

Capítulo I. **CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA ACUICULTURA**

Gustavo Salazar Ariza¹

INTRODUCCIÓN

Conforme a la definición contenida en el volumen 86/2 del Anuario de Estadísticas de pesca en prensa de la FAO, para el año 2000, «La acuicultura está definida como el cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. La actividad de cultivo implica la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección de los depredadores, etc. La actividad de cultivo también presupone que los individuos o asociaciones que la ejercen son propietarios de la población bajo cultivo. Para propósitos estadísticos se admite que una determinada producción de organismos acuáticos constituye una contribución a la acuicultura, cuando éstos son cosechados por individuos o asociaciones que han sido sus propietarios durante el período de cría. Se dice, por otra parte, que una cosecha es el resultado de la actividad pesquera cuando los organismos acuáticos, en su condición de bien común, pueden ser explotados por cualquiera, con o sin la respectiva licencia.»

El origen de la acuicultura se remonta al siglo V antes de Cristo en China, de donde provienen los primeros testimonios que describen el cultivo de las carpas, tanto para fines ornamentales como alimenticios.

Los productos obtenidos con la práctica de la acuicultura, tales como crustáceos, peces, moluscos y algas, entre otros, son alimentos de alta calidad, contienen una cantidad importante de materias proteicas, son ricos en vitaminas y minerales y poseen cantidades variables de grasa, calcio, fósforo y otros elementos necesarios para la salud del hombre y su crecimiento. Los expertos en materia nutritiva son unánimes en considerar que el pescado acompañado de diversos productos vegetales constituye una alimentación equilibrada (Bard *et al.*, 1975).

Colombia cuenta con excelentes condiciones climáticas, topográficas, hidrológicas y edafológicas para desarrollar la acuicultura. Entre ellas se destaca su localización geográfica en la franja ecuatorial y por lo tanto como zona tropical; posee un régimen de temperaturas estable durante el año, existen todos los pisos térmicos (frío, medio y cálido) y altitudes que van desde los 0 hasta los 5800 msnm aproximadamente. El país es considerado en el mundo como una potencia en recursos hídricos y biodiversidad que es necesario proteger, pero también investigar y aprovechar en forma sostenible.

Marín (1992) menciona que el volumen total de las reservas de agua existentes en el país se encuentra distribuido en 40 grandes lagunas y embalses que ocupan una superficie de 65526 ha; el espejo de agua ocupado por ciénagas y otros cuerpos de agua similares se calcula en alrededor de 607504 ha, situándose el 57.5% en los departamentos de Bolívar y Magdalena. En época de invierno, la cuenca del Magdalena en las zonas media y baja puede inundar alrededor de 2'000000 de hectáreas.

La disponibilidad de terrenos aptos en las zonas costeras para el cultivo de camarón marino se ha estimado para la costa Atlántica en 20000 ha y para la costa Pacífica en 17421 ha (Rodríguez *et al.*, 1992). Al interior del país se cuenta con tres cordilleras en las que nacen y corren innumerables fuentes de agua como nacimientos, manantiales, arroyos, quebradas y ríos que desembocan en los océanos Atlántico y Pacífico, formándose zonas estuáricas y complejos cenagosos. De otra parte, estas zonas estuáricas y marinas que ocupan una buena parte del territorio nacional, también son susceptibles de aprovechamiento para la realización de investigaciones y programas de

¹ Biólogo marino, División de Acuicultura, INPA. E-mail: gsalazar@inpa.gov.co

desarrollo con diferentes especies que puedan ser involucradas a la acuicultura. Es importante destacar que a través de los ríos se vierten al océano Pacífico y al mar Caribe, los sedimentos provenientes de la erosión (capa vegetal) y contaminantes como agroquímicos, metales pesados, basuras, aguas negras y desechos industriales, entre otros, lo que conlleva a la alteración de estas zonas marinas y estuáricas, arrecifes coralinos, bahías y ensenadas con sus respectivas consecuencias.

En cuanto a la disponibilidad de recursos genéticos y diversidad de especies, Colombia ha sido declarada como poseedor de una alta biodiversidad en flora y fauna terrestre y acuática y como reserva genética a nivel mundial. Esto implica que se deben desarrollar mayores programas de conservación, investigación y aprovechamiento de nuestros recursos, muchos de los cuales se encuentran aun sin investigar.

1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA EN COLOMBIA

El origen de la acuicultura en Colombia se remonta hacia finales de la década de los años 30 cuando se introdujo al país la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* para el repoblamiento de aguas de uso público en la zona Andina, específicamente en el Lago de Tota en Boyacá, con fines de pesca deportiva. Posteriormente se introdujeron la carpa *Cyprinus carpio* y la mojarra *Oreochromis mossambicus*, con las que se adelantaron las primeras experiencias de cultivo en estanques, al disponerse de tecnología en otros países, pero con resultados no muy satisfactorios. En 1960 se realizó el primer curso sobre piscicultura auspiciado por la FAO y en 1965 se estableció un programa de piscicultura en la Universidad de Caldas, cuyo objetivo fue básicamente la generación de tecnología apropiada para la zona cafetera del país.

En 1967 se introdujo la *Tilapia rendalli*, especie herbívora, con la que se inició un programa de fomento de la piscicultura por parte de Federación Nacional de Cafeteros, incentivando la siembra del bore *Allocasia macrorhiza* alrededor de los estanques, para proveer la alimentación de este pez con las hojas de esta planta, pero debido a los bajos rendimientos y a la poca talla obtenida con esta especie se dejó de cultivar. En ése mismo año se estableció el Instituto de Piscicultura Tropical de Buga (Valle del Cauca), donde se iniciaron investigaciones con el tucunaré *Cichla ocellaris*, como especie depredadora para el control de la superpoblación de la tilapia en los estanques. Adicionalmente se iniciaron estudios con especies nativas, principalmente con el bocachico *Prochilodus magdalenae*, lográndose por primera vez en el país su reproducción artificial en la Estación Piscícola de San Cristóbal (Bolívar).

En 1968 se creó el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, INDERENA, que tuvo entre sus funciones las de promover, administrar, investigar y fomentar la acuicultura, actividad que realizó efectivamente hasta finales de 1991 cuando inició sus labores el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA.

En el año de 1972 se inició el proyecto INDERENA-FAO para el desarrollo de la pesca continental, cuyos objetivos se orientaron principalmente hacia el estudio y evaluación del potencial pesquero, la biología de los peces de mayor interés comercial y la identificación y evaluación de las especies nativas que presentaran mejores características para su incorporación a la acuicultura, además de contribuir con infraestructura y capacitación del personal vinculado al proyecto.

En 1971 y 1974 se realizaron el primero y segundo «Seminario Nacional de Acuicultura», respectivamente. Allí se analizaron temas relacionados con el tipo de especies que se deberían estudiar, ya fueran nativas, exóticas o transplantadas de una cuenca a otra. Estos seminarios fueron fundamentales para el intercambio de experiencias y conocimientos entre los investigadores y promotores de la acuicultura en el país. Se discutieron las políticas y estrategias para el desarrollo de la actividad, detectándose las necesidades de investigación con especies nativas como el bocachico *Prochilodus magdalenae*, la dorada *Brycon moorei* y la sabaleta *Brycon henni*, camarones marinos de la familia Penaeidae y los camarones de agua dulce del género *Macrobrachium*, entre otros.

A mediados de la década del setenta se estableció y se puso en marcha el Programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI), con un componente de fomento de la acuicultura rural que tuvo logros importantes en los programas dirigidos al pequeño campesino.

En 1976 se inició el proyecto INDERENA-AID (Agencia Interamericana para el Desarrollo) con el objeto de sentar unas bases sólidas para el desarrollo de la acuicultura. Como resultado de este proyecto se construyeron las estaciones del INDERENA de Repelón (Atlántico) en el Bajo Magdalena y la de Gigante (Huila) en el Alto Magdalena y se obtuvo la asistencia de expertos internacionales, quienes efectuaron importantes aportes en cuanto a la transmisión de conocimientos y experiencias.

