

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA,
PESCA Y ALIMENTOS



PERSPECTIVAS EN ACUICULTURA: NIVEL MUNDIAL, REGIONAL Y LOCAL



Por Laura Luchini y Santiago Panné Huidobro

2008



Dirección de Acuicultura
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura- SAGPyA.

PERSPECTIVAS EN ACUICULTURA: NIVEL MUNDIAL, REGIONAL Y LOCAL

Por Laura Luchini y Santiago Panné Huidobro
Dirección de Acuicultura -
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura- SAGPyA.
e-mail: lluchi@mecon.gov.ar

I.- DATOS GENERALES

I.1.- Introducción

Gran parte de los habitantes de nuestro planeta, son informados a través de los medios de comunicación, acerca de las pérdidas que los recursos naturales renovables sufren en el tiempo. Esta pérdidas tanto en aguas continentales como marinas se deben, en general, a externalidades que actúan negativamente sobre los recursos y que se producen como consecuencia derivadas de la acción antrópica, con contaminación, barreras o cambios en los cursos de agua y también por otro factor humano, como es el manejo indiscriminado o no sustentable de los recursos pesqueros.

En la mayoría de los casos, dentro de los recursos acuáticos vivos, se nota una marcada disminución y deterioro, acentuado especialmente en las poblaciones de peces, dado que los factores antes mencionados inciden sobre ellas. Estos cambios en el caso de los ríos especialmente, están ligados en gran parte a un desarrollo agrícola, industrial y a la ampliación del número de habitantes en las grandes ciudades situadas a la vera de grandes ríos. Los agroquímicos empleados en los cultivos agrícolas, que se expanden cada vez más (como está ocurriendo en Argentina), impactan directa o indirectamente sobre las cuencas de los grandes ríos y sus afluentes, especialmente en el Paraná. Por otro lado, de existir excesivas capturas practicadas sobre las poblaciones de organismos acuáticos tanto en los ambientes fluviales como marítimos, también se producirá una disminución en este tipo de recurso.

Obviamente, es necesario hacer hincapié en la necesidad del logro de una “seguridad alimentaria” para la población humana en continuo crecimiento, como lo ha expresado la FAO en numerosas oportunidades a través de los trabajos de carácter científico y de divulgación realizados; acompañado de las declaraciones efectuadas especialmente al inicio del nuevo milenio (2000) durante la Conferencia Mundial de Bangkok, o conferencia del Milenio.

Para ello y obligadamente, las producciones de origen acuático deben iniciarse, potenciarse o bien, mejorarse con la finalidad de contribuir a la producción de alimentos de excelente calidad. Dentro de estos alimentos, los derivados de los cultivos y de la extracción acuática, son muy importantes. La actividad acuícola o de acuicultura es la que abarca con un amplio criterio, la producción y la oferta de alimentos proteicos de alta calidad requeridos por los consumidores.

El aumento constante de la población humana a nivel mundial (especialmente en los países de menores ingresos), que pasará de los 5.928,8 millones de habitantes estimados para 1998, contemplando una tasa de crecimiento anual del 1,4 % según las tendencias y proyecciones últimas, a 8.039,1 millones para el año 2025; lógicamente con una diferencia sustancial en cuanto a crecimiento entre países y regiones (Figura 1).

El patrón de insumos proteicos incluidos en la alimentación humana, junto a la tasa de consumo de pescado referido al total de proteína, difiere también a nivel mundial y entre países. Como los veinticinco años pronosticados para alcanzar los más de 8.000 millones de habitantes transcurrirán rápidamente, en la práctica, aquellos países que presentan potencial o actuales posibilidades de producción de alimentos de origen acuícola destinados al consumo, han iniciado o continúan el esfuerzo para alcanzar los objetivos que fueron determinados en su momento. La actividad de acuicultura es señalada por numerosos autores y analistas, como la producción que más ha crecido a nivel mundial en los últimos años, dentro del sector de alimentos destinados a la humanidad, con un crecimiento promedio anual del 8,7 % entre 1970 y el 2005, mientras que la producción de carne en sistemas terrestres, para el mismo período, promedió el 2,9 %.

