho más elevado.

Otro aspecto interesante es la relación de las poblaciones cultivadas con las poblaciones naturales. Puede no haber ninguna, como en los caso en que los huevos, larvas, jóvenes o reproductores se traigan de otras zonas o puede haber cierta relación. Esta relación, lógicamente es en el sentido de un aporte al cultivo de individuos procedentes de las poblaciones naturales. Bien porque se recojan semillas directamente, mediante métodos tradicionales o especializados, mediante redes, salabres, etc, bien porque se dispongan sustratos adecuados o zonas con las condiciones idóneas para que los individuos se instalen allí. Este es el caso de las bateas de mejillones y de algunos bancos de ostras, que sim-

plemente se disponen sustratos adecuados, maromas sumergidas para los mejillones, donde se fijarán las larvas de las aguas circundantes. También hay, aunque lógicamente a menor escala, aporte de individuos procedentes del cultivo a las poblaciones naturales. Normalmente en los alrededores de las instalaciones se observa un aumento de la población natural de las especies que se cultivan o de especies próximas, debido a un enriquecimiento del medio en alimento apropiado, una mayor proporción de larva, etc.

En cuanto al soporte físico de los organismos también hay una gran variedad. Se habla de instalaciones costeras y de alta mar, pero por motivos obvios la mayoría de las instalaciones son costeras o incluso terrestres o mixtas. Las instalaciones de alta mar son muy escasas y costosas, aún están casi en la etapa de "ciencia ficción". En cuanto a los cultivos costeros, (Fig. 6) están los de tierra que constan

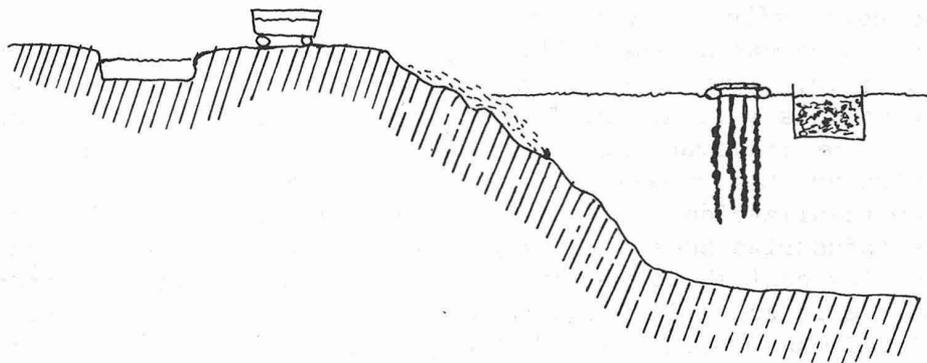


Figura 6: Tipos de cultivo según el lugar de instalación

de estanque de tierra más o menos impermeable o impermeabilizada de muchas maneras, o tanques. Tanto en los estanques como en los tanques, se bombea el agua a su través. Otro tipo de instalaciones son las que están situadas en la zona intermareal, que permiten hacer las faenas propias del cultivo a pie, durante la bajamar, y no hay necesidad de contar con instalaciones costosas ni bombas de agua. También se aprovechan zonas que no tienen amplitud de mareas tan grande, pero que son aguas someras lo que permite hacer las labores desde pequeñas embarcaciones o simplemente balsas.

Finalmente están las instalaciones flotantes o fondeadas en el mar. Las primeras son más manejables y son como las bateas de mejillones antes nombradas o las jaulas flotantes para necton. Las jaulas fondeadas requieren una estructura un poco más compleja y unos mecanismos que permitan subir y bajarlas para poder realizar las labores necesarias.

Otro apartado de esta charla de iniciación es ¿Dónde se puede cultivar y cuales son los criterios que deben prevalecer a la hora de buscar una ubicación a unas instalaciones de cultivo?. Como casi todos los apartados de los cultivos marinos este es un tema bastante complejo, porque no están sólo los criterios biológicos, de dónde y de qué manera se van a desarrollar mejor las especies que queremos cultivar, sino que están las consideraciones, técnicas, económicas y sociales. Puesto que en la acuicultura comercial se cultivan especies para ser vendidas, es preciso estudiar las disponibilidades del mercado, las vías de comercialización, el transporte del producto, la presencia de industrias subsidiarias y de transformación y por supuesto, las costumbres alimentarias y los gustos de los habitantes de la zona. En los aspectos sociales es preciso contemplar la posibilidad de absorber trabajadores en paro o que provengan de sectores más deprimidos, y el uso que se hace de las costas.

Con arreglo a los criterios biológicos hay que buscar una zona con unas condiciones locales de temperatura, salinidad, sustancias orgánicas disueltas y en suspensión, luz, tipo de fondo, etc, adecuadas para la especie o especies que

se quieran cultivar y para el tipo de instalaciones que se quieren poner en marcha. Dadas las propiedades de disolvente universal y de continuidad del mar es menester tener en cuenta también el régimen de viento y el de los movimientos de las aguas de la zona y tener en cuenta que pueden afectar a la zona causas de otras bastante lejanas. Así, hay que estudiar la presencia de enclaves industriales, agropecuarios, urbanos, portuarios, deportivos y de toda índole, que puedan afectar, aunque sea esporádicamente, al agua. Habrá que estudiar, no sólo el nivel de contaminación real y potencial global, sino los niveles de los distintos tipos de contaminantes de cualquier origen y el afluente que los aporta.