En el año de 1979 se introdujo al país el camarón gigante de Malasia *Macrobrachium rossebergii* y la tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*. Esta última especie tuvo gran acogida, se difundió ampliamente y se constituyó en la base de la producción de aguas cálidas a nivel de pequeño, mediano y gran productor a mediados y finales de la década del ochenta. En la ciudad de Cali se efectuó el Tercer Seminario de Acuicultura organizado por la Universidad del Valle, en donde se presentaron trabajos de investigación y fomento con especies nativas básicamente. A finales de esta década se contó con la presencia de una misión técnica de la China Nacionalista, proveniente de Taiwan, quienes investigaron especies de camarones del Atlántico en aspectos de reproducción y larvicultura, logrando la reproducción de cinco especies de camarón marino que fueron: *Penaeus notialis*, *P. subtilis*, *P. brasiliensis*, *P. schmittii* y *Xiphopenaeus kroyeri* y tres especies de camarón de agua dulce, *Macrobrachium carcinus* y *M. acanthurus*, nativos y *M. rossebergii*, exótico; además se transfirieron las tecnologías desarrolladas para el cultivo de los camarones.

A comienzos de la década de los ochenta se consolidó el programa de desarrollo rural DRI como la principal estrategia para ejecutar el Plan de Alimentación y Nutrición, PAN. Además se establecieron programas de investigación y docencia en las universidades del Valle, Jorge Tadeo Lozano, Nacional, Córdoba, Nariño y de Caldas. Por esta misma época se logró la reproducción inducida de las cachamas blanca y negra, *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum*, en la Estación Piscícola de la Terraza (Meta), obteniéndose alevinos e iniciándose programas de desarrollo con esta especie. Este adelanto fue trascendental en el país para el desarrollo de la acuicultura, ya que se inició la producción de alevinos para cultivo con especies nativas, en este caso las cachamas, que han demostrado un gran potencial para la acuicultura por sus características de rápido crecimiento, ausencia de reproducción en los estanques de cultivo y régimen alimenticio omnívoro, que les permite aceptar gran cantidad de alimentos de diferente origen.

Un evento de gran trascendencia para el desarrollo de la acuicultura en esa época lo constituyó la incorporación del cultivo de camarón marino al Plan de Fomento a las Exportaciones (1984-1990), formulado por PROEXPO. Por intermedio de él se destinaron los recursos financieros necesarios para la promoción del cultivo de camarón y se apoyó la realización de estudios científicos y tecnológicos.

En 1985 el INDERENA y COLCIENCIAS estructuraron el Programa Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura, bajo los lineamientos y como componente integral del Plan Nacional de Investigaciones Pesqueras, PLANIPES. Este plan contempló una serie de actividades que permitieron orientar y aprovechar mejor los recursos en investigación y fomento, debido a la necesidad de encausar las experiencias obtenidas, así como agrupar las diferentes fuerzas existentes en torno al desarrollo de la acuicultura.

Para la formulación de este programa se tuvo como base la evaluación del conocimiento a nivel de especie, efectuado por las distintas entidades ejecutoras de las actividades de investigación del país, con el objeto de orientar y poner en marcha las diferentes labores de investigación, capacitación y fomento, en función del desarrollo acuícola tanto a nivel artesanal como industrial.

La Red Nacional de Acuicultura tuvo su origen en este programa y sus objetivos fueron los de coordinar y promover los procesos de investigación, capacitación y extensión de la actividad. Se realizaron en un periodo de cuatro años reuniones nacionales anuales en diferentes lugares y con la participación de todos los actores de la acuicultura nacional, que permitieron un mayor análisis y difusión de los conocimientos y experiencias logradas y la conformación de diferentes grupos de trabajo que tuvieran que ver con el desarrollo de la acuicultura, donde se dio espacio para el intercambio de información y de experiencias.

En 1988 se estableció el Proyecto Integrado para el Desarrollo de la Acuicultura en Colombia, patrocinado por COLCIENCIAS y el CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá) que tuvo como

ejecutor al INDERENA. Se realizó en la Estación Piscícola del alto Magdalena, Gigante (Huila) y su objetivo fue el de incrementar los rendimientos por unidad de área mediante la práctica de policultivos de: cachama blanca *Piaractus brachypomus*, mojarra plateada *Oreochromis niloticus*, carpa *Cyprinus carpio* y camarón de agua dulce, *M. rossebergii*. Igualmente se hicieron trabajos en la post-producción del pescado y se obtuvo información de los rendimientos en filetes, análisis bromatológicos, procesos para la elaboración de albóndigas y hamburguesas y la curtiembre de la piel de los peces de cultivo.

A partir de 1989 el Gobierno Nacional descentralizó la asistencia técnica con la puesta en marcha del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA), mecanismo que contó con la creación de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria, UMATA, quienes a partir de ese momento quedaron encargadas de prestar la asistencia técnica a los productores.

En este mismo año se logró la reproducción inducida del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum*, en la Estación Piscícola de San Silvestre (Barrancabermeja), siendo un evento de gran significado por tratarse de una especie nativa de alto valor comercial, que en los últimos años ha tenido una reducción de su talla de captura y población por la pesca excesiva, problemas de contaminación y alteración de su nicho ecológico, entre otros factores.

Diferentes instituciones han contribuido al fortalecimiento de la investigación y desarrollo de la acuicultura en estos años, entre las cuales cabe destacar las acciones adelantadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, INDERENA como ente rector, hoy INPA; SENA, COLCIENCIAS, Federación Nacional de Cafeteros, INCORA, Fondo DRI, Plan Nacional de Rehabilitación, Red de Solidaridad, PLANTE, Secretarías de Agricultura Departamentales, Corporaciones Regionales y Universidades como las de Caldas, Jorge Tadeo Lozano, Córdoba, Magdalena, Nacional, Nariño, UDCA, Unillanos, Surcolombiana, Antioquia, Cauca, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y Tecnológico de Antioquia, entre otros. A nivel internacional se ha tenido la participación de organismos de apoyo como la AID, FAO, CIID, JICA y KOICA entre otros, los cuales han desempeñado un papel importante en aspectos como apoyo a los planes y programas de investigación y fomento, capacitación de funcionarios del estado y particulares, dotación de equipos, establecimiento de infraestructura, programas de transferencia de tecnología y elaboración de documentos técnicos, entre los aportes más importantes que han dado al país.

En 1991, como respuesta a las necesidades del subsector, inició labores el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura –INPA– creado por la Ley 13/90. Con esta ley se le proporcionó un mayor impulso y fortaleza a la acuicultura, puesto que se le otorgó mayor autonomía al subsector pesquero y acuícola, quedando a su cargo la administración, investigación y el fomento de los recursos pesqueros y de la acuicultura, lo que ha venido cumpliendo hasta la fecha.

El INPA se rige por el Decreto Reglamentario 2256 de octubre de 1991, en donde se contempla todo el nuevo marco jurídico del Subsector Pesquero y Acuícola Colombiano, al que también se integró el Decreto 501 de 1989 que reorganizó el sector agropecuario y creó al interior del Ministerio de Agricultura, la Subdirección de Producción Pesquera que contó con tres Divisiones (Acuicultura, Pesca Artesanal y Pesca Industrial) y fue la responsable de fijar las políticas a nivel nacional en materia de pesca y acuicultura. En la actualidad el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural fue reestructurado y la pesca y la acuicultura es manejada a través de otras dependencias.

El INPA es el ejecutor de la política nacional y por lo tanto en acuicultura le corresponde realizar las actividades de investigación, capacitación, transferencia de tecnología y administración. El INPA es una entidad de cobertura nacional, pero por las limitaciones de presupuesto y de personal, ha tenido que delegar funciones en algunas Corporaciones Autónomas Regionales.

Las actividades iniciales del INPA en acuicultura se centraron en la realización de programas de investigación y fomento, tanto en aguas dulces como estuarinas, apoyadas por los funcionarios de las regionales, estaciones piscícolas y oficinas, en donde se dio respuesta a las necesidades de los productores, comunidades y al subsector. Algunos programas de destacar fueron los realizados con comunidades de pescadores y comunidades negras en las costas Atlántica y Pacífica con peces y camarones, igualmente a nivel continental con comunidades de indígenas, pequeños productores y mujeres.