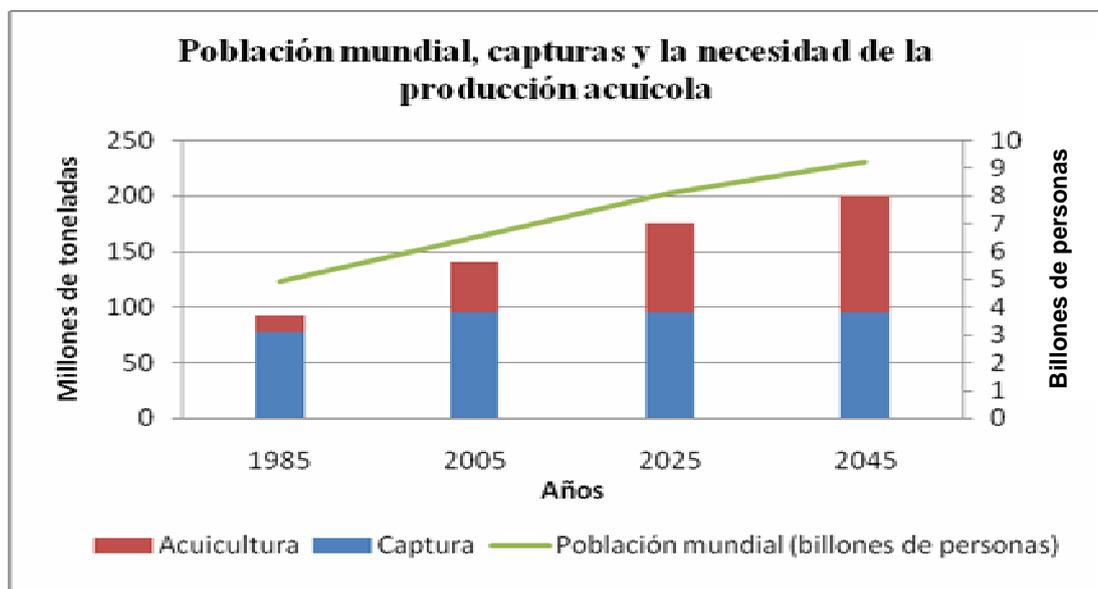


Figura 1: Estimación del consumo de pescado en relación a la proyección de aumento de población mundial (considerando un consumo de 22 kg / cápita).

Fuente: Gravningen, Pharmaq, AS.

Por su lado, las pesquerías basadas en la extracción de los recursos naturales, han sufrido profundos cambios en las últimas décadas en todos los mares y ambientes continentales del mundo. Así, este cambio no solo se ha producido a nivel cuantitativo, sino también en lo referido a la composición específica de las poblaciones naturales, existiendo actualmente varios recursos considerados en peligro de subsistencia. Nuestro país, por su lado, no ha escapado a este panorama en cuanto a lo acontecido con su principal recurso pesquero marino. Hoy en día, finalmente, el ser humano se ha enfrentado a la realidad de que los recursos naturales son finitos y que su explotación debe tender a un carácter sustentable, persiguiendo el objetivo de mantenerlos disponibles en el tiempo. Más aún, en el caso de los recursos fluviales, se ha observado que los grandes ríos han perdido su “capacidad de carga” original, por lo que además de producirse una disminución en sus poblaciones de peces, es probable en el contexto general, que el medio natural no pueda sustentar la capacidad original

y en muchos casos, no puedan mejorarse ni tan siquiera, las que existen actualmente.

La denominación global de “productos del mar” (seafood products) abarca no solo a aquellos productos y subproductos originados en las aguas marinas, sino (por extensión) a los provenientes de todos los sistemas acuáticos que contribuyen a la producción acuícola y que incluyen tanto a los originados en especies marinas, como de aguas salobres y dulces e inclusive, los relacionados por su ciclo de vida al agua como ranas, yacarés, etc.

I.2.- Actualidad y perspectivas de la acuicultura comercial a nivel mundial.

