

LA ACUACULTURA RÚSTICA

Abraham Juárez Eusebio

Introducción

Después de vivir la experiencia de la actividad productiva generada por la Revolución Verde, la acuacultura aparece como un foco de atención con expectativas optimistas para la producción de alimentos. El crecimiento progresivo en los rendimientos ha motivado el entusiasmo en esta actividad (Nash, 1987). Tan sólo en el periodo comprendido entre 1975 y 1985, se presentó un crecimiento mundial anual de 18.9%, mientras que el de la producción agrícola fue de 2.4% y el pesquero de 1.1% en el mismo lapso. La producción mundial por la acuacultura para 1985 fue de 8.7 millones de toneladas y para el año 2000 se obtuvieron rendimientos de 17 millones de toneladas. La FAO ve en las actividades de acuacultura la fuente de proteína que requiere la humanidad en el futuro próximo (Anónimo 1985a, 1985b; FAO, 1985).

La necesidad de la acuacultura se ha gestado entre dos grandes sistemas de producción: el agrícola y el pesquero, y su fomento, sobre todo en los países en desarrollo se ha dado en función de los programas gubernamentales de estos dos sectores. En ocasiones se le considera más cerca de la agricultura y en otras más cerca de la pesca. Por la afectación que produce en el medio ambiente y la cantidad de biomasa obtenida en cultivo, se le sitúa más próxima a la agricultura (Bardach, 1968). Sin embargo, en cuanto al manejo del ambiente, que en ocasiones llega a ser intenso (Beverige, 1984), por el medio de vida de los organismos y la aplicación de la biología pesquera, se le identifica con la pesca (Aguilera y Noriega, 1986).

La acuacultura, como muchas otras actividades humanas, también puede tener fuertes repercusiones ambientales y entrar en conflicto con intereses conservacionistas. Los ejemplos de camaronicultura en Filipinas y Ecuador, entre otros, se han llevado a cabo en gran escala y se han basado en la utilización de los ambientes que ocupa el manglar para colocar los estanques de crecimiento. Ello ha hecho que se talen los bosques de mangle y que las aguas cargadas de nutrientes y diversos medicamentos se viertan directamente en las lagunas costeras. Se han introducido especies de otras regiones y se han desatado plagas y enfermedades que conjuntamente con los problemas de deterioro antes mencionados han terminado en desastres económicos y

ambientales (Anónimo, 1986). Los principales efectos ambientales negativos se pueden resumir en destrucción o sustitución del hábitat local de reproducción de pesquerías (manglares), contaminación del agua de ríos y lagunas, explotación excesiva de larvas y juveniles tomados del medio natural, importación de larvas o juveniles de calidad inferior, enfermos o no compatibles, especie exóticas que alteran las poblaciones naturales, conflictos por espacio y recursos acuáticos con otras industrias, por ejemplo el cultivo de arroz o sal, o áreas naturales protegidas (Clark, 1996).

Hoy en día se busca una acuacultura sustentable, es decir, que no destruya los ambientes acuáticos, en este caso los costeros, sino que más bien utilice los servicios ambientales que le proporcionan los humedales para incrementar la producción rural de peces y así dar opciones alimenticias y económicas a las comunidades locales.

Con la información de este capítulo se busca aportar elementos que permitan transitar de las actividades de captura tradicional de especies acuáticas hacia actividades de acuacultura. Al mismo tiempo, se mencionan aspectos sobre pesquerías que presentan o han tenido algún tipo de articulaciones con la acuacultura.

En la actualidad, existe un contraste considerable en la cantidad de información que se genera respecto a la acuacultura en los campos de la investigación, mejoramiento y manejo de los recursos acuáticos frente a lo que se refiere a los principios generales que tienden a establecer un marco teórico de la actividad.

Diversos autores han contribuido a establecer descripciones por medio de similitudes con la agricultura o de los diversos grados de intensidad del esfuerzo humano aplicado (Bardach, 1968 y 1976). La mayor contribución ha sido la realizada por Mayo *et al.*, (1984), quienes asistidos por el Servicio de Acuacultura y Recursos de Aguas Interiores (FIRI) y por el Programa de Coordinación y Desarrollo de la Acuacultura (ADCP) de la FAO, propusieron definiciones que han alcanzado con rapidez amplia aceptación (FAO, 1985). Las definiciones propuestas son las siguientes:

1. *Producción acuícola o acuacultura.* Es aquella porción de la producción pesquera que se obtiene por la intervención del hombre y comprende el control físico del organismo en algún punto de su ciclo de vida diferente de la captura.

2. *Cultivo extensivo*. En el cual todos los requerimientos nutricionales se derivan de fuentes naturales sin intervención deliberada del hombre.

3. *Cultivo semi-intensivo*. Actividad en la cual la capacidad de carga del sistema se alcanza por medio de la fertilización intencional y la aplicación de alimento complementario.

4. *Cultivo intensivo*. Donde todos los requerimientos nutricionales se satisfacen con fuentes externas.

5. *Acuacultura de subsistencia*. Actividad que es realizada por una familia o grupo de familias y el producto es consumido principalmente por los productores o es intercambiado con sus vecinos inmediatos.

6. *Acuacultura doméstica*. Esta actividad tiene como fin principal su consumo dentro del país y la remuneración a los productores se da en moneda nacional por los canales establecidos por el mercado.

7. *Acuacultura de exportación*. Tiene como fin primordial la exportación a otros países, y la remuneración al productor se da a través de cooperativas de mercado o por los canales mercantiles internacionales.

8. *Piscicultura*. Rama de la acuacultura cuya finalidad es realizar la actividad de cultivar peces en cautiverio. En este tipo de trabajo se mantiene a los organismos en un lugar donde pueden crecer, alimentarse, e incluso, reproducirse sin escapar, pudiendo después cosecharlos con facilidad. Además, es una actividad que se puede desarrollar cuando los suelos no son aptos para agricultura o no dan los resultados deseados. Es una alternativa que se puede utilizar en el medio rural.

La acuacultura se inició en Asia, principalmente en China y Japón, donde es tradicional el cultivo de peces y otras especies marinas como camarón, langostino, ostras, etc. De manera general se puede definir varios tipos de acuacultura dependiendo de las especies que se manejen (Nash, 1987); así tenemos la piscicultura (peces), la camaronicultura (camarones) y la malacocultura (ostras, mejillones, almejas, etc.)

En nuestro país, el gobierno mexicano empezó a promover la acuacultura a principios de la década de los setenta al fomentar la formación de centros acuícolas en diversos estados de la República para dar opciones de alimentación a las comunidades locales (Hernández-Avilés y García-Calderón, 1990).

Los principales centros acuícolas y unidades de producción se ubicaron en el centro del país, por estar más desarrolladas y contar con un mayor número de población. Por consecuencia las especies que se cultivaban eran de agua dulce como tilapia, trucha, bagre, carpa, lobina y charal (Hernández-Avilés y García Calderón, 1990; Chávez, 1993).

En las zonas costeras no se le ha dado el mismo impulso a la acuacultura, salvo para el caso del camarón en las costas de Sinaloa y Sonora. Los primeros ensayos sobre el cultivo del camarón se iniciaron en 1970 cuando se construyeron los primeros estanques en Sinaloa. Las especies que tienen posibilidades de manejo son en el Golfo de México *Penaeus duorarum* (camarón rosado), *Penaeus setiferus* (camarón blanco) y *Penaeus aztecus* (camarón café); y en el Pacífico a *Penaeus vannamei* (camarón blanco), *Penaeus stylirostris* (camarón azul) y *P. californiensis* (camarón café); (Arredondo, 1990; Figueroa y Arredondo, 1983; Chávez, 1993).