En 1996, ante la necesidad de contar con dependencias independientes y más fortalecidas que se encargaran de realizar programas de investigación, capacitación, transferencia de tecnología y fomento de la Acuicultura en el

país, ante la creciente demanda del subsector fue reestructurado el INPA y se crearon las Divisiones de Recursos Acuícolas (investigación) y de Acuicultura (capacitación y transferencia de tecnología). Durante este periodo se lograron importantes avances y experiencias en materia de trabajo con comunidades (social, técnico y empresarial), en donde se logró desarrollar una metodología y herramientas para el trabajo con comunidades pesqueras, el cual quedó registrado en libro que editó el INPA.

La coordinación con otras entidades para la realización de programas de investigación y desarrollo a través de convenios se ha incrementado y se han unificado esfuerzos ante la disminución de los recursos del gobierno nacional, tal es el caso de Gobernaciones, Municipios, PRONATTA, Programa Mujer, PROAGRO, PLANTE, INPEC, COLCIENCIAS, INVEMAR, ACCI, CAR's, Ministerios y Universidades, entre otros. Igualmente se han logrado afianzar las relaciones con el sector productivo, como pescadores artesanales, pequeños productores rurales, asociaciones y gremios.

En los últimos dos años (2000 - 2001) en el marco de la política nacional de competitividad y productividad para promover las exportaciones, el INPA se ha involucrado y hace parte del programa nacional de CADENAS PRODUCTIVAS que viene impulsando el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Comercio Exterior, con la participación de los diferentes gremios y de las entidades que tienen que ver con el sector. El INPA hace parte de los comités de apoyo y seguimiento de las Cadenas Productivas de Piscicultura (tilapia, cachama y trucha) y de Camarón de Cultivo, en lo que a acuicultura se refiere.

Debido al crecimiento de la acuicultura se han creado en los últimos años algunas asociaciones que tienen como finalidad la interlocución ante el gobierno nacional y la defensa y el fortalecimiento de los intereses de sus afiliados y de la actividad. Algunas de estas asociaciones son de carácter regional y nacional. La principal organización gremial es la Asociación Nacional de Acuicultores ACUANAL, que agrupa en la actualidad a los productores de camarón marino y como iniciativa de este gremio se creó la Corporación Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia - CENIACUA, como una entidad de carácter científico y tecnológico, sin ánimo de lucro, con el objeto de desarrollar y ejecutar actividades de investigación a favor del sector acuícola de Colombia, sobre bases fundamentadas en la generación del conocimiento científico y tecnológico aplicado.

CENIACUA es una Corporación de participación mixta regida bajo el derecho privado, que hace parte del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, a través de su vinculación al Programa Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y cuenta con la participación activa de organismos gubernamentales, entre los que se destacan el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio del Medio Ambiente, COLCIENCIAS, y el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, para la cofinanciación y coejecución del Programa de investigación y desarrollo tecnológico en acuicultura a su cargo.

Sus acciones se orientan a la implementación de proyectos de investigación tendientes al mejoramiento de los niveles de productividad y calidad del producto nacional y desarrolla actividades conducentes a satisfacer las necesidades en materia de capacitación, adiestramiento, divulgación y servicios de apoyo especializados, requeridos para el sector acuicultor colombiano para su desarrollo. Los Programas de investigación que ejecuta en la actualidad son:

- ◆ Programa de innovación, desarrollo tecnológico y científico para la selección y mejoramiento genético en ciclo cerrado de camarones peneidos producidos en Colombia.
- ◆ Programa de Bioseguridad para la defensa y aseguramiento de la producción y las exportaciones de la camaricultura".
- ◆ Estudio de la Apoptosis y la expresión de las proteínas de choque térmico en la infección del *Litopenaeus vannamei* por el virus de la mancha blanca".
- ◆ Evaluación del crecimiento de juveniles del Pargo Palmero, *Lutjanus analis* y del mero guasa, *Epinephelus itajara*, cultivados experimentalmente en jaulas en una granja camaronera y en un ambiente marino: Contribución para la diversificación de la acuicultura marina en Colombia".
- ◆ Programa sectorial para la recuperación de la producción y el incremento de la productividad de la cadena del camarón del cultivo en Colombia".

De otra parte y como respuesta al apoyo del gobierno nacional a la acuicultura, a través de la política de Cadenas Productivas, se conformó la Federación Nacional de Acuicultores FEDEACUA, en el año 2000, la cual congrega a las representaciones más importantes de los gremios de productores del país, entre ellas ASOACUICOLA (Antioquia), ACUIORIENTE (Llanos Orientales), ACUAOCCIDENTE (Occidente Colombiano) y APISHUILA (Huila), entre otros.

La participación de diferentes Universidades estatales y privadas en la formación de recursos humanos para el desarrollo de la acuicultura se ha incrementado y está dada básicamente por la orientación de los programas docentes de las facultades que tienen alguna afinidad con la actividad (Biología, Biología Marina, Ingeniería Pesquera, Veterinaria y Zootecnia y especializaciones y programas de posgrado en acuicultura y áreas afines) y la realización de programas de investigación en forma independiente y conjunta. Algunos programas de educación en acuicultura a nivel de tecnología han sido elevados a ciclo profesional como es el caso de la Universidad de Córdoba con la carrera de acuicultura.

Los esfuerzos de la investigación dirigidos al mejoramiento de las tecnologías de cultivo, incorporación de nuevas especies (especies nativas y exóticas) y solución de algunas limitantes de producción para el desarrollo de la acuicultura en el país, se han centrado principalmente a la búsqueda de soluciones en las siguientes áreas del conocimiento:

- ◆ Reproducción de especies nativas: los trabajos realizados han incluido aspectos tales como adaptación al cautiverio, obtención y selección de reproductores, reproducción artificial, desove y fertilización, incubación de huevos, cría de larvas y levante de alevinos con diferentes especies de peces como el yaque, *Leiarius marmoratus*; capaz, *Pimelodus groskopffi*; pejesapo, *Pseudopimelodus buffonis*; blanquillo, *Sorubim lima*; mapurito, *Callophrys macropterus*; capitán de la sabana, *Eremophylus mutissi*; bocachico, *Prochilodus magdalenae*; coporo, *Prochilodus mariae*; yamú, *Brycon siebenthalae*; sapuara, *Semaprochilodus laticeps*; coroncoro negro, *Pterygoplichthys undecimalis*; coroncoro mono, *Hemiancistrus wilsoni*; pirarucú, *Arapaima gigas*; arawana, *Osteoglossum bicirrosom*; dorada, *Brycon moorei*; sabaleta, *Brycon henni*; peces ornamentales como el óscar (*Astronotus ocellatus*); tigrillo, *Pimelodus pictus*; rojito *Megalopholus swiglesi*; peces marinos como el pargo lunarejo, *Lutjanus guttatus*; pargo palmero, *Lutjanus analis*; róbalo, *Centropomus undecimalis*.
- ◆ Nutrición de peces: se han realizado trabajos tendientes a identificar y establecer la alimentación natural y requerimientos nutricionales del bocachico, yamú y algunas especies de bagres en su fase larvaria, y de tilapia.
- ◆ Patología: las investigaciones en este campo se han dirigido hacia la detección de agentes etiológicos que afectan a las especies de cultivo en sus diferentes fases y los métodos más apropiados de control y prevención de las enfermedades, tanto en peces en sus diferentes etapas de desarrollo, como en camarón marino, en estos últimos para controlar los problemas del síndrome del taura, mancha blanca y cabeza amarilla.
- ◆ Mejoramiento genético: se han realizado investigaciones encaminadas a mejorar los reproductores de especies como las tilapias roja (*Oreochromis spp.*) y plateada (*Oreochromis niloticus*), con el objeto de obtener producciones de mayores registros y generaciones mejoradas y uniformes. Igualmente tratar de establecer una metodología de trabajo para que sea utilizada para otras especies. También se ha trabajado con los camarones marinos para mejorar la resistencia de la especie a las diferentes enfermedades que se han presentado en el país.
- ◆ Economía Acuícola: estos estudios han estado encaminados hacia la determinación de los factores sociales, económicos, financieros y de comercialización, que inciden en el desarrollo de la acuicultura. Además se han realizado análisis económicos y modelos de producción teóricos para la producción de aquellas especies que ofrecen una mayor rentabilidad en nuestro medio, a diferentes niveles de producción.
- ◆ Repoblamiento de aguas de uso público: utilizando como base esta actividad de recuperación de la población pesquera en áreas naturales y aprovechamiento de cuerpos de agua artificiales en donde interviene la acuicultura y la investigación pesquera, se vienen analizando programas conjuntos de repoblamiento e investigación para determinar la mejor modalidad de recuperación de las poblaciones de peces del medio natural e incrementar las poblaciones de peces de las represas y embalses, mediante la aplicación de vedas, resiembra de alevinos provenientes del medio natural y/o siembra de alevinos provenientes de estaciones piscícolas, que esté acompañado de la correspondiente evaluación biológico-pesquera de parámetros como la mortalidad,

crecimiento, incremento en las capturas, recuperación del potencial y los beneficios socio-económicos que representen estas acciones.