La acuicultura como actividad productiva de autoconsumo y/o comercial, posee una larga historia, de más de 2000 años, habiéndose iniciado en China alrededor del año 500 AC en forma empírica y tradicional agrícola, basada en el cultivo de peces; mientras que en Japón, los cultivos de moluscos bivalvos se practicaban ya, desde el año 745 DC, aproximadamente. Como actividad, abarca en la práctica actual el cultivo de todas aquellas especies de animales y vegetales relacionadas directa o indirectamente al agua, por su reproducción (invertebrados y vertebrados entre los animales, algas de todas clases y plantas superiores, entre los vegetales). El primer “Tratado sobre cultivo de la carpa común” fue redactado en China en el año 450 AC y los primeros cultivos de esta especie estuvieron ligados a la producción de la seda; utilizándose las pupas y heces del gusano como alimento para los individuos bajo cultivo acuático. Hoy en día, la carpa sigue siendo el pez de agua dulce más cultivado a nivel mundial, con tecnologías muy avanzadas en algunos casos o con tecnologías simples que permiten aumentar la ingesta en proteínas a las familias rurales y de las comunidades empobrecidas.

La piscicultura fue y sigue siendo la rama más significativa en el volumen total producido por la acuicultura, aunque sin embargo, a partir de las décadas de 1960 y 1970 se le confirió mayor atención en cuanto a desarrollo científico y tecnológico, obteniéndose entonces las exitosas propagaciones artificiales en laboratorio, de varias especies de peces y, posteriormente, de camarones y otros crustáceos marinos, además de otros variados organismos. A partir de aproximadamente 1974, es que Occidente comienza a interesarse seriamente en este tipo de producción. Las investigaciones realizadas (tanto en Oriente como en Occidente), permitieron entonces un rápido desarrollo en el cultivo de otras especies similares a las ya estudiadas y jugaron un papel muy importante en la producción de alimento de origen acuático (“acuicultura moderna”).

En la región europea, los romanos habían iniciado los cultivos de ostras hace más de 2.000 años, recolectando los ejemplares de pequeña talla en el mar y colocándolas en sitios con agua de calidad, donde procedían a su “engorde”. En Europa Central y Occidental el cultivo de peces se desarrolló desde la Edad Media (en particular la carpa en los monasterios). Desde esta área, los cultivos se expandieron hacia la región del Este de Europa; donde posteriormente se inició el cultivo de la trucha arco-iris, de la marrón y de la trucha de arroyo. Ya en el siglo XIV, el cultivo de la trucha arco-iris se estimulaba en Francia y era desarrollado por los monjes que, inclusive, procedían a la fertilización de las ovas obtenidas.

Luego de la Segunda Guerra Mundial, los países de la Región del Indo-Pacífico, Taiwán y Filipinas especialmente, ya cultivaban en forma más

intensiva numerosas especies, utilizando tecnologías avanzadas, con producción de productos acuáticos que permitía entonces, la llegada de proteína a sus mercados locales de alta demanda. Esta producción se basó principalmente en el cultivo de varias carpas, tilapias y moluscos bivalvos, capaces de producir amplias cosechas con relativamente bajas inversiones. La década de 1980 marca, lo que se puede denominar como la “nueva era de la acuicultura” o la “revolución azul” a nivel mundial; con empleo de mayores densidades de siembra de individuos bajo cultivo, de dietas formuladas especialmente para peces y camarones y el inicio de producciones de especies de mayor valor en el mercado mundial; con un notable aumento además, de la producción de algas marinas, basada en una amplia producción de China a la que se sumó actualmente, Chile.