Para el caso de los moluscos marinos, la mayoría son organismos sedentarios por lo que pueden extraerse fácilmente. Esto ocasionó que muchas especies fueran sobreexplotadas como es el caso del caracol del Caribe (*Strombus* sp., *Pleuroplaca gigantea* y *Busycon* sp.), del abulón (*Haliotis* sp.), de la concha nacar (*Pteria sterna*) y la madre perla (*Pinctata mazatlanica*), la almeja voladora (*Pecten vogdesi*) y la almeja catarina (*Aropecten circularis*) (Rangel, 1990).

La madre perla (*Pinctata mazatlanica*) fue de las primeras especies en cultivarse a por los años de 1890 en Baja California Sur. Sin embargo, eran grandes compañías las que tenían la concesión y la poca participación de las comunidades locales llevó a que los pobladores locales saquearan la compañía y destruyeran instalaciones y archivos (Rangel, 1990).

Otra especie de molusco que ha tenido importancia comercial es el ostión (*Crassostrea virginica*) que se encuentra en bancos en las lagunas costeras de Tamaulipas,

Veracruz, Tabasco y Campeche. En un principio solamente existía como pesquería comercial (años treinta) siendo Veracruz la entidad productora por excelencia, pues aportaba 60% de la producción nacional. Sin embargo, la contaminación por petróleo y la sobreexplotación del recurso llevó al establecimiento de las primeras granjas en Tabasco para 1974 (Rangel, 1990).

En México existen un gran número de empresas dedicadas al cultivo de peces, langostinos, camarón y moluscos. Las especies que se cultivan son: abulón, mejillón azul, ostión, almeja catarina, camarón, jaiba, langostino, callo de hacha, bagre, trucha, carpa, tilapia y mojarra.

Actualmente, el gobierno federal cuenta con un programa de acuacultura rural que busca contribuir a mejorar las condiciones socioeconómicas de las comunidades del sector rural a través del fomento y desarrollo de la actividad acuícola. Cuenta con 40 centros acuícolas que producen y abastecen de crías a los granjas rurales en 25 estados prioritarios de los cuales 12 son costeros. Sus metas son producir 9,000 tn de carne al año y beneficiar a 40,000 familias (Programa de Acuacultura Rural, 2003).

La acuacultura ha representado una fuente alternativa de proteínas desde hace siglos en varios países de Asia. Hoy en día cada vez cobra más importancia en América y África. La acuacultura rústica es una alternativa importante que se puede desarrollar sin grandes inversiones y que permite incorporar a las poblaciones de municipios rurales costeros a una actividad económica redituable.

En el estado de Veracruz existen varias zonas donde se han desarrollado actividades acuícolas: Tamiahua, El Llano, El Farallón, La Mancha, Alvarado, Sontecomapan y Catemaco, entre otras. Las principales especies que se cultivan son: langostino, jaiba, camarón, trucha, tilapia y peces de ornato (SEMARNAP, 1996).

Piscicultura

La piscicultura es una rama de la acuacultura que se dedica al cultivo de peces. En nuestro país se basa principalmente en el cultivo de especies alóctonas y su mayor

desarrollo ha sido en embalses de agua dulce, principalmente en el centro del país. Sin embargo, en las zonas costeras este tipo de acuacultura también se puede desarrollar y presenta las siguientes ventajas sobre la pesca en el medio natural:

- El rendimiento es mayor que en el medio natural, porque en una misma área se producen más peces que los que se encontrarían en la naturaleza.
- Se puede escoger la especie deseada.
- Es más fácil sacar los peces de un estanque, corral o jaula que ir a pescarlos al río o laguna.
- Se puede mantener el producto todo el tiempo que se desee.
- Es posible tener pescado donde antes no lo había.
- Lo anterior se traduce en una entrada económica más permanente y segura.

Sistema de cultivo

Los peces pueden cultivarse en varios tipos de sistemas:

- estanques (pueden ser de concreto o de tierra)
- corrales y jaulas flotantes
- reservorios naturales, como lagunas, jagueyes, brazos de ríos

Cada uno de estos sistemas se puede manejar de manera productiva según la cantidad y calidad del agua y del alimento del que se disponga. Existen sistemas tanto extensivos como intensivos, aunque la piscicultura no se limita a estos dos extremos. La mayoría de los casos son intermedios. Un nivel de manejo intermedio permite una buena cosecha, económicamente redituable, no requiere una gran inversión para su montaje y a la larga resulta sustentable pues su impacto sobre el ambiente puede ser manejado.

La producción que se obtenga de un cultivo de peces va a depender de varios factores:

- selección del sitio,
- selección de la especie y
- aplicación de las reglas de manejo.

Es importante tener en cuenta que la selección del sitio en donde se va a construir un estanque es un punto clave. Así mismo, el estanque debe estar construido correctamente.

Si se cumplen estos principios el área puede ser más productiva que si se tuviera un cultivo agrícola. Pero de no ser así, el piscicultor no tendrá los resultados óptimos.

La piscicultura puede llevarse a cabo en diversos tipos de terreno. En el presente capítulo se hará énfasis en los denominados encierros rústicos. Estos consisten en aislar una parte del cuerpo de agua a manera de una gran jaula donde se controlan algunas de las condiciones ambientales. Para ello se utiliza un cuerpo somero de agua, rodeado de vegetación, es decir, un humedal (ver capítulo sobre Humedales en la segunda sección). La presencia de la vegetación del humedal (es decir comunidades vegetales adaptadas a las condiciones de inundación permanentes o semipermanentes, ya sea de agua dulce o salobre como son los manglares, los popales, los tulares, entre otros) actúan como una fuente de nutrientes y como una zona de depuración y limpieza de las aguas (ver capítulo de la séptima sección que habla sobre Humedales comotratamiento de aguas residuales) del propio cultivo de peces, por lo que con frecuencia son de gran ayuda. En la medida que se logra un cultivo de peces, económicamente redituable, que no sobrepasa la capacidad de carga del humedal y que ayuda a mantenerlo, se tendrá un proyecto de acuacultura sustentable. En estos ambientes, además de experiencias de acuacultura en encierros se tienen buenos resultados en el uso de jaulas, aunque éstos resultan de mayor intensidad.

Finalmente, debe tenerse en cuenta la influencia de las condiciones naturales del cuerpo de agua, como es el oxígeno, la temperatura, el pH, la cantidad de materia orgánica en el agua, entre otras. En este sentido, la temperatura del agua y el oxígeno son dos de los factores más importantes. Las especies que se pueden cultivar van a estar determinadas por las temperaturas que se tengan en el estanque a lo largo del año. Así mismo, los peces respiran dentro del agua, por tanto ésta debe contener el oxígeno necesario. Cuando el pez sale del agua y boquea, es por que le falta oxígeno. Si se ponen muchos peces en un volumen de agua pequeño, se agotará rápidamente el oxígeno y pueden morir asfixiados.

Reproducción

Los peces pasan esencialmente por cuatro etapas. La primera son los huevecillos, los cuales son fertilizados por los machos. Éstos se van desarrollando y creciendo hasta que rompen propiamente el huevo que funcionaba como una protección, dando

lugar a las crías o yemas. Rápidamente desaparece la yema y da lugar al estadio de alevín, de ahí llegan a juveniles y finalmente a adultos. Este desarrollo se efectúa en un ciclo cuya duración depende de cada especie, de la temperatura del agua, del tipo y cantidad de alimento y de las condiciones ambientales en general.