- ◆ Técnicas de manejo para lograr mejores rendimientos: se vienen adelantando trabajos dirigidos a optimizar la tecnología mediante la integración de los resultados de los estudios en nutrición, reproducción, densidad de siembras, calidad de aguas, métodos de abonamiento, sistemas de manejo y control, aireación, oxigenación, automatización y enfermedades, entre otros, con el fin de lograr, con las diferentes especies aptas para la acuicultura, mejores rendimientos en menos tiempo y a más bajo costo.
- ◆ Introducción de nuevas especies: a comienzos de la década del 90 se iniciaron los trámites por parte de la empresa AQUAFOOD S.A., para realizar la introducción al país del salmón del Pacífico o salmón coho, *Oncorhynchus kisutch*, con fines de cultivo y comercialización, en sus instalaciones del municipio de Gutiérrez, Cundinamarca. Se obtuvieron resultados de adaptación, crecimiento y comercialización, sin embargo la empresa por diferentes razones cerró sus instalaciones y no se concluyeron los estudios de impacto ambiental ni se obtuvo el respectivo permiso ambiental. Se considera una especie con alto potencial de cultivo, mayores beneficios para los productores y comercio nacional e internacional.
- ◆ La langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus*, fue introducida al país a finales de la década de los 90 con el objeto de realizar los estudios de impacto ambiental y determinar la factibilidad de su cultivo.

2. ESTADO ACTUAL

La acuicultura en Colombia ha tenido un crecimiento vertiginoso en los últimos años y su producción se ha incrementado de 1256 toneladas en 1986 a 51376 toneladas en 1999 (INPA, 1999). En este año, la producción del subsector pesquero y acuícola presentó un crecimiento del 2% respecto a 1998 y aportaron el 4.05% al sector agropecuario y el 0.57% a la economía nacional; el promedio del aporte durante la última década es del 3.56% al sector agropecuario y del 0.51% a la economía nacional (Villaneda y Beltrán, 2001).

En los últimos 10 años el consumo per cápita de pescados y mariscos se ha incrementado en la población colombiana aumentando de 3.5 kg a 6.5 kg, aportando la acuicultura el 19%. Existe ya un mercado creciente de los productos de la acuicultura, tanto a nivel nacional como internacional.

La acuicultura se basa actualmente en el cultivo de peces de agua dulce, crustáceos y moluscos de origen marino:

Entre las especies de agua dulce se destacan la tilapia roja (*Oreochromis spp*), cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), cachama negra (*Colossoma macropomum*), trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), bocachico (*Prochilodus magdalenae*), mojarra o tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*), carpa común y carpa espejo (*Cyprinus carpio* y *Cyprinus carpio var. specularis*), el yamú, (*Brycon siebenthalae*), la dorada (*Brycon moorei*) y la producción de semilla con proyección al cultivo de algunos bagres como el rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), el yaque (*Leiarius marmoratus*), el blanquillo (*Sorubim lima*), y el capaz (*Pimelodus groskopfii*).

En maricultura, el camarón *Litopenaeus vannamei*, es la especie que posee la mayor producción, tanto en la costa Atlántica como en la costa Pacífica, aunque también se cultiva en menor escala el *Litopenaeus stylirostris*. En cuanto a producción de moluscos, en 1998 se dio inicio a la validación y ajuste de la tecnología cubana para el cultivo de la ostra de mangle (*Crassostrea rhizophorae*) en el Golfo de Morrosquillo, costa Atlántica, contándose ya con una tecnología a disposición del sector productor. En peces marinos se han realizado ensayos experimentales de cultivo del sábalo (*Tarpon atlánticus*) en estanques a baja escala y se han iniciado investigaciones sobre la biología, aspectos reproductivos y experiencias de cultivo del róbalo (*Centropomus undecimalis*), el pargo rojo del Caribe (*Lutjanus analis*) y el pargo lunarejo del Pacífico (*Lutjanus guttatus*), con el fin de incorporarlos a la acuicultura, así mismo el mero guasa (*Epinephelus itajara*).

Se han llevado a cabo otras experiencias para involucrar a la acuicultura especies nativas de clima frío como el capitán de la sabana (*Eremophylus mutissi*), sin mucho éxito y además se dio inicio al cultivo experimental del

salmón coho o del Pacífico (*Oncorhynchus kisutch*), para integrar esta especie al desarrollo de la acuicultura de clima frío. En clima cálido se han adelantado trabajos de investigación con el capaz (*Pimelodus groskopfii*) y el coporo (*Prochilodus mariae*).

Anualmente se continúan realizando actividades de repoblamiento en cuerpos de agua de uso público en la costa Atlántica con lisas y lebranches (*Mugil incilis* y *Mugil liza*), recolectados en caños y transplantados a lagunas, ciénagas y embalses del bajo Magdalena. En otras zonas del país se adelantan actividades de repoblamiento con el bocachico (*Prochilodus magdalenae*) en la cuenca del Magdalena; la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y la cachama negra (*Colossoma macropomum*) en la cuenca del Orinoco.

Es importante destacar que el recurso pesquero en ríos y ciénagas viene en constante decrecimiento año tras año por problemas de sobrepesca, contaminación, destrucción del hábitat y nichos ecológicos que afectan el manejo de unas pesquerías sostenibles, a pesar de existir suficiente legislación sobre el tema que no es cumplida en su totalidad por los diferentes actores que tienen que ver con el subsector ambiental y pesquero. Debido a estas razones en los próximos años la acuicultura tenderá a ocupar un renglón importante en la producción pesquera nacional.

La producción aportada por la acuicultura al subsector en 1999 fue de 51376 toneladas, superando a la producción de la pesca en aguas continentales, que fue de 26531 toneladas. Esta tendencia se mantiene en forma general desde la década de los años 90, tal como se aprecia en la tabla 1.

TABLA 1. Producción pesquera en aguas continentales de Colombia (1991 – 1999) en toneladas

Especies	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Bocachico	14666	24870	12834	8832	5698	5501	3729	6426	8666
Bagre, nicuro	630	1062	473	6414	8718	1392	2647	9215	10544
Pirahiba, pacora, doncella y otros	4135	7827	17231	19737	9108	16165	14232	6030	7320
TOTAL	19431	33759	30538	34983	23524	23058	20609	21672	26531

Fuente: Estadísticas NPA, 1999

Con relación a las especies que están contribuyendo en mayor proporción al volumen total de la acuicultura en el país se observa que la tilapia roja, la cachama y la trucha arcoiris en aguas continentales aumentaron su producción (Tabla 2). De otro lado, el incremento en el consumo per cápita de pescado pasó de un promedio de 3.5 kg en años anteriores a 6.5 kg en la actualidad.

Las capitales de departamento y las principales ciudades del país, son los lugares en donde se comercializan la mayor parte de los productos provenientes de la acuicultura, estas son: Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla, Bucaramanga, Villavicencio, Neiva y Pasto, entre otros. Los principales mercados de exportación son Estados Unidos, Europa y Japón.

La producción de camarones marinos presentó problemas a comienzos y mediados de la década de los 90 con la aparición del síndrome del Taura y en los últimos años con la presencia de patologías como la mancha blanca y la cabeza amarilla que influyeron notablemente en los registros de producción. Estos problemas se han atendido en forma oportuna, Colombia ha estado a la vanguardia de esta problemática en la región, se han superado estos inconvenientes y se espera un gran repunte en la producción para los próximos años por el aumento del área en espejo de agua, mejores tecnologías de cultivo, semilla mejorada, apoyo del gobierno nacional y la decisión de los productores y gremios en continuar con el desarrollo de la actividad.