Modernamente, se dispone de tecnologías desarrolladas para numerosas especies de peces, crustáceos, algas y otros organismos de importante valor comercial, incluyendo a los de acuicultura marina (que no fueron desarrollados hasta recientemente, a fines del siglo XX). La producción creció ostensiblemente en casi todos los continentes y en forma intensiva, especialmente a favor de la tecnología de cultivo en jaulas suspendidas en ambientes naturales o artificiales, para el caso de los peces. Por su lado, Estados Unidos inició un desarrollo acuícola pronunciado en la década de 1960 con su especie de consumo, el “catfish o bagre americano” y avanzó en forma sensible hasta alcanzar en la última década las casi 300.000 toneladas; aunque recientemente su producción ha disminuido a 200 mil TM/2007 (Josupeit, Globefish 2007) a favor de la utilización de las tierras para soja con finalidad de producción de biocombustible. También desarrolló una producción de 9.000 toneladas de tilapia, aunque por razones climáticas no alcanza mayor volumen y procede a una amplia importación de producto terminado. La tilapia el segundo lugar actualmente en la acuicultura, después de la carpa.

Así fue como se inició y se desarrolló con continuidad hasta nuestros días, una investigación que permitió, a medida que avanzaba el tiempo, el desarrollo de tecnologías de cultivo de varios crustáceos (camarón de agua dulce, camarones Peneidos y cangrejos marinos, así como crayfish de agua dulce), numerosas especies de peces, moluscos bivalvos y no-bivalvos, especies de anfibios y reptiles acuáticos; junto a algas marinas y peces ornamentales. Esta actividad, ha alcanzando actualmente, un alto crecimiento, especialmente en China que es considerada la mayor productora mundial de productos de la acuicultura (marinos, de agua dulce y salobre). Las contribuciones consideradas claves para la historia reciente del desarrollo acuícola, condujeron al aumento de las producciones, desde un 14 % hacia mediados de 1980, pasando por un 27,6 % hacia fines de la década de 1990 y alcanzando un crecimiento rápido actualmente. Los datos señalan un crecimiento general a una tasa promedio anual del 8,8 % desde 1950 hasta el 2004. El mayor crecimiento, fue el de China (70 % de la producción mundial actual), con una tasa anual, como ya mencionamos del 12,4 % de crecimiento; mientras en segundo lugar se ubicó la región de Latinoamérica y el Caribe, con un 21,3 % en el mismo período. Asimismo, la región del Cercano Oriente, junto a África del Norte y África Subsahariana, mostraron un 10,8 y 10,7 %, respectivamente. Luego se ubica, la región de Asia y el Pacífico con un 9,8 % de crecimiento anual.

Al inicio del presente siglo, la acuicultura se ha enfrentado a grandes desafíos para alcanzar a producir un mayor volumen de organismos acuáticos de consumo humano con excelente calidad, reduciendo los costos fijos y

operativos, minimizando el uso de recursos en beneficio de los propios acuicultores y aplicando medidas que preserven al medio ambiente para la sociedad en su conjunto. Algunos problemas que subsisten en la industria deberán solucionarse junto al rápido desarrollo científico de la actividad que lleva más de cuatro décadas de acusado crecimiento; mejorando principalmente respecto de temas como nutrición, sanidad animal, trazabilidad, post-cosecha, valor agregado, etc. Aún cuando los esfuerzos a realizar no parecieran ser totalmente fáciles, se estima que las producciones acuícolas tendrán un brillante y prometedor porvenir durante el presente siglo (Liao, 2000). Al respecto, debemos mencionar que solamente en el área de nutrición de peces salmónidos, existen actualmente 7 universidades de Estados Unidos trabajando en la fisiología de dichos organismos y en la modificación de sus fórmulas alimentarias con sustitución parcial del insumo harina de pescado (dado su alto costo y disminución visible) principalmente por proteína vegetal; lo que permitiría no solo el empleo del insumo soja en mayor cantidad, sino que beneficiaría a la industria acuícola reduciendo ampliamente el % de harina de pescado utilizada, permitiendo de esta forma disminuir los costos y hacerla disponible además, para otros usos y alimentos.

Otra área importante, actualmente en investigación, especialmente en América Latina, es la del desarrollo de los “ensilados” producto obtenido a partir de la utilización de desechos de pescado (u otros animales de granja) que permiten, como fuera comprobado en investigaciones desarrolladas también en Argentina (desde el Estado Nacional), su empleo en la elaboración de fórmulas balanceadas para peces y crustáceos de carácter omnívoro que se encuentran actualmente en producción. También pueden ser utilizados en el caso de los carnívoros, reduciendo el uso de la harina de pescado, tratándose de producciones familiares o Pymes y contribuyendo además a la preservación del ambiente.