En cuanto al uso de las costas y las aguas costeras es importante considerar las instalaciones de cultivo dentro de un contexto de un plan general de ordenación, con objeto de que, en una zona costera determinada no, se produzcan incompatibilidades o solapamientos por estar la zona destinada a demasiados usos.

Clásicamente se consideran siete usos para las zonas costeras que son:

NAVEGACION Y COMUNICACIONES  
RECURSOS BIOLOGICOS  
RECURSOS MINERALES Y ENERGETICOS  
ESTRATEGIA Y DEFENSA  
ELIMINACION DE DESECHOS Y CONTAMINACION  
INVESTIGACION  
RECREEO

y recientemente se ha incorporado el de MANEJO con su aspecto de CONSERVACION.

Indudablemente el uso de los recurso biológicos es incompatible con la eliminación de desechos y con la extracción de recursos minerales e incluso con algunos aspectos del recreo. La acuicultura puede también resultar incompatible con la pesca, sobre todo con el uso de ciertas artes.

Sin embargo los cultivos pueden ser muy beneficiados por otro tipo de pesca, y por supuesto será muy beneficiada por los usos de investigación y los de conservación del

ambiente natural. A su vez, las instalaciones de Acuicultura pueden resultar perjudiciales para otro tipo de pesca o extracción. Hay que tener en cuenta que el propio cultivo produce gran cantidad de sustancia orgánica, y que si no es reciclada, como se tiende a hacer ahora, puede llevar a una eutrofización de la zona.

En el aspecto de ¿Cómo, dónde y qué especie se debe cultivar? se pone de manifiesto una vez más, la importancia de los conocimientos básicos. Cuanto más se sepa sobre la biología de las especies, sus necesidades alimentarias, su fisiología, su desarrollo, etc, y sobre el ecosistema marino y su funcionamiento, mejor se podrán llevar a cabo los cultivos y con mayor probabilidad de éxito.

Por todo lo que llevamos dicho, se comprende que la especie o especies a cultivar están en función de los conocimientos que se tengan sobre ella, el lugar disponible, las especies autóctonas de la zona, su adaptabilidad a la cautividad y del tipo de cultivo que se piensa llevar a cabo, además de las consideraciones económicas y sociales antes apuntadas.

Finalmente, quiero hacer unas consideraciones sobre las declaraciones de la IUCN, FAO, UNESCO PNUMA, y WWF que en distintas ocasiones, reuniones, conferencias, asambleas y similares han expuesto y que recientemente han sido compendiadas en la "ESTRATEGIA MUNDIAL PARA LA CONSERVACION: La conservación de los recursos vivos para el logro de un desarrollo sostenido" que en el capítulo dedicado a las cuencas hidrográficas y mares internacionales aconsejan de modo muy especial a los gobiernos y entidades, que promuevan cultivos marinos y den facilidades administrativas e incluso económicas a particulares y colectivos que quieran hacerlo. Les insta para que promuevan la investigación en este campo y den facilidades para la formación de técnicos capaces. Desarrollando los cultivos se pueden llevar a cabo otras acciones, como es el evitar la sobrepesca, la pesca con ciertas artes, en ciertas zonas y de ciertas especies, favoreciendo así el equilibrio de la naturaleza, sin disminuir el alimento de origen marino a disposición de la población.

Este tema aún tiene más trascendencia en los recursos

compartidos por varios países, que con demasiada frecuencia provocan conflictos internacionales.

La acuicultura marina reúne, por tanto, las ventajas de producir abundante alimento reduciendo el esfuerzo pesquero, el costo y la pérdida de vidas humanas, que la pesca convencional se cobra, sin producir los desajustes que toda "reconversión" supone. En este caso no se afecta, o se hace muy poco a las industrias subsidiarias, ni a las de transformación y se aprovechan los mismos canales de comercialización y transporte que los de la extracción. También la Acuicultura puede incorporar, sin demasiado trauma social, a trabajadores del sector pesquero. No es que se aconseje una sustitución total de la extracción por el cultivo, con la desaparición de la pesca convencional, sino que al depender la producción del alimento de origen marino no sólo de la extracción, ésta se puede hacer de un modo mucho más racional. Así, el rendimiento de la pesca se puede mantener en el óptimo sostenible sin los efectos deletéreos que actualmente produce y que van en detrimento de la propia pesca.

Con estas recomendaciones de organismos internacionales tan prestigiosos y libres de toda sospecha de subjetividad, quiero hacer hincapié en la necesidad, o mejor dicho en la verdadera urgencia de afrontar este tema con seriedad, desde todos los niveles, y con ello terminar esta charla introductoria.