A pesar de las circunstancias que aquejan al país en los últimos años, la acuicultura sigue siendo una actividad en continuo crecimiento, lo cual se ve reflejado en los incrementos de la producción, apertura de nuevos proyectos de

TABLA 2. Producción de la acuicultura en Colombia (1991 - 1999)

Especies	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Bocachico	0	0	0	0	0	2.5	318	1202	1311
Cachama blanca	120	2100	3500	4020	3181	6154	12131	12217	12217
Cachama negra	0	0	0	0	0	0	521	409	445
Carpa	0	0	0	99	3	83	285	794	866
Camarón	6717	6302	7327	8944	8091	5221	6907	7466	9227
Ostras	0	0	0	0	0	10	15	15	16
Otros peces	80	50	60	0	0	0	92	120	131
Tilapia	3040	11050	4222	2944	1852	430	1558	2963	3230
Tilapia roja	0	0	6856	8140	14204	13594	14554	15240	16612
Trucha	1200	1300	2028	1495	9297	4506	7822	6481	7065
Yamú	0	0	0	0	0	0	0	234	256
TOTAL	11037	20802	23993	25642	36628	30000	44203	47141	51376

Fuente: Estadísticas INPA (1999)

pequeña, mediana y gran escala, mayor consumo de los productos de la acuicultura, empleo de modernas tecnologías de producción, personal más capacitado, sistemas de aireación, utilización de oxígeno líquido, recambios de agua y cultivos de peces en jaulas entre otros, que permiten el manejo de altas densidades de siembra y por tanto la obtención de mayores producciones por unidad de área.

Para el apoyo de la industria acuícola, continúan creciendo y mejorando las diferentes empresas productoras de alimento concentrado para peces y crustáceos, quienes están fabricando alimentos específicos para cada una de estas especies y además para las diferentes etapas de cultivo. Estos esfuerzos han sido benéficos, pero el alto costo de la materia prima y los impuestos entre otros, han ocasionado que los costos de producción se hayan elevado considerablemente, por la alta incidencia del alimento concentrado en los costos de producción y por esto algunos productores han optado por fabricar su propio alimento concentrado, con el fin de disminuir los costos de producción, ya que el precio del producto final ha permanecido relativamente estable en los últimos años.

Existen otras empresas especializadas en la provisión de equipos nacionales e importados, tecnología, asesoría, insumos y semilla entre otros para los productores, lo cual ha ido mejorando cada día. Para el cultivo de trucha se continúa con la importación de ovas procedentes de EEUU y Canadá.

En cuanto a las instalaciones que se utilizan actualmente para la acuicultura, en el caso del cultivo de truchas, se utilizan básicamente estanques de cemento o en tierra y recubiertos con geomembrana de PVC que ha dado buenos resultados en los últimos años y se han disminuido los costos o el cultivo en jaulas flotantes que se ha incrementado en lagunas como la Cocha (Nariño) y el lago de Tota en Boyacá. Para las especies de clima cálido se están empleando estanques en tierra con mayores recambios de agua, sistemas de aireación mayor profundidad y la utilización de jaulas flotantes de alto y bajo volumen y altas densidades en embalses, principalmente en Betania (Huila), Prado (Tolima) y Guájaro (Atlántico). Esta tecnología es modelo en Latinoamérica para el cultivo de peces de aguas cálidas y además se está utilizando parte de la tecnología Chilena en cultivo de jaulas, adaptada para estas especies.

En cuanto a las especies de cultivo, la tilapia roja (híbrido rojo de tilapia) es la que se encuentra a la vanguardia por la gran producción y consumo existente y su destino es principalmente el mercado nacional, pero existen buenas perspectivas para reactivar su exportación hacia EU. El actual gobierno bajo la política de Cadenas Productivas y del establecimiento de convenios de competitividad, tiene a esta especie y al camarón marino como los de mayor potencial en este programa para promover y aumentar las exportaciones. La producción del híbrido rojo de tilapia para 1999 fue de 16612 toneladas, seguido por la cachama blanca con 12217 toneladas, el camarón marino que repuntó en su producción con 9227 toneladas y por la trucha arco iris, que ha tenido algunos altibajos en la

producción, pero que reportó una producción de 7065 toneladas. Esta última especie cuenta con un buen potencial de producción para el mercado nacional e internacional y existe la posibilidad de trabajar en el país con el salmón del Pacífico *Oncorhynchus kisutch* si se da cumplimiento a la normatividad ambiental existente.

Las carpas común y espejo no han logrado aún obtener un desarrollo importante en el país a nivel comercial, a pesar de contarse con tecnologías de producción de semilla y cultivo. Probablemente algunos de los factores que influyen en su baja producción son la escasa demanda en el mercado, el daño que causan a los diques de los estanques, la turbidez provocada en el agua y en ocasiones el sabor de su carne. A nivel de pequeño productor y como una fuente más de alimento en las fincas de los campesinos es utilizada en mono o policultivo. En los últimos años la carpa roja ha venido presentando una gran demanda, pero los niveles de comercialización aún no son significativos.

El camarón de agua dulce *Macrobrachium rossebergii*, introducido al país a finales de la década de los setenta, no logró integrarse adecuadamente al desarrollo de la acuicultura nacional, debido probablemente a problemas de manejo y de mercadeo. La tecnología de producción de semilla y engorde se obtuvo a través de la asesoría de la misión China en Colombia a finales de la década de los 80, sin embargo continúa la gran inquietud y expectativa para el cultivo de la especie en el país, pero los pocos productores de semilla que aún quedaban, por falta de demanda no continuaron con la actividad.

El camarón marino es el producto bandera de la exportación nacional por los ingresos que representa y su producción se basa en una especie nativa del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*). Con respecto a este cultivo se ha avanzado en el manejo de las patologías y el mejoramiento genético dentro del cual se logró la denominada variedad Colombia.

Para la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae*, entre 1998 y 1999 se logró validar la tecnología cubana del cultivo de esta especie en la Bahía de Cispata (Córdoba), con el apoyo de técnicos cubanos y del INPA, obteniéndose buenos resultados en cuanto a producción, validación y ajuste de la tecnología importada. Con estos resultados se prevé un buen futuro para la explotación de la especie, ya que existen muchos lugares en donde se pueden instalar explotaciones comerciales y su mercadeo se ha visto favorecido además por el buen precio al que tiene acceso el producto, bien sea con concha o solo la carne. Es importante conservar estas áreas de producción natural de ostras sin contaminación, ya que son los lugares propicios para el desarrollo de este tipo de acuicultura.

La acuicultura de pequeña escala continúa difundiéndose a la mayor parte del territorio nacional, se sigue contando con el apoyo de los programas de la FAO en este aspecto para Colombia y América Latina y se ha establecido la sede de la organización «Acuicultura Rural de Pequeña Escala» ARPE, en la Universidad Católica de Temuco en Chile, desde donde se coordinan acciones tendientes a contribuir a su desarrollo en América Latina y otros países. Se han formulado además proyectos para continuar con el desarrollo de esta actividad, apoyados por el programa FIDA de la FAO.

Por último, los extensionistas y campesinos han adquirido cada vez mayores conocimientos que les permiten desarrollar mejor esta actividad y la han involucrado como un componente más de diversificación de la producción en sus fincas, como alimento (seguridad alimentaria) y generadora de recursos económicos adicionales.

3. VENTAJAS DE LA ACUICULTURA

En los últimos 20 años se ha observado una gran acogida hacia la acuicultura y esto se debe en gran parte a las ventajas que presenta frente a otras actividades agropecuarias tradicionales, las cuales se pueden resumir así:

- ◆ La producción obtenida por unidad de área en el agua es mucho mayor que la que se puede obtener en la tierra.
- ◆ Los organismos acuáticos por ser de sangre fría no gastan energía en mantener su temperatura corporal, lo que los hace convertidores de alimento más eficientes.
- ◆ La densidad corporal de los organismos acuáticos, exceptuando los de concha dura, es casi igual a la del agua que habitan, por lo que no requieren consumir mucha energía para su soporte físico y por lo tanto la dedican

para su crecimiento.