I.3.- Tendencias de producción e investigaciones principales. Consumo a nivel mundial y su relación a la salud humana.

Los consumidores identifican en general a los organismos acuáticos con las mejores fuentes de proteína animal y según estimaciones realizadas por diversos autores obtienen (de este nutriente), entre un 15 y 20 % a partir de los peces y otros organismos acuáticos (seafood products). Los peces no son solo ricos en proteínas, sino que además aportan determinadas cantidades de vitaminas y minerales, contienen bajos niveles de colesterol y son entre un 90 y 100 % más digestibles que cualquier otro alimento. Por ejemplo, la carne del randiá (*R. quelen*) posee 18 % de proteína y 4 % de grasa en origen cultivo, mientras la de rana posee cada 100 g, un 85,8 % de proteína, 2,75 % de grasas y minerales, carece de colesterol y constituye un producto ideal para la nutrición humana, similar en su constitución a la carne de pescado o del yacaré. En la Figura 2 puede apreciarse el aumento del consumo de alimentos acuáticos en los últimos años a nivel mundial, relacionado no solo al crecimiento poblacional ya mencionado y a la proyección de necesidad de “pescado” para el futuro sino también al interés actual de las poblaciones humanas por ingerir alimentos que resguarden su salud.

La disminución de las pesquerías mundiales, hace suponer que la acuicultura deberá incentivarse como producción importante, si se pretende lograr el aumento y abastecimiento necesario de productos para consumo, según los objetivos señalados. Por otra parte, diversos países, como Noruega, Estados Unidos, el Sudeste Asiático y varios de la Unión Europea, así como Chile,

Ecuador, México y Brasil son ejemplos del aumento de esta actividad y su contribución a las economías regionales. En gran parte de los países asiáticos y en Europa mismo, donde la acuicultura comienza a ser un sector independiente de la pesca, se la reconoce como una importante industria.

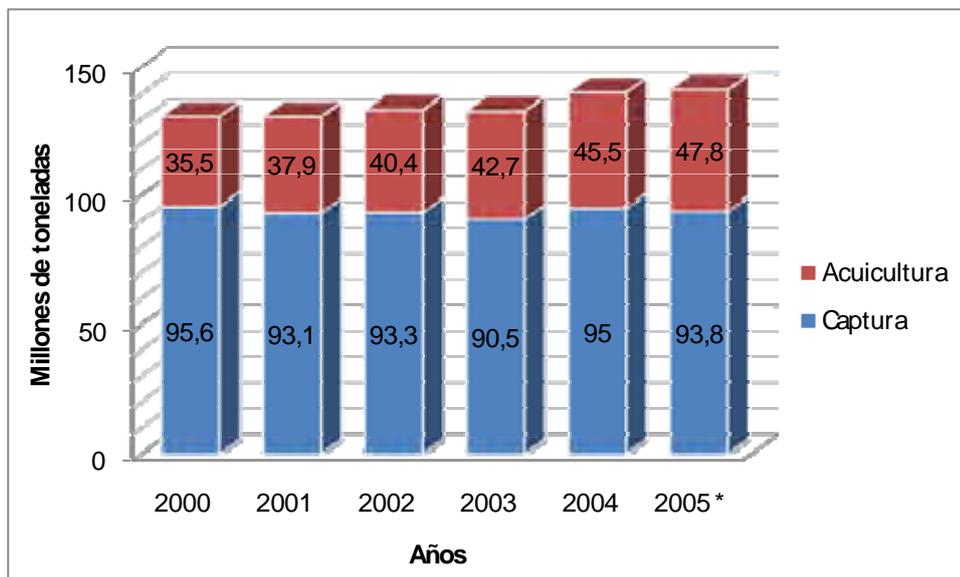


Figura 2: Producción Mundial Total (Pesca y Acuicultura)
Fuente: FAO Sofía 2006, No incluye a China *2005 estimado