Alimentación

Cada especie tiene sus preferencias en cuanto al alimento que consume. La *Tilapia nilotica* o Tilapia del Nilo, por ejemplo, se alimenta de pequeñas partículas vegetales que crecen en el agua (fitoplancton). La *Tilapia aurea* prefiere pequeños animales que viven suspendidos en el agua (zooplancton) y la *Tilapia melanopleura* se alimenta de lo que se muere en la columna de agua y se deposita en el fondo (detritus).

Sanidad

Finalmente, es necesario mantener condiciones sanitarias adecuadas. Las enfermedades en condiciones de cultivo se incrementan respecto a las condiciones naturales. Así, si las branquias presentan un color rojo brillante, el pez está sano, pero si son blancuzcas con manchas o parásitos, el pez está enfermo y habrá que separarlo o eliminarlo para que no se contaminen los demás.

La especie que se escoja deberá tener ciertas características y cubrir algunos requisitos como:

- estar disponibles localmente o ser capaces de adaptarse al clima local,
- poder reproducirse localmente en la zona o en condiciones de cultivo; en su defecto, que exista un centro de producción de crías cercano,
- su crecimiento debe ser rápido,
- deben ser resistentes a enfermedades y al manejo,
- no ser exigentes en cuestión de alimento y
- ser especies conocidas y apreciadas en la zona.

Principales especies de peces utilizadas en los encierros rústicos

Hay algunas especies que cumplen estas características por lo que comúnmente se utilizan en la piscicultura (Anónimo, 1985c, 1986). A continuación se describen estos grupos.

Las tilapias

Este grupo de especies no son nativas de México, sino de África. Fueron introducidos al país en el año de 1964, en el Centro Piscícola de El Temascal, Oaxaca, y se adaptaron bien. Pertenecen a la misma familia de las mojarra nativas. Aceptan muy bien el alimento balanceado, son muy prolíferas y dejan en desventaja a las especies locales y a las endémicas. En un período de 6 a 8 meses, en función de las condiciones locales, se cuenta con organismos aceptables para el mercado. Las mojarra nativas son carnívoras y de menor tamaño, se alimentan de insectos, crustáceos y pequeños peces.

Son un grupo de especies muy favorecidas en la acuacultura por su gran éxito reproductivo en los cuerpos de agua del país, por lo que ha desplazado y disminuido las poblaciones de las especies nativas. Como toda especie introducida, tiene efectos en otras poblaciones de organismos ya que compite con ellos o los usa como alimento y en el propio ambiente. Existen datos obtenidos en Nicaragua (específicamente para el lago Nicaragua), que muestran que cuatro de cada cinco peces nativos –principalmente mojarra y guapotas– han desaparecido con la introducción de las tilapias. Frecuentemente se escapan de las jaulas o encierros en los que se introducen y empiezan a reproducirse en el ecosistema natural y su erradicación es casi imposible. Sin embargo en ojos del productor y del propio gobierno, tiene gran aceptación en el mercado, es fácil de cultivar y las instituciones gubernamentales promueven dichos paquetes tecnológicos, así como la cría de alevines.

En la actualidad, con la ayuda de la genética se han podido generar nuevos híbridos o variedades, es decir, organismos con distintas características como por ejemplo mejores rendimientos. Se han logrado híbridos que en la primera generación (F1) logran crecer de 10 g a 1 kilogramo en seis meses. Los híbridos rojos y las variedades rojas (por ejemplo, tilapia de Mozambique –*Oreochromis mossambicus* roja o bien *O. niloticus redstirling*), se han insertado en el mercado como un pescado diferente. Este recurso tiene mejor presentación y actualmente se les ha promovido en los diferentes medios de comunicación con el nombre comercial de “Pargo cerezo” obteniéndose un precio que garantiza la viabilidad económica del cultivo (Anónimo, 1986).

El gobierno mexicano cuenta con pocas opciones para realizar acuicultura. Ello ha llevado a la tilapia a ocupar un sitio preponderante en estas actividades. Es necesario hacer un mayor esfuerzo por proporcionar a los pobladores locales y a los municipios con paquetes tecnológicos y crías de especies nativas que permitan aprovechar y cultivar otros recursos, que tienen mercado y son de buena calidad.

Las carpas

Estas especies tampoco son mexicanas aunque se adaptaron muy bien al país. Proviene de Asia y Europa, como es el caso de la carpa común o de Israel. Generalmente se alimentan de organismos y de desechos presentes en el fondo del cuerpo de agua, aunque también las hay herbívoras. Por lo general se cultivan varias especies de carpas juntas, lo que se conoce como poli-cultivo. De esta forma se aprovechan todas las fuentes de alimento que hay en el agua y en el fondo de los estanques (Figura 1).

998

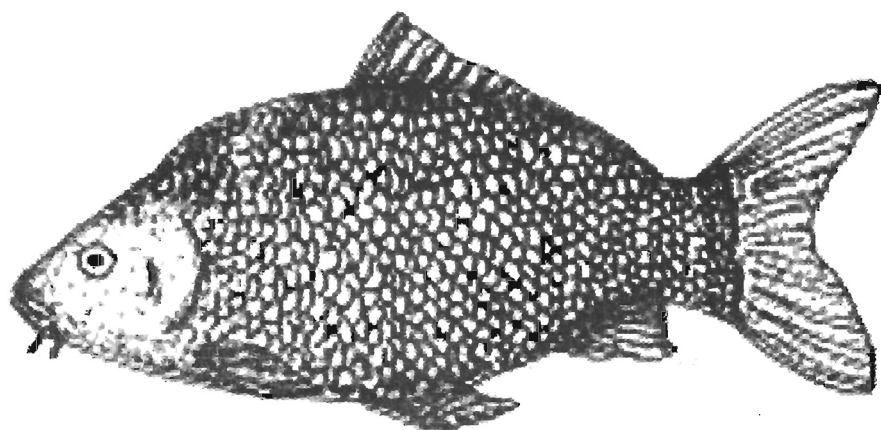


Figura 1 | Carpa.

Las lobinas

En nuestro país la especie que se cultiva es la lobina negra cuyo nombre científico es *Micropterus salmoides*. Es un pez de clima cálido y requiere de agua con altos contenidos de oxígeno. Se usan principalmente para poblar lagos y presas. Se reproducen a temperaturas de 20°C. Son peces carnívoros que comen insectos, gusanos, crías de peces y otros organismos (Figura 2).

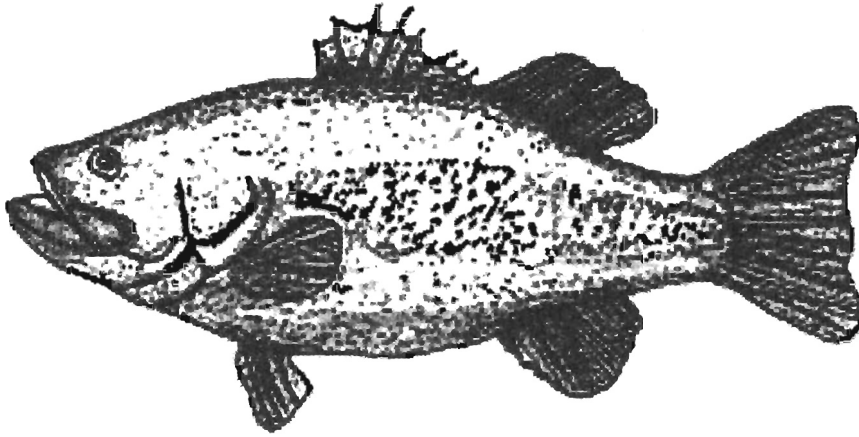


Figura 2 | Lobina.