- ◆ La acuicultura permite incorporar a la economía de la finca o granja, suelos no aptos o de baja productividad para la práctica de actividades agropecuarias tradicionales.
- ◆ Se presenta como una valiosa alternativa para el suministro de productos pesqueros (peces, crustáceos, moluscos), frente a las progresivas disminuciones de las capturas de los recursos pesqueros marinos y continentales.
- ◆ Permite el aprovechamiento secundario de cuerpos de agua como embalses, represas, lagos y jagüeyes, entre otros, cuyo objetivo principal es la producción de energía o reservorios de agua para bebedero de animales y riego, entre otros.
- ◆ Contribuye a la diversificación e integración de la producción en la granja, ya que se puede utilizar el estiércol de los animales como abono orgánico para elevar la productividad de las aguas y estas aguas fertilizadas se pueden emplear para el riego de los terrenos donde se producen pastos, hortalizas, caña, café y frutales, entre otros.
- ◆ Han evolucionado las tecnologías de producción y la incorporación de nuevas especies a la producción y la cadena productiva de la industria se ha mejorado y especializado en este renglón, aumentando su competitividad.
- ◆ Producción de alimento de alto valor proteico.

4. CLASIFICACIÓN DE LA ACUICULTURA

La acuicultura se puede clasificar según el tipo de producción, grado de manejo y tecnología empleada en: **extensiva**, **semiintensiva** e **intensiva**. En la figura 1 se muestra la relación existente entre la oferta de alimento natural y el grado de manejo o tipo de cultivo que se emplee. Se puede observar que a medida que se aumenta la densidad de siembra, como en el caso de los cultivos intensivos, la cantidad de alimento que aporta el medio natural se reduce al máximo.

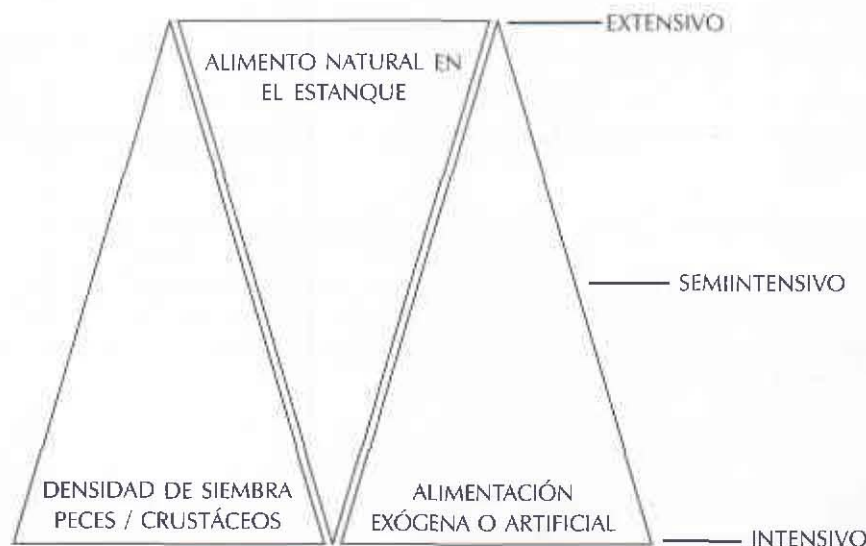


FIGURA 1. Papel del alimento natural y artificial en la acuicultura a nivel de cultivo extensivo, semiintensivo e intensivo (Tomado de Tacon, 1989)

De acuerdo con el número de especies que integren el cultivo se emplearán los términos **monocultivo**, en el caso del cultivo de una sola especie y **policultivo** si se trata de dos o más especies. Si se complementa o combina con otras actividades agropecuarias se tratará de cultivos integrados.

4.1 ACUICULTURA EXTENSIVA

Es aquella en donde la acción del hombre se limita exclusivamente a la siembra y cosecha de una o varias especies

en un cuerpo de agua determinado. No se realiza ningún tipo de manejo como la fertilización del agua y no se da ningún tipo de alimentación. Este tipo de acuicultura es la que se realiza con fines de aprovechamiento de un cuerpo de agua determinado. Por lo general se realiza en reservorios de agua, jagüeyes y represas o embalses, bien sean naturales o artificiales, sembrando los organismos a una baja densidad y permitiendo que subsistan de la oferta de alimento natural que allí existe. El aprovechamiento se realiza a partir del momento en que se detectan animales de talla comercial (Fig. 2).



FIGURA 2. Cuerpo de agua donde se realiza cultivo extensivo (Represa del Neusa, Cundinamarca)

Para un aprovechamiento adecuado de este tipo de acuicultura se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ◆ Mantener el cuerpo de agua en buenas condiciones de acuerdo con su tamaño
- ◆ Mantener la población de los organismos mediante siembras frecuentes
- ◆ En el caso de reservorios pequeños como jagüeyes, si es posible, se recomienda eliminar o tratar de ejercer algún tipo de control de los predadores

4.2 ACUICULTURA SEMIINTENSIVA

Es aquella en donde la labor del hombre va más allá de la siembra y la recolección de los organismos; generalmente ya existen estanques o reservorios construidos por el hombre para este fin y las técnicas de manejo se restringen a la siembra de los peces, abonamiento, preparación incipiente y esporádica del estanque y en ocasiones se suministra algún tipo de alimento.

Se emplean densidades de siembra más altas que en el cultivo extensivo, que contribuye a obtener mayores producciones. Este sistema de cultivo es practicado por la gran mayoría de los pequeños productores de Colombia.

4.3 ACUICULTURA INTENSIVA

Es aquella que se realiza empleando mayores densidades de siembra (Fig. 3), infraestructura adecuada (estanques o jaulas flotantes), depende específicamente del suministro de alimento concentrado apropiado para la especie de cultivo y requiere más alta tecnología, como manejo de flujos de agua, de sistemas de aireación y en algunos casos



FIGURA 3. Cultivo de peces a altas densidades de siembra en estanques

el empleo de oxígeno líquido, reutilización de agua y biofiltros, entre otros. Necesita una mejor planificación puesto que se invierten mayores recursos económicos, pero a su vez se obtienen mayores producciones y por lo tanto aumenta su rentabilidad. Las siembras y las cosechas se llevan a cabo periódicamente y se requiere adelantar controles permanentes a la calidad del agua, en parámetros como el oxígeno disuelto, pH, amoníaco y nitritos, entre otros, y es necesario un mayor control de las enfermedades, se busca mayor calidad en la semilla, el personal es capacitado y se orienta la explotación hacia la obtención de mayores ingresos. Básicamente es la acuicultura que se realiza con fines comerciales (Fig. 4). En lagos, represas y embalses, se realizan cultivos intensivos mediante la utilización de jaulas flotantes.



FIGURA 4. Piscifactoría donde se realiza cultivo intensivo de peces

5. PRÁCTICAS DE CULTIVO

La acuicultura se puede realizar en un mismo cuerpo de agua con una o varias especies, tratando de aprovechar toda la columna de agua, dependiendo de los diferentes niveles tróficos de las especies a cultivar. Cuando en el cultivo interviene una sola especie se trata de monocultivo, que es el sistema que se practica más comúnmente en el país; si intervienen dos o más especies se denomina policultivo, tal como se explica a continuación.

5.1 MONOCULTIVO

El monocultivo se fundamenta en la utilización de una sola especie durante todo el proceso de producción. Este tipo de cultivo es practicado en la mayoría de las explotaciones de tipo intensivo del país, bien sea trucha, tilapia roja, cachama o camarón.

5.2 POLICULTIVO

El policultivo es el cultivo de dos o más especies en un mismo estanque, con el propósito de dar el mayor aprovechamiento al espacio y a la productividad del estanque, lo que no se sucede cuando se utiliza una sola especie o monocultivo. Mediante este sistema se aumenta la producción total del estanque y se pueden obtener diferentes productos que demanda el mercado o para autoconsumo.

Actualmente se realiza con especies de clima medio y cálido, en explotaciones de carácter semiintensivo y en algunas de tipo intensivo, en donde se mantienen especies como la cachama y la tilapia roja, tal como sucede en algunas de las explotaciones de los departamentos del sur de Colombia, especialmente en el departamento del Meta. Uno de los problemas observados con este tipo de cultivo es la disponibilidad de semilla de las diferentes especies al mismo tiempo.