Muchos investigadores, analistas y expertos, han señalado las varias posibilidades que existen en juego para incentivar el avance y el crecimiento del nivel de producción en el caso de los cultivos acuáticos. Estas son de orden técnico y no-técnico. Entre las primeras se mencionan las investigaciones dirigidas hacia el desarrollo de los aspectos más importantes que restringen el aumento de la producción acuícola, una mayor eficiencia productiva, una disminución de los recursos de suelo y agua y una mejor protección hacia el medio ambiente; complementado todo con una mayor prevención y control de las enfermedades. La mayoría de los actuales estudios, una vez terminada la fase de investigación sobre la reproducción de las especies acuáticas (que permitió alcanzar los logros en la producción de numerosas especies de peces, moluscos y crustáceos en el siglo pasado), desarrollan temas de solución más importante como son las enfermedades (especialmente a partir del inicio de los cultivos denominados “intensivos”), el conocimiento más acabado de los requerimientos nutricionales de los diversos organismos acuícolas y la obtención de alimentos artificiales y naturales adecuados a las distintas fases del ciclo de producción. Últimamente, temas como la “trazabilidad” y el “etiquetado” de los productos obtenidos por acuicultura se consideran también factores muy importantes, los que deberán ser seriamente considerados por el productor, si desea colocar su producto en el mercado interno y en el internacional, este último cada vez más exigente.

El cultivo de microalgas y de determinados elementos pertenecientes al zooplancton, que son utilizados primariamente como alimentos vivos o encapsulados, son por ejemplo, especialmente importantes en el éxito de la fase de larvicultura de numerosas especies de origen marino. Las enfermedades, para el caso de los organismos acuáticos, se consideran como

la mayor barrera para el aumento y continuidad de la producción, ya que los cultivos incluyen un riesgo y éste disminuirá según la capacitación del productor, el manejo adecuado con que ejecuta sus cultivos y el sistema de producción seleccionado. Un mejor entendimiento sobre los mecanismos de los sistemas de inmunidad de los animales acuáticos, el desarrollo de vacunas (algunas actualmente en producción comercial para ciertas especies) y la biotecnología en general, son herramientas prometedoras en cuanto a la prevención de las enfermedades. Más recientemente, se inició el desarrollo de cepas genéticas resistentes a enfermedades virales y bacterianas (Liao y Chiao, 1997).

En el campo de los alimentos vivos empleados en las fases correspondientes a la larvicultura de peces y camaronería marina especialmente, varios de los países de mayor desarrollo se encuentran abocados a la resolución de los problemas existentes derivados de una falta de abastecimiento (reemplazo o huevas de exportaciones de Artemia, cultivo de crustáceos copépodos y cladóceros, cultivos de poliquetos, así como otros invertebrados). Todas estas y otras investigaciones, serán las que aportarán al crecimiento de la actividad en forma sustentable y amigable con el medio ambiente a través del presente siglo.

En lo que se refiere a los aspectos no-técnicos, las más importantes y últimas reuniones internacionales sobre Acuicultura (Tailandia, 2000; India, 2006) señalaron varios aspectos, específicamente los destinados a regulaciones que abarquen desde el resguardo de la salud humana (sobre el abuso de antibióticos u otras drogas durante los cultivos), fase de post-cosecha, resguardo de medio ambiente, capacitación a todo nivel, ordenamiento de datos estadísticos de producción, manejo de las producciones y de la comercialización, incentivos económicos y provisión de un soporte legal y financiero para productores, etc. Por ejemplo, en la última Reunión efectuada en Nueva Delhi - India, los países miembros de la FAO, requirieron de esta que se trabaje especialmente en Guías para los procedimientos de “certificación en acuicultura”. Seguridad en los alimentos y certificación, son dos aspectos que están relacionados entre sí, ya que mejores prácticas aplicadas durante los cultivos, conducen al uso más responsable de sustancias químicas y también minimiza la prevalencia de parásitos en los peces, por ejemplo. Ya existen estructuras de certificación y otras están en desarrollo. Aún cuando actualmente no existe en forma global una norma de certificación en acuicultura, la actividad se ha beneficiado en contraste, con las guías para el ecoetiquetado desarrolladas para los productos de la pesca. En Argentina existen dos certificadoras de carácter privado que actúan en algunas certificaciones destinadas a los productos acuícolas.