Los bagres

Incluye varias especies, pero la más común en nuestro país es el Bagre de Canal (*Ictalurus punctatus*). Son peces omnívoros, es decir, que se alimentan de toda clase de materia tanto vegetal como animal y se adaptan bien al alimento artificial. Son organismos de clima templado pero crecen bien entre los 22 y los 26°C. Para reproducirse, requieren una temperatura entre 21 y 24°C. Pueden vivir en aguas bastante turbias pero que tengan un contenido alto de oxígeno (Figura 3).

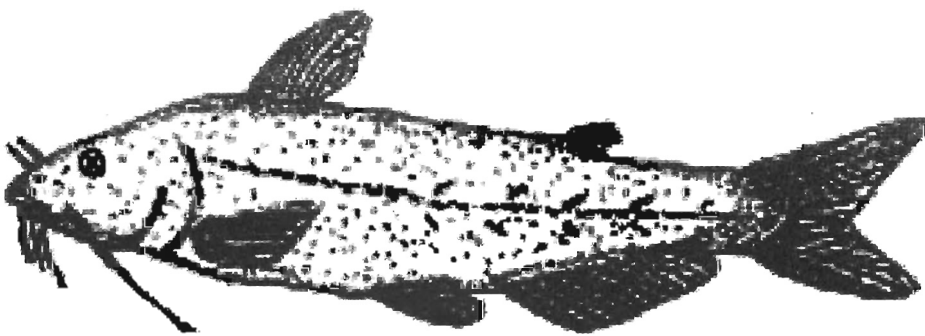


Figura 3 | Bagre.

México cuenta con una gran variedad de recursos pesqueros. Existen experiencias comunitarias exitosas en las que se realiza acuacultura rústica obteniendo crías y juveniles del medio, y llevándolos en forma de semicultivo hasta tallas más grandes ya sea para venta o subsistencia.

Las truchas

Son peces alargados de color gris, a veces verdosos con manchas oscuras sobre el cuerpo y una banda lateral brillante. Son de clima frío y por tanto se cultivan en zonas como la región de Orizaba y la de Coatepec en Veracruz. Son carnívoros pero se les puede proporcionar alimento balanceado: gusanos y desperdicio de carne y pescado.

Existen también especies endémicas de Veracruz, cuya carne es de buena calidad, con la ventaja de que pueden encontrar fácilmente su alimento por ser autóctonas.

Las mojarra nativas

Las más conocidas son la Guapota, la Injerta, la Castarrica y la Tenguayaca. Estos organismos son muy abundantes en las lagunas y los ríos de las zonas tropicales de México. Los campesinos, ganaderos y pescadores acostumbran dedicar algunas de sus tardes para anzuelar y llevar a sus hogares estos hermosos y sabrosos peces.

Las mojarra (también llamadas cíclidos) viven en ríos de aguas de flujo lento y se desarrollan de manera óptima en lagos y lagunas que tienen abundantes plantas acuáticas. Algunas llegan a vivir en aguas salobres, es decir en donde se mezclan el agua de mar y el agua dulce. Sus hábitos alimenticios son los de un omnívoro ya que comen tanto plantas como animales. Algunas tienen una marcada preferencia hacia el alimento artificial. Vale la pena señalar que la tenguayaca es un organismo carnívoro, pero no estricto por lo que se puede manejar en jaulas.

Las mojarra por su precocidad sexual (se reproducen desde temprana edad), su fertilidad, la talla alcanzada, el rápido crecimiento y su alto porcentaje de conversión de alimento a peso vivo, son empleadas en casi todos los países para hacer cultivos.

Son peces ovíparos, o sea que se reproducen a base de huevos. Existe en ellos un dimorfismo sexual evidente; en los machos se presenta una pequeña papila en cuyo

ápice se encuentra el orificio genital por el cual sale el esperma que fecunda a los huevos desovados por la hembra, la cual carece de la papila antes mencionada. El orificio genital de la hembra es en forma de media luna y se localiza algunos milímetros antes del poro anal. También la coloración hace evidente la diferenciación sexual pues los machos tienen mucho más colorido que las hembras, especialmente en épocas de reproducción (Figura 4).

Algunas mojarra acostumbraban hacer su nido en el fondo del cuerpo de agua, en forma de cono, con un diámetro de aproximadamente 50 cm del cual retiran todas las partículas grandes dejando la arena o el limo más fino. En el fondo de este cono, la hembra deposita los huevos cuyo número varía con la especie y talla de la madre. Otros acostumbraban pegarlos a superficies duras y tersas. Después de su eclosión los trasladan a un nido elaborado en el fondo.

En estos organismos existe una marcada territorialidad pues los nidos se hacen a distancias no menores de un metro respecto a otro nido.

Desde el punto de vista comercial, las mojarra tienen gran importancia pues son la base de muchas pesquerías. En Veracruz los pescadores capturan más de 100 toneladas anuales con anzuelo, atarrayas o redes agalleras.

Mojarra castarrica, injerta (*Cichlasoma urophthalmus*)

Distribución geográfica: esta especie está distribuida en el sudeste de México, en la región del Usumacinta, Yucatán, Isla Mujeres, Belice, Guatemala, Nicaragua, vertiente Atlántica hasta Honduras (Espinosa *et al.*, 1993).

Aspectos biológicos: tiene la forma de casi todas las mojarra, con un cuerpo compreso y ligeramente alargado, de 25 cm de largo. La coloración es muy vistosa, café claro a rojizo, con 6 o 7 barras oscuras transversales y manchas negras bordeadas de un tono blanco plateado en la base de la aleta caudal. Sus aletas están muy desarrolladas, característica que les da gran belleza. El rango de salinidad en la que se encuentra es 0—35‰ (Figura 4).

Dieta natural: omnívoro, alimentándose de pequeños crustáceos, insectos, huevos de pez, plantas y detritus.

Fecundidad/ Reproducción: pone 1,000 a 4,000 huevos cada 3-4 semanas.

Sexualmente son muy precoces pues se empiezan a reproducir cuando miden entre los 7 y 8 cm. Esta talla la alcanzan entre las 12 y 16 semanas. En algunas zonas de Veracruz se pesca para comercializar la hueva.

Importancia en acuacultura y en pesquerías: son muy utilizados en estanquería y jaulas. Además se les pesca frecuentemente.

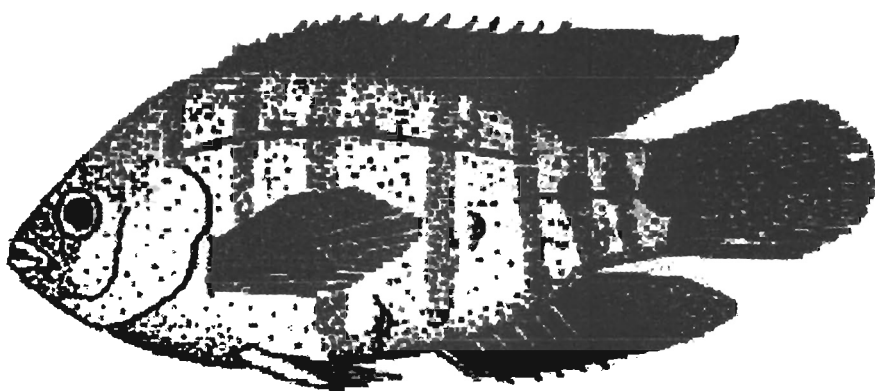


Figura 4 | Mojarra Castarrica.

Tenguayaca (*Petenia splendida*)

Distribución geográfica: vertiente del Atlántico, de la cuenca del río Grijalva a la del río Usumacinta y del río Belice, en el sur de México, península de Yucatán, norte de Guatemala y Belice. Fue introducida en la Presa Miguel Alemán, Oaxaca.