Policultivos que han presentado buenas producciones con fines comerciales y que se están realizando actualmente son la combinación de tilapia o mojarra roja *Oreochromis spp.* con la cachama blanca *Piaractus brachypomus*. También se emplean como especies secundarias especies limnófagas como el bocachico *Prochilodus magdalenae*, el coporo *Prochilodus mariae*, el bocachico *Prochilodus nigricans*, la carpa común *Cyprinus carpio* y la carpa espejo, *Cyprinus carpio var. specularis*. Otro tipo de policultivo recomendado para pequeños productores es el de la mojarra plateada *Oreochromis niloticus* como especie principal y la carpa común *Cyprinus carpio*, como especie secundaria. Con estas especies se han obtenido buenos resultados, ya que la mojarra plateada es una especie filtradora, habitante de media agua y la carpa es habitante del fondo en donde busca su alimento. En el capítulo correspondiente se ampliará esta información.

5.3 CULTIVOS INTEGRADOS

La importancia del cultivo integrado, animales de la granja con peces, radica en que los primeros proveen materia orgánica (estiércol) a los estanques, que al descomponerse mediante la acción de las bacterias, aportan los nutrientes y minerales esenciales para la producción primaria representada en los organismos presentes en el plancton (fitoplancton y zooplancton), que se constituyen en el alimento base de la cadena trófica y que es empleado directamente por los peces micrófagos y filtradores.

El cultivo integrado se puede realizar con patos, cerdos, aves de corral, ganado y otro tipo de animales de establo, conservando siempre las proporciones recomendadas en cuanto al número de individuos (animales) por área en espejo de agua de los estanques. Así no se proveerá demasiada materia orgánica (estiércol), que no alcance a ser degradada y se convierta en un agente contaminante que termine con la vida de los peces (fig. 5). En el capítulo correspondiente se ampliará la información respecto a este sistema de cultivo.

6. INSTALACIONES EMPLEADAS EN ACUICULTURA

Para la práctica de la acuicultura con peces y crustáceos, generalmente se construyen o aprovechan reservorios



FIGURA 5. Cultivo integrado con cerdos y peces

artificiales como estanques, jagüeyes, pozos, represas, depósitos y embalses entre otros, o se instalan estructuras fijas o flotantes en el agua, como corrales y jaulas. Las jaulas contribuyen a disminuir los costos de producción (infraestructura mas económica y no se necesita adquirir terrenos ni realizar movimientos de tierra) y se puede efectuar un mayor control sobre el cultivo.

6.1 ESTANQUES

La infraestructura más utilizada para la práctica de la acuicultura son los estanques, bien sea en tierra, recubiertos con geomembrana o en cemento, estos últimos utilizados principalmente en clima frío para el cultivo de salmónidos. Los estanques se construyen de acuerdo con el tipo de terreno, topografía, textura del suelo, sistemas de cultivo y especies a cultivar. De igual forma dependerá el tipo de construcción, los materiales a utilizar y la forma y dimensiones que se emplearán.

Si se trata de cultivar trucha arcoiris, los estanques serán por lo general de forma rectangular, con proporciones 10:1, tipo canal. Por lo general el flujo de agua es laminar, abarcando todo el ancho de los estanques tanto a la entrada como a la salida para evitar puntos muertos, donde los niveles de oxígeno son bajos, la descomposición de la materia orgánica es alta y la posibilidad de aumentarse los organismos patógenos aumenta. Generalmente, y de acuerdo con los recursos del propietario, se construyen en cemento y la mayoría de las piscifactorías funcionan de esta forma, pero existen también en tierra o recubiertos de geomembrana o permafex, material sintético de PVC que se emplea para la impermeabilización de reservorios artificiales.

En el caso de los estanques para el cultivo de especies de clima medio y cálido, generalmente su construcción se efectúa directamente sobre la tierra, bien sea excavando totalmente el terreno, semiexcavando o efectuando represamientos. La forma y el tamaño es variable, dependiendo del tipo de explotación, tecnología a emplear y los recursos del propietario. Los estanques artesanales construidos en las fincas de los pequeños productores se acomodan por lo general al terreno, buscando en la mayoría de los casos el menor costo de inversión y oscilando sus tamaños entre 50 y 5000 m², generalmente. En las factorías comerciales lo que se busca es la eficiencia y comodidad para el manejo de las especies, bien sean camarones o peces. La forma y el tamaño es variable dependiendo de la fase del cultivo, ya sea que se trate de reproducción, larvicultura, alevinaje, levante o engorde. Estos tamaños oscilan entre 100 y 10000 m², para el caso de los peces y en los camarones entre 1000 y 60000 m², dependiendo del tamaño de la factoría y de las fases de producción.

La entrada de agua se efectúa por tubería, manguera o canal abierto y el desagüe por tubería o estructuras mayores,

dependiendo del tamaño del estanque. La tecnología moderna para cultivos de alta eficiencia se basa en la utilización de grandes flujos de agua que permiten recambios permanentes de agua, en ocasiones el empleo de aireación artificial u oxígeno líquido, con controles eficaces de los parámetros físico-químicos del agua, que contribuyan a evitar enfermedades, pérdida de alimento y altas mortalidades que pueden presentarse por la alteración de los valores normales de estos parámetros.

En el capítulo correspondiente a construcción de estanques se tratan con más detalle los aspectos referentes a terrenos, aforo de las fuentes de agua, construcción y lo concerniente al suministro de agua y desagües, entre otros. Para la construcción de una piscifactoría se deben tener en cuenta las siguientes obras e instalaciones, dependiendo de su finalidad (reproducción o engorde) y complejidad (Fig. 6):

- ◆ Presa o bocatoma
- ◆ Desarenadores
- ◆ Canal de conducción
- ◆ Filtros
- ◆ Laboratorio de reproducción y sala de manejo
- ◆ Salón de incubación
- ◆ Estanques de alevinaje
- ◆ Estanques para juveniles, adultos y reproductores
- ◆ Estanques para reproducción
- ◆ Red de suministro de agua
- ◆ Red de desagües
- ◆ Área de administración, bodegas, y áreas para el personal
- ◆ Sala de sacrificio y área de frío
- ◆ Pozos sépticos
- ◆ Reservorio final para el tratamiento y mejora de las aguas utilizadas.

6.2 JAULAS Y CORRALES

La práctica de la acuicultura en grandes volúmenes de agua mediante estos sistemas en Colombia es reciente y sobre todo en el caso de las jaulas flotantes, ya que la utilización de corrales no ha sido tan representativa. Consiste básicamente en el montaje o construcción de un sistema o infraestructura anclada o suspendida en el agua, con estructuras flotantes y mallas que permita el control y manejo de los organismos de cultivo.

Estos sistemas constituyen un método más económico, como en el caso de las jaulas, ya que sus costos iniciales son más bajos que la infraestructura que se construye en tierra y requieren del empleo de tecnologías relativamente sencillas. Tanto el cultivo en jaulas como el cultivo en corrales incluyen el mantenimiento de organismos en cautiverio dentro de un espacio cerrado pero con flujo libre de agua. La diferencia radica en que las jaulas están suspendidas o fijas y se encuentran cerradas por todos los lados con paños de red o rejillas de otros materiales (Fig. 7) y en los corrales la parte inferior o fondo del corral lo constituye el mismo fondo del cuerpo de agua, generalmente de las ciénagas, que cuentan con poca profundidad. Sin embargo, por sus costos y por la producción que se obtiene se han implementado en el país, en vez de corrales, cerramientos en cuerpos de agua con mallas que permitan el aislamiento de grandes áreas que se pueden emplear para el cultivo de peces a nivel extensivo o semiintensivo y con un control sobre la población hasta su cosecha.

Colombia tiene un alto potencial para el cultivo de peces en jaulas, corrales y encerramientos, ya que posee grandes áreas en espejo de agua en planos inundables, ciénagas, lagos, lagunas, esteros y embalses entre otros.

En los últimos años se ha observado un gran desarrollo de la piscicultura en jaulas flotantes y ha sido necesario establecer una normatividad que reglamente acerca del tipo de instalaciones, especies a utilizar y sistemas de cultivo, ya que las aguas son de uso público y tienen que administrarse en beneficio de la comunidad y de la conservación de los ecosistemas.