En nuestro país, desde el Estado Nacional, se promueve la capacitación teórico-práctica y se apoya el desarrollo de tecnologías para especies autóctonas y exóticas existentes. En el 2007 se puso en marcha la ejecución del Plan Nacional de Sanidad Animal, inicialmente dedicado a peces salmónidos y la contribución a la clasificación de zonas aptas para cultivo de Moluscos Bivalvos, en conjunto con el Servicio Nacional de Calidad Agroalimentaria y las provincias involucradas en producciones de ese tipo. Especies como el lenguado de aguas templadas y el besugo (especies marinas), así como el pacú, randiá, red claw, amur, tilapia, carpa común (de agua dulce) se trabajan fuertemente en la Estación de Maricultura del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Acuícola, en Mar del Plata, y en el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola – CENADAC, situado en Corrientes.

Ambas estructuras dependen de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos del Ministerio de Economía y Producción. A estos desarrollos se une el fuerte impulso efectuado desde el Instituto de Pesca y Biología Marina Alte. Storni, de la provincia de Río Negro - Univ. Nacional del Comahue (desde su Laboratorio de Las Grutas – CRIAR) el desarrollo emprendido por la provincia de Chubut, Buenos Aires y Tierra del Fuego actualmente, todos proyectos apoyados inicialmente y en su transcurso por el equipo de acuicultura del mencionado Instituto Storni.

A estos proyectos se suma el de provincia de Buenos Aires y el INTECH (Chascomús) apoyados por la Organización JICA de Japón, dirigido al estudio de la especie de pejerrey, que permite mejorar el abastecimiento de ovas e investiga otros factores que contribuyen al conocimiento de la especie y su dispersión en los ambientes favorables para su siembra extensiva y posterior pesca deportiva y/o comercial. Tampoco se puede dejar de lado a otros grupos de investigadores que contribuyen directa o indirectamente al desarrollo de la actividad, como son las varias Universidades y Centros (Río Cuarto, UNNE, UNAM, CENPAT, Mar del Plata, CEAN, CADIC, UBA (Facultades de Exactas, y de Agronomía y de Veterinaria), UNC y otros.

El avance de la producción acuícola en nuestro país (cerca de 2600 TM /2006), desde 1992 en adelante, ha sido mayormente el resultado del propio esfuerzo de los productores, que contaron con el apoyo técnico necesario y correcto brindado desde el Estado Nacional y provincial. Si se desea potenciar la acuicultura y especialmente dentro de ella, la piscicultura y la producción de moluscos bivalvos como una estrategia del país, será necesario trabajar fuertemente no solo en su desarrollo, sino sumar además una capacitación teórico-práctica más amplia para el manejo responsable de los cultivos por el productor y una extensión adecuada al efecto; hoy faltante en gran parte. Se necesitará además contar con una mayor difusión desde el Estado, que permita llegar a todos los estratos del Sector productivo, con la finalidad de disminuir errores desde el inicio de la planificación de los proyectos. Ello significa que deberá planificarse correctamente y en forma armoniosa dicho desarrollo, con estudios de índole económica, sobre potencialidad de especies y de sitios, así como aceptación de los productos cultivados en los mercados. Otro de los desafíos del país, consiste en ampliar los estudios de apoyo al productor (marino y de agua dulce), la concreción del afianzamiento y crecimiento de los productores artesanales de moluscos bivalvos, con apoyo declarado hacia estos cultivos.