Aspectos biológicos: presentan una coloración dorada, en el dorso más oscura y en el vientre más clara. A los lados sobresalen 9 manchas oscuras colocadas a lo largo del cuerpo, la primera sobre el opérculo branquial y la última en la base de la aleta caudal. Esta mancha sobresale de las demás por su mayor tamaño y colorido. La dentición es viliforme, es decir, los dientes tienen forma de pelos cortos; además presenta una serie longitudinal de 38 a 45 escamas. La forma del cuerpo es ligeramente alargada especialmente en los machos. Alcanzan una talla de 37 a 40 cm, con un kilo y medio de peso aproximadamente. Tiene una boca muy grande y protractil y se alimentan de pequeños peces. En cautiverio el canibalismo (se comen unos a otros) se presenta con mucha frecuencia ((Figura 5).

Reproducción: estas mojarras ponen sus huevos adheridos a superficie sólidas y tersas. Las hembras ponen cerca de un millar de huevos, aunque varía de acuerdo con el peso de la hembra. Tardan en nacer 5 días a una temperatura de 28 °C. Después de esto, los progenitores vuelven a reproducirse a los 45 días.

Importancia en la acuacultura y en pesquerías: la tenguayaca se pesca fácilmente con carnada viva o con anzuelo; los pescadores capturan importantes volúmenes de esta mojarra con el empleo de redes agalleras. El chinchorro es un arte de pesca que se emplea con eficiencia para capturarla.

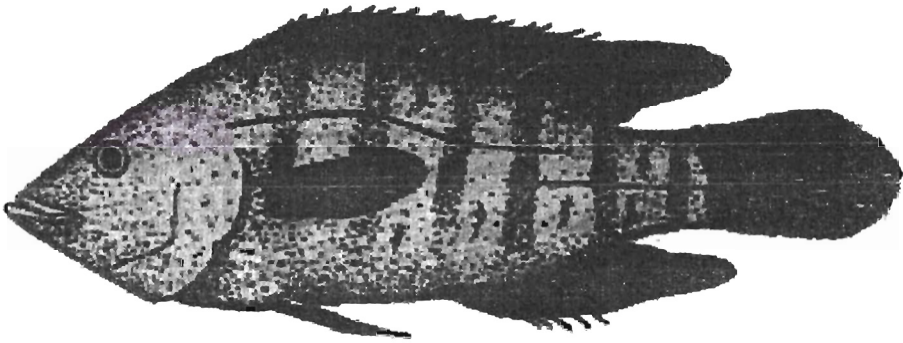


Figura 5 | Mojarra Tenguayaga.

Mojarra guapota (*Cichlasoma gadovii*)

Distribución geográfica: desde el Istmo de Tehuantepec hasta la frontera panameño-colombiana, siendo de origen sudamericano y encontrándose ampliamente distribuida en México.

Aspectos biológicos: son organismos en que el macho supera a la hembra en talla y peso; la máxima longitud es de 27 cm, con un peso de 300 g. Es corpulento, alto, de coloración rojiza en la porción cefálica y ventral más oscura en la dorsal, con la base de la aleta dorsal o de la anal con vaina escamosa. El ápice de las aletas pectorales no llega al origen de la anal. Los dientes de la serie externa en la mandíbula superior son progresivamente mayores hacia el centro. El par central no es abruptamente mayor que los demás. La aleta

caudal es redondeada o subtruncada. Tiene seis bandas oscuras en los costados desde el opérculo a la base de la aleta caudal (Figura 6).

Reproducción: la fecundidad relativa está relacionada con la longitud del individuo más que con su edad y peso. Tiene dos períodos de desove que son de enero a marzo y de julio a septiembre. Los organismos de 15 cm de longitud producen 1,000 huevecillos y organismos de un tamaño de 20 cm, producen 2,115 huevecillos.

Alimentación: es un pez pelágico cuyos hábitos alimenticios son los de un organismo omnívoro; ingiere larvas de insecto, insectos, copépodos y alevines.

Importancia en la acuicultura y en la pesca: es un organismo apropiado para cultivo en jaulas, con buena aceptación de alimento balanceado.

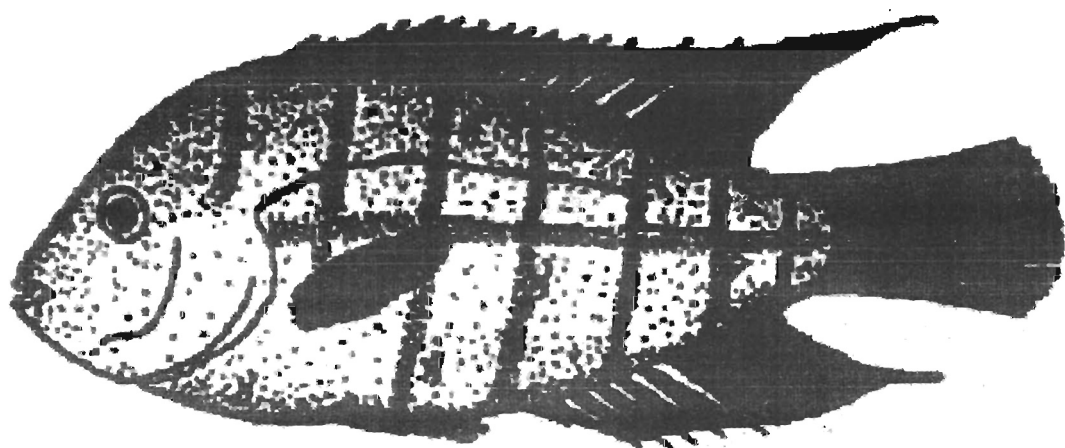


Figura 6 | Mojarra Guapota.

Los robalos

Son grandes peces predadores que se encuentran distribuidos en la vertiente del Golfo de México y del Océano Pacífico. Son especies principalmente marinas, aunque penetran en las aguas dulces.

Las características migratorias no están bien claras pero se sabe que penetran a los ríos para desarrollarse y cuando han alcanzado su madurez regresan al mar a reproducirse. Esto se puede observar claramente en ríos como el Cosamaloapan, río Limón, río Acula, río Nautla, río Cazones, río Tecolutla, río Tuxpan, entre otros muchos. (Castro, 1978).

Descripción: el cuerpo de estos peces es de forma alargada, comprimido, cubierto de gran cantidad de pequeñas escamas (Tenoideas). La línea lateral en estos peces es casi recta y se continúa hasta el pedúnculo caudal. Cuenta con dos aletas dorsales, la aleta caudal (furcada), y las aletas ventrales con una espina y cinco radios. Tienen una boca grande, protráctil.

Hay numerosas especies. Las que están reportadas para el estado de Veracruz son el robalo blanco (*Centropomus undecimalis*), el robalo chucumite (*Centropomus parallelus*) y el robalo prieto (*Centropomus poeyi*).

Comportamiento: los róbalos son peces ictiófagos, es decir que comen otros peces. Son considerados como los grandes predadores de las aguas dulces. Diariamente capturan numerosos peces pequeños que devoran de un solo bocado. La velocidad con la que se desplazan es mucho mayor que la que pueden alcanzar los pequeños peces moradores de los ríos y lagos en donde los róbalos se alimentan.

Diferenciación sexual: No existe una diferenciación sexual evidente entre los machos y las hembras de esta familia.

Alimentación: como son organismos carnívoros, se alimentan con desechos de pescado fresco o desecho de pollo triturado.