El cultivo de peces en corrales no ha tenido gran significancia, ya que han sido muy pocas las experiencias efectuadas con este sistema en Colombia. A nivel mundial su origen se remonta al Japón, donde a comienzos de la década de

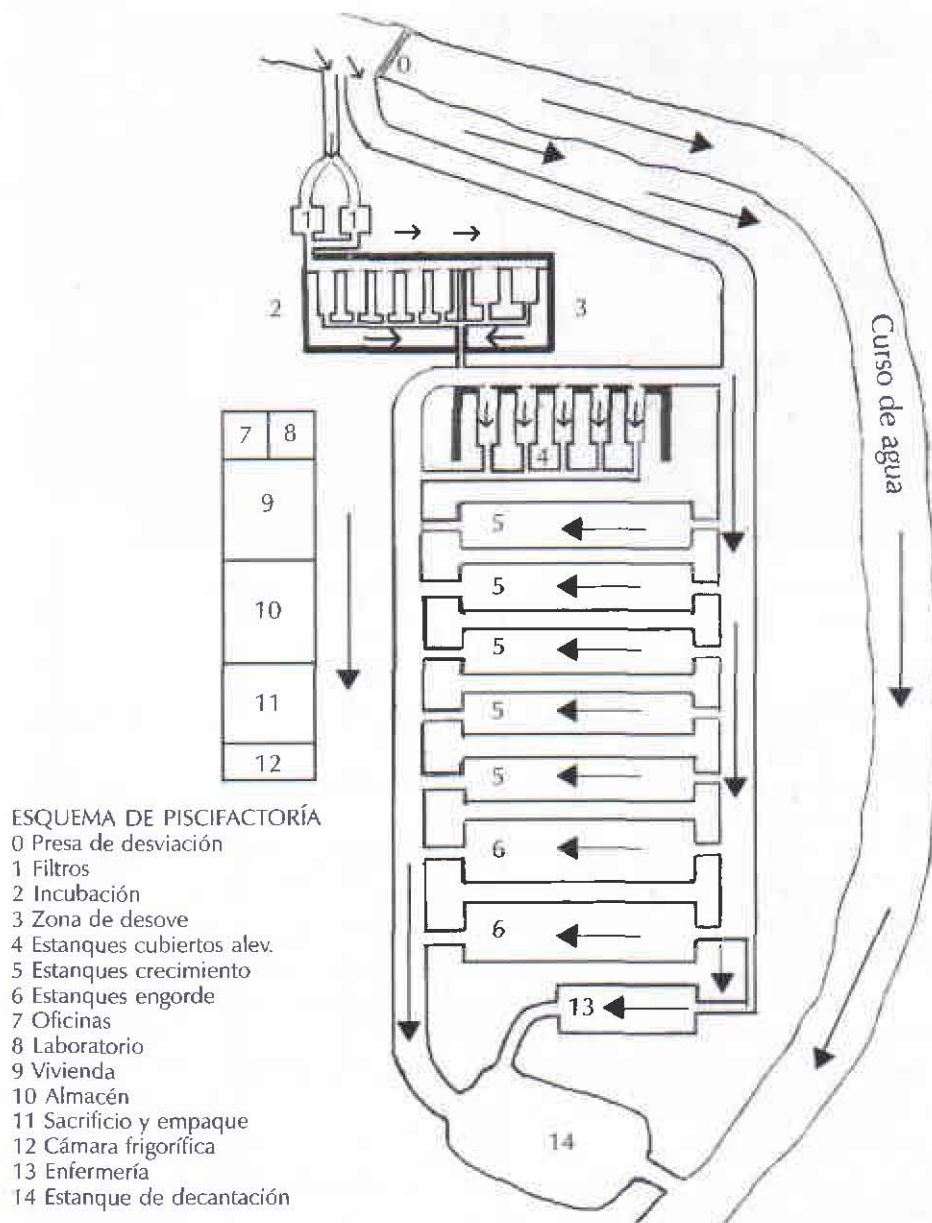


FIGURA 6. Diagrama general de una piscifactoría

1920 se empezó a utilizar. Posteriormente en China, en la década de 1950 se empleó para la cría de carpas en lagos de agua dulce.

Su construcción se efectúa sujetando los paños de la red a postes ubicados a pocos metros de distancia y el fondo de la red se fija al substrato mediante clavijas largas de madera. Generalmente los corrales se construyen en aguas con profundidades menores de 10 m, tienen de 3 a 5 m de altura y sus dimensiones van de 1 a 50 ha.

El cultivo en corrales no ha tenido el mismo progreso que el cultivo en jaulas y en la actualidad este método se utiliza con fines comerciales en Filipinas, Indonesia y China, donde se cultivan el chanos y las carpas: hervíbora, *Ctenopharingodon idella*; Cabezona, *Aristichthys nobilis* y plateada *Hypophthalmichthys molytrix*. Además, también se ha empleado la tilapia en Filipinas y el salmón en Europa, Norteamérica y Suramérica.



FIGURA 7. Vista general de un módulo de jaulas flotantes

BIBLIOGRAFÍA

- BARD, J.; P. KIMPE; J. LEMASSON y P. LESSENT. 1975. Manual de Piscicultura Destinado a la América Tropical. Centre Technique Forestier Tropical, segunda edición, Francia 164 p.
- BEVERIDGE, M.C.M. 1986. Piscicultura en jaulas y corrales. Modelos para calcular la capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente. FAO Doc. Tec. Pesca, (255):100 p.
- COLCIENCIAS-CIID. 1988. Memorias Segunda Reunión Red Nacional de Acuicultura, Neiva, Septiembre. Santa Fe de Bogotá.
- COLCIENCIAS-CIID. 1990. Memorias Tercera Reunión de la Red Nacional de Acuicultura. Bogotá.
- COLCIENCIAS-CIID. 1990. Memorias Cuarta Reunión de la Red Nacional de Acuicultura. Bogotá.
- COLCIENCIAS-INDERENA. 1987. Primera reunión de la Red Nacional de Acuicultura. Memorias 138 p. Bogotá.
- CORNARE-INDERENA-POLITECNICO COLOMBIANO JAIME IZAZA CADAVID. 1991. Presente y Futuro de la Acuicultura en Colombia. Memorias Segundo Seminario Nacional, Medellín. 151 p.
- GARCIA-BADELL, J.J. 1985. Tecnología de las explotaciones Piscícolas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 325 p.
- GARZON, F. 1991. La Piscicultura de Fomento en Colombia, Análisis de la Situación Actual, DRI, Bogotá.
- HUET, M. 1978. Tratado de piscicultura., 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 745 p.
- INDERENA-CIID-COLCIENCIAS. 1990. Informe final de trabajo primer año del Proyecto para el Desarrollo de la Acuicultura en Colombia. Convenio INDERENA-CIID-COLCIENCIAS.
- INDERENA-COLCIENCIAS. 1985. Programa Nacional Para el Desarrollo de la Acuicultura, COLCIENCIAS, Bogotá.
- INPA. 1999. Boletín Estadístico Pesquero. Grupo de Estadísticas, Bogotá. 65 p.
- MARÍN, R. 1992. Estadísticas sobre el recurso agua en Colombia. HIMAT, Arfo Ltda., Bogotá. 412 p.
- RODRÍGUEZ, H.; G. SALAZAR y G. POLO. 1992. Actualización del Estudio Sectorial sobre el Estado de la Acuicultura en Colombia. FAO. 150 p.
- SALAZAR G. y G. POLO. 1993. Evaluación de un policultivo de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), mojarra roja (*Oreochromis spp*) y carpa espejo (*Cyprinus carpio var specularis*). Bol. Cientif. INPA, 1:4-15.
- TACON, A. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de Capacitación. Proyecto AQUILA II, FAO, 572 p.
- TRUJILLO, J. 1988. Policultivo de Cachama blanca (*Colossoma bidens*) y Mojarra plateada (*Oreochromis niloticus*) en estanques. Informe técnico.
- VILLANEDA A. y C.S. BELTRÁN. 2001. Perfil de la Pesca y la Acuicultura en Colombia. INPA.