Importancia en la acuicultura y en la pesca: estos organismos son idóneos de manejar en jaulas.

Robalo chucumite (*Centropomus parallelus*).

Distribución geográfica: costas del Atlántico de América Tropical. En México se localiza en Alvarado, Mandinga y Boca del Río, en los ríos Usumacinta y Grijalva en el Golfo de México, en la Laguna de Catazajá en Chiapas (Castro, 1978).

Aspectos biológicos: son peces pequeños de 40 cm aproximadamente. Alcanzan esta talla entre un año y medio a dos. Es importante aclarar que el

término chucumite también se aplica en la costa a formas juveniles de las otras especies. Su coloración es gris azulado en el dorso, lateralmente plateado o amarillento, aletas amarillentas, y nadan a media agua. Son peces ictiófagos muy voraces que emplean con mucha eficiencia la boca protráctil para la captura de su alimento. Son muy activos y nerviosos y no permiten que se les acerque ninguna persona, pues huyen rápidamente (Figura 7).

Reproducción: se lleva a cabo en los meses de mayo, junio y julio aunque en ocasiones se prolonga hasta septiembre.

Importancia en la acuicultura y en la pesca: se le captura con diferentes artes de pesca: anzuelos, redes agalleras, chinchorros y arpón. Es uno de los principales productos de la pesca de los humedales como los de Alvarado en Veracruz. Esta especie es susceptible de desarrollarse en estanques artificiales en jaulas flotantes y encierros rústicos. Se capturan juveniles del medio natural y se transportan a los recintos antes mencionados. Tienen una gran importancia comercial, pues su carne es muy sabrosa, lo cual hace que tenga gran demanda. Estos organismos son idóneos de manejar en jaulas, como lo muestran las experiencias en Campeche y Baja California. Se han obtenido buenos rendimientos en semicultivo de chucumite, introduciendo 2,000 organismos en jaulas de 4 m X 4 m X 2 m = 32 m³, siendo equivalente a 63 organismos / m³.

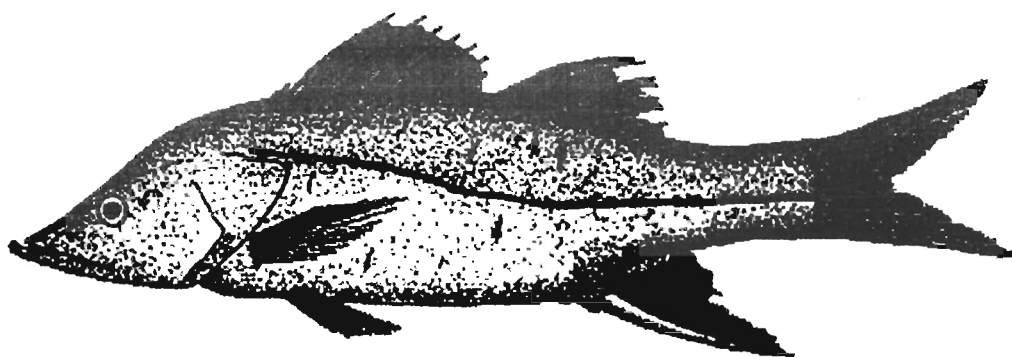


Figura 7 | Robalo Chucumite.

Robalo prieto (*Centropomus poeyi*)

Distribución geográfica: se distribuyen desde Baja California hasta Ecuador, y desde Tamaulipas hasta Tabasco (Castro, 1978).

Aspectos biológicos: aparentemente los individuos jóvenes pasan gran parte del tiempo en aguas completamente dulces, por ejemplo han sido observados en el río Papaloapan cerca de Tlacotalpan. Su coloración es plateada con el dorso pardo, y sobresale una banda lateral oscura; las aletas son oscuras. En edad adulta alcanza hasta 60 cm, logrando este desarrollo en dos años de cautiverio (Figura 8).

No hay forma de diferenciar a los machos de las hembras. También está reportado que las hembras sexualmente maduras penetran a los ríos a desovar.

Importancia en la acuicultura y en la pesca: son de gran importancia como alimento y en el mercado se les cotiza a muy altos precios.

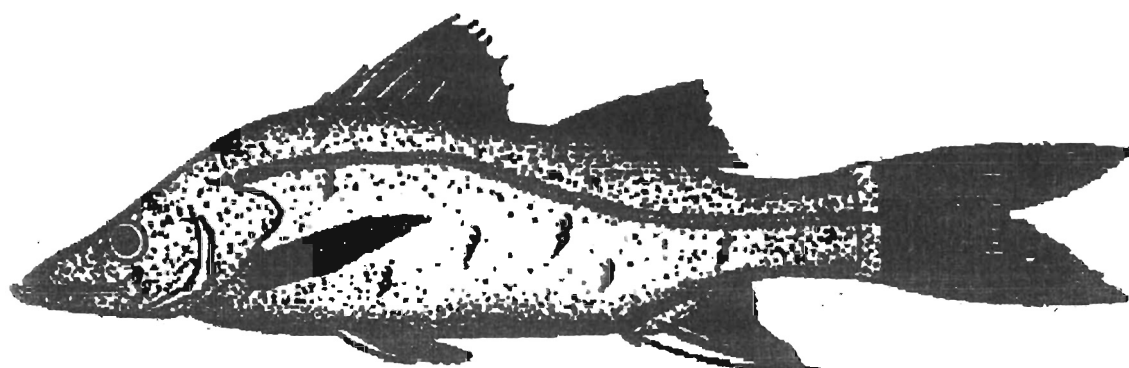


Figura 8 | Robalo Prieto.

Robalo blanco (*Centropomus undecimalis*)

Distribución geográfica: desde Carolina del Sur (Estados Unidos) hasta Río de Janeiro, Brasil, en el Atlántico Occidental y en el Pacífico Oriental, desde el Golfo de California hasta Panamá. En México ha sido reportado en el Golfo

de México en Laguna Madre, Tuxpan, Tamiagua, Tampamachoco, para localidades más precisas en el estado de Veracruz; Alvarado, Laguna de Términos Campeche; Chiltepec, Tab.; Río Champotón, Camp. (Castro, 1978).

Aspectos biológicos: es una especie eurohalina (soporta amplios rangos de salinidad). Su distribución y abundancia parecen estar en estrecha relación con la presencia de lagunas litorales y estuarios, donde la fluctuación de salinidad es notable. Se ha encontrado en aguas con salinidad desde 9.9 hasta 31.6 ‰. La zona de reproducción se localiza en el mar, en sitios someros y cerca de las desembocaduras de los ríos. En nuestro país está considerado como uno de los peces que alcanzan mayor demanda en el mercado. El color es plateado o dorado, el dorso verde oscuro y tiene una banda negra natural (Figura 9).

Importancia en la acuicultura y en la pesca: es muy conocido y abundante en las costas del Golfo de México y penetra a los ríos. En la laguna de Alvarado se capturan organismos de gran talla, hasta de un metro de longitud y en ocasiones de más. Su carne es blanca y muy sabrosa, y se le puede capturar con anzuelo o chinchorro playero.

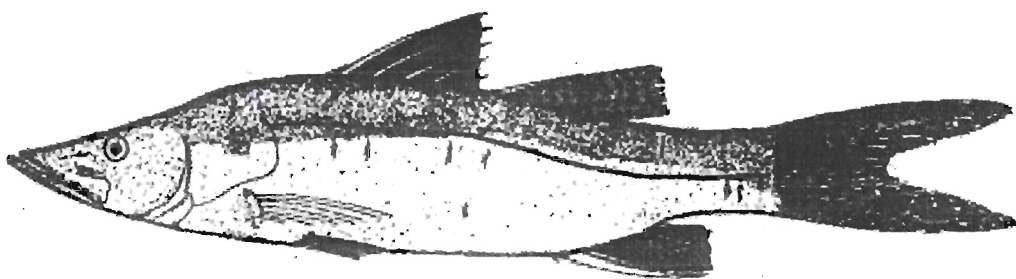


Figura 9 | Robalo blanco.

Técnica utilizada para la operación de un encierro rústico en la producción de tilapia

Los encierros rústicos son sistemas altamente productivos en acuicultura, caracterizados por el uso de embalses naturales o artificiales de agua dulce o salobre,

comúnmente desaprovechados desde el punto de vista pesquero. Para desarrollar un encierro se necesitan seguir varios pasos que a continuación se explican.

Selección del sitio

Se debe buscar un sitio adecuado que permita que el cultivo sea exitoso. Debe reunir varias características como tener suficiente cantidad de agua durante el tiempo que dure el cultivo; ésta debe tener una circulación tal que le permita estar aireada. Si no es así, habría que invertir en un aireador. El agua debe estar lo más limpia posible, libre de contaminantes. Un análisis de la vegetación que hay alrededor, del tipo de sedimento y de la cantidad de materia orgánica presente en él, nos dará idea de la productividad del sitio. El encierro rústico debe ubicarse en lugares donde el funcionamiento natural del humedal y del cuerpo de agua sean la fuente de materia orgánica, es decir la principal sostenedora de la productividad natural, establecida para mantener una carga de peces o crustáceos durante un determinado tiempo de cultivo. Otro factor importante es que no esté directamente expuesto a las arribaciones de corrientes fuertes que destruyan los cercados y se pierda el producto.

1009

También es posible crear hondonadas artificiales para los cultivos, siempre y cuando se tenga agua cerca, de buena calidad y cantidad, que permita el cultivo de peces. Es importante conocer las características del sitio y hacer un diseño acorde con la permeabilidad y condiciones físicas y químicas de los suelos.

Para desarrollar un encierro rústico se deben contemplar los siguientes puntos: selección del sitio, prospección pesquera del sitio, limpieza del cuerpo de agua, construcción del encierro, el periodo de cultivo, la densidad de carga, la forma de obtener a las crías y el transporte de los peces vivos. Además, la organización y capacitación del grupo y el apoyo de los sectores gubernamentales ligados con los permisos y producción acuícola son factores importantes a tener en cuenta.

Prospección pesquera del sitio

Después de elegir el sitio, es necesario conocer las condiciones ambientales (salinidad, temperatura, concentración de oxígeno y de nutrientes del agua, cantidad de materia orgánica, número de colonias de bacterias) así como la estructura

poblacional de los peces existentes. Esto último se puede hacer mediante la ayuda de atarrayas de diferentes aberturas de malla, chinchorros con copo y anzuelos. De esta manera se sabrá qué peces viven en esos sitios, los cuales a su vez son indicadores de las condiciones y también se sabrá quiénes son los competidores directos de los peces que se van a cultivar así como los depredadores naturales.

Limpieza del cuerpo de agua y manejo del agua

El lugar seleccionado debe limpiarse de todo tipo de maleza, troncos y basura en general, con la finalidad de crear un espacio apropiado para que los organismos que van a estar confinados encuentren las condiciones de vida adecuadas. Además ello facilitará la utilización de diferentes artes de pesca para el monitoreo de los parámetros biométricos y la realización de las cosechas tanto parciales como total.

Una vez terminada la tarea anterior, también es de gran importancia, ya cercado el sitio, realizar la extracción mayor posible de organismos depredadores, para disminuir la depredación (mortalidad) de los alevines introducidos. Los depredadores más comunes son: chucumite, sábalo, robalo, juiles, pargo, sargo y guebina.

El manejo del agua es uno de los puntos críticos y debe ser lo más eficiente posible, es decir es necesario optimizar el flujo de agua, su profundidad y su calidad. Antes de iniciar el cultivo se deben hacer las adecuaciones necesarias para asegurar la cantidad y calidad necesarias. Como ya se dijo, se debe conocer previamente y monitorear a lo largo del tiempo, es decir una vez que el cultivo ya está en marcha, la cantidad de materia orgánica, de nitrógeno y realizar conteos de bacterias.

Construcción del encierro rústico

Los encierros se siguen construyendo tradicionalmente de la misma manera, salvo que las empalizadas tradicionales de bambú rajado se han sustituido por paños o mallas de red de nylon o de polietileno. Los rollos o paños de red están sujetos a postes o troncos situados a 1 ó 1.5 m de distancia y en el fondo la red se fija al sustrato mediante clavijas largas. Debajo del nivel del suelo, en una zanja de 40 x 40 cm, se coloca la malla y encima de ella se ponen bultos de arena, para que la malla no se levante y soporte las corrientes en épocas de lluvias, los efectos de alta y baja marea, así como las marejadas y vientos producidos durante los nortes. Es más fácil realizar estas

labores durante la época de secas, cuando el nivel del agua está mas bajo y ello permite a su vez saber como se comporta el agua durante esta época del año.

Período de cultivo

Se debe analizar en el transcurso del año, las condiciones ambientales para saber si son propicias para adaptar nuestro ciclo de cultivo, evitando las bajas temperaturas, la presencia de fuertes lluvias, inundaciones y otros efectos naturales que ocasionen pérdidas. Por ejemplo, lo más recomendable es utilizar los meses de noviembre a junio para el cultivo de tilapia, que es cuando las condiciones son más favorables.

Densidad de carga

Es importante considerar que el número de organismos a introducir depende de la dimensión del espacio físico, la productividad natural y las condiciones de vida. Para determinar la densidad de carga del sitio en particular, se deben tener en cuenta varios factores:

- El tipo de variedad y especie que se va a cultivar.
- Número de organismos de acuerdo con el espacio físico.
- El introducir cualquier número de peces en un encierro, ocasiona competencia por espacio y alimento. Cuando hay demasiada competencia, ya sea porque se introduce un número mayor del que soporta el sistema o porque se reproducen los peces introducidos, no hay un buen crecimiento y se producen organismos enanos, flacos, cabezones y de muy mala calidad.
- Organismos de buena calidad. Lo deseable es introducir para cultivo organismos monosexuados, derivados de líneas de muy buena calidad y presentación en el mercado,
- Densidad adecuada. Los resultados de los estudios realizados hasta este momento demuestran que la densidad adecuada es de 1 a 10 organismos por metro cuadrado. Por experiencia se recomienda, cuando se inicia un proyecto, utilizar el valor menor y con el aprendizaje y experiencia ir incrementando el número de organismos por metro cuadrado hasta llegar al óptimo.

Formas de obtención de crías

Para el cultivo se deben escoger especies de crecimiento rápido, que sean

resistentes a enfermedades y al manejo, que tengan buena aceptación en el mercado, que no sean exigentes en cuestiones de alimentación, que exista buena disposición para obtención de crías y algo muy importante, buena calidad.

Las oportunidades que se tienen para conseguir crías son a través de los centros productores particulares como El Quetzal o El Clarín (en Veracruz) o en las instalaciones de gobierno a través de SAGARPA como el Centro Productor de Crías de Los Amates, Tebanca y Temascal, Oaxaca. La otra posibilidad es la de abastecerse del medio natural. Para ello se tiene que tener especial precaución de que los organismos tengan una talla uniforme y que estén sanos. La captura debe hacerse con mucho cuidado para no maltratar en lo mínimo a los alevines, ni el sistema natural. En la página del Instituto Nacional de Pesca vienen enlistados los principales centros de producción de crías.

Los sectores gubernamentales ligados con la actividad acuícola deben adecuar su funcionamiento a los ciclos de cultivo de peces y no viceversa. Ello significa que la dotación de crías a los productores debe ser en las épocas del año en que se requieren; los apoyos otorgados como redes y embarcaciones deben ser las adecuadas para el tipo de cultivo de peces que se está llevando a cabo.

Transporte de peces vivos

Los peces se pueden transportar a lugares cercanos en cubetas o tinas, pero se requieren más cuidados para distancias mayores. Para alevines y crías se usan bolsas de plástico gruesas y grandes, o bien un plástico tubular, sellado por un extremo con ligas fuertes. Las bolsas para la mayoría de los peces se llenan en una tercera parte con agua fresca (15 ó 18°C) y se introduce la manguera de un oxigenador. El oxígeno durará aproximadamente seis horas. El agua debe mantenerse siempre fresca durante el recorrido.

Para transportar peces más grandes y reproductores es necesario usar tranquilizantes. Como medida preventiva de mortalidad en el transporte, es importante que los peces no reciban alimento durante 1 ó 2 días antes. Se puede poner unas gotas de azul de metileno en el agua para desinfectarla. Existe también otra manera de transportar los peces sin peligro, utilizando tanques cubiertos y equipados con

un suministro de aire comprimido o de oxígeno a través de un compresor o un cilindro. Se conocen como transportadores y requieren de vehículos con un espacio adecuado.

Los pescadores

Otro aspecto fundamental es la parte humana de la acuicultura, es decir los pescadores-cultivadores. Muchos proyectos –no solamente acuícolas– fracasan por la falta de organización y capacitación de los que realizan el nuevo emprendimiento. Como se mencionó al inicio del capítulo, esta actividad en muchos momentos es cercana a la agricultura o a la ganadería. Ello significa que es necesario tener una actividad permanente de manejo, cuidado y mantenimiento. Al mismo tiempo, generalmente es una actividad grupal por lo que se requiere de coordinación, reglas claras de trabajo y responsabilidad y, por tanto, de una buena organización.

1013

La organización del grupo permite darle continuidad a las labores, admite que haya una división de actividades y asegura que se cumplen los trabajos y metas propuestos. Implica una coordinación que asegura que en todo momento habrá una vigilancia del cultivo y se podrá responder a imprevistos y eventualidades. Como toda actividad primaria, está sujeta a variaciones climáticas, a plagas y enfermedades y solamente una acción pronta puede salvar el cultivo.

Por ello la capacitación es fundamental. Cuando se conoce la actividad, los organismos y el cuerpo de agua, se tiene una mayor probabilidad de éxito. No es suficiente ser pescador o agricultor para realizar esta nueva actividad. Los grupos que emprendan la acuicultura o los municipios que la fomenten deben buscar que haya una capacitación y una asesoría permanente, que siempre se tenga a quien recurrir para solucionar un problema.

Conclusiones

La acuicultura es una actividad prometedora que puede resultar en un complemento alimenticio y/o económico en las zonas rurales. Bien manejada constituye una

opción para la conservación de humedales y cuerpos de agua. Para ello se requieren esfuerzos por parte de:

- los gobiernos estatales y federales (fomento a la investigación para incorporar nuevas especies al cultivo, adecuación de tecnologías a las distintas regiones del país, creación de centros productores de alevines y alimentos apropiados), y de vigilancia del manejo ambiental,
- los municipales, mediante el impulso de la actividad local promoviendo cursos, gestionando apoyos, y mejorando la calidad del agua de los ambientes acuáticos e impidiendo el drenaje de aguas negras a las zonas donde se lleva a cabo esta actividad,
- la comunidad, realizando una actividad de acuacultura sostenible y conservando el ambiente en el que se desarrolla.

Finalmente, es a través de la participación concertada de diversos actores que se puede promover una actividad que repercuta en beneficios para las poblaciones costeras y que permita ir dando los pasos necesarios para transcurrir de una actividad puramente extractiva a una de semicultivo y cultivo, bajo reglas que permitan garantizar la preservación del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y de humedales. La acuacultura puede resultar una actividad importante en los municipios costeros, que ayude a mejorar las condiciones económicas de los pobladores. Si se planifica y controla adecuadamente puede ser un camino hacia actividades sustentables en la zona costera.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, P. y Noriega, P.** 1986. ¿Qué es la acuicultura?. Secretaría de Pesca. México, 57 p.
- Anónimo,** 1985a. Boletín mensual FAO de estadísticas. FAO. Roma. Italia, 84 p.
- Anónimo,** 1985b. Anuario estadístico de pesca 1983. Secretaría de Pesca. México, 327 p.
- Anónimo,** 1985c. Anuario estadístico de pesca 1984. Secretaría de Pesca. México, 338 p.
- Anónimo,** 1986. Introducción de especies acuáticas y conservación de los recursos genéticos de América Latina. COPESCAL Doc. Ocas. 3:12 p.
- Arredondo, F.J.L.** 1990. Análisis del cultivo de camarón en México al término de 1989. (pp 77-104) En : De la Lanza E. G. y Arredondo F. J.L. 1990. La Acuicultura en México: de los conceptos a la producción. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, 315 p.
- Bardach, J.E.** 1968. Aquaculture. Science 161: 1068-1106.
- Bardach, J.E.** 1976. Aquaculture revisited. J. Fish. Res. Board. Can. 33: 880-887.
- Beveridge, M. C.M.** 1984. Cage and pen fish farming. Carrying capacity models and environmental impact. FAO Fish. Tech. Pap. 255: 131 p.
- Chávez, S. M.C.** 1993. El estado actual de la acuicultura en México y perfiles de nutrición y alimentación (páginas 109-150). En: Palacios, M.C. y C.S. Chávez. 1993. La nutrición y alimentación en la acuicultura de America Latina y el Caribe. FAO, 176 p.
- Clark, J.R.** 1996. Coastal zone management handbook. Lewis Publishers. Boca Raton, 694 p.

- Espinosa, P.H., Gaspar Dillanes Ma. T. y Fuentes P.** 1993. Los peces dulceacuícolas mexicanos. México. UNAM, 98 p.
- FAO.** 1985. Marine Resources Service. Fishery Resources and Environment Division. Review of State of World Fishery Resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. 61 p.
- Figueroa, J. y L. Arredondo.** 1983. Especies acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. *Biótica* 8 (2): 175-199.
- Hernández-Avilés, J.S y J.L. García-Calderón.** 1990. La Acuicultura. Hacia el manejo Integrado de los recursos. En: De la Lanza E. G. y Arredondo F. J.L. La Acuicultura en México: de los conceptos a la producción. Instituto de Biología — Universidad Nacional Autónoma de México. México, 315 p.
- Mayo, R., Glude J. y I. Strand.** 1984. A study of methodologies for forecasting aquaculture development. FAO. Fish Tech. Pap. 248: 47 p.
- Nash, C.** 1987. Aquaculture attracts increasing share of development aid. *Fish Farming International* 14(6) : 22-24.
- Programa de Acuicultura Rural.** 2003. www.sagarpa.gob.mx/conapesca/.
- Rangel, D.C.** 1990. El cultivo de los moluscos marinos en México. En: De la Lanza E. G. - Arredondo F. J.L. 1990. La Acuicultura en México: de los conceptos a la producción. Instituto de Biología—Universidad Nacional Autónoma de México. México, 315 p.
- SEMARNAP.** 1996. Directorio Nacional de Acuicultura. Sub-Secretaría de Pesca. Dirección General de Acuicultura. México D.F. México, 109 p.