El desarrollo deberá contemplar además los planes de capacitación de personal idóneo para prevención y control de las enfermedades ya conocidas y por surgir. Esta deberá ser una tarea abarcada desde el Estado para todo el país y donde las provincias y los mismos productores deberán involucrarse. No existe producción bien entendida si se carece de un plan de apoyo en cuanto a certificación de exención o denuncia de enfermedades obligatorias a nivel internacional y también de un plan de contingencia en el caso de su posible presencia; así como el mejoramiento del control de los productos una vez terminados. Los emprendimientos actuales y futuros se norman a través de la SAGPyA a nivel nacional, según se desprende de la Resolución 1314/04 (que suplantó a la 903 y 904/04 y la 987/97) acompañada de las respectivas normativas emergentes de las provincias involucradas en la actividad. En consecuencia, los productores obligatoriamente deben inscribirse en el RENACUA (Registro Único de Emprendimientos/Establecimientos Acuícolas) y en el RENSPA, Registro correspondiente al área de Sanidad del SENASA

(Dirección Nacional de Sanidad Animal - Dirección Luchas Sanitarias); además en las respectivas provincias/municipios.

Para obtener una adecuada rentabilidad y mantener la sustentabilidad económica en acuicultura, es necesario considerar aquellas metodologías que reduzcan los costos productivos y para ello, se necesita ampliar los estudios en investigaciones sobre formulaciones aptas en cuanto a calidad (según las especies) y menor costo, con insumos disponibles en las áreas donde están insertados los productores, así como el mejor empleo de tecnologías de manejo durante la producción, con el cumplimiento de “buenas prácticas de acuicultura” (estas últimas prácticas ayudan mucho a disminuir costos en la producción). Los datos pueden obtenerse a través del desarrollo experimental en campo y conforme al apoyo (tanto del Estado como de la actividad privada) para lograr un eficaz y rápido avance, especialmente en el área de nutrición y sanidad.

Aunque nuestro país pueda utilizar los resultados de las investigaciones que se realicen en otros países en el campo de la acuicultura (incluyendo aquellos del área latinoamericana y especialmente los del Cono Sur) no siempre las mismas estarán disponibles desde el inicio y solamente la investigación y el desarrollo tecnológico propio logrará producir un avance en el sentido deseado y correcto. La introducción de tecnologías desde otros países, deberán ser validadas y adaptadas al territorio argentino y a sus características climáticas, a la idiosincrasia de sus potenciales productores; junto a otros factores que influyen externamente, incluyendo el desarrollo del mercado interno y la búsqueda de los externos adónde dirigir los productos obtenidos al avanzarse en el volumen producido.

En conclusión, para que Argentina pueda formar parte del grupo de países que vienen desarrollando la ACUICULTURA, es necesario que se ponga al día en una serie de factores considerados como imprescindibles dentro del panorama de desarrollo a seguir implementando desde el Estado. La investigación experimental en campo, el avance en el desarrollo de especies autóctonas y potencialmente aptas para producción acuícola, la adaptación de las correspondientes especies exóticas ya introducidas, el mejoramiento de las tecnologías actualmente utilizadas, la capacitación, la difusión, la extensión hacia el productor; la apertura de canales de comercialización, la cooperación con otros países, las apropiadas regulaciones o normativas, su armonización entre provincias y Nación; son todas acciones que deberán ser continuadas o emprendidas en algunos casos, con mayor empuje y claridad a través de todos los organismos (centrales y provinciales) aspirando a la obtención de un desarrollo armonioso para obtener, no solamente el éxito en cuanto a una posible producción, sino también un mayor beneficio a través de la incorporación de mayor empleo, ampliación del mercado interno y posibilidad de acceso al externo a medida que se aumente el volumen producido y se mantenga la continuidad en cuanto a producción de calidad.

El desarrollo de una acuicultura bien entendida, con especies estrechamente ligadas a la base de la cadena alimentaria (fitoplantófagas u omnívoras) y otras que apunten a un mercado de elite (carnívoras), puede favorecer en general a muchos productores de varios niveles y en particular a la mano de obra necesaria e inclusive, en el caso de exportación, sustituir algunas e incorporar divisas al país.

I.4.- Producción acuícola general. El arte del cultivo.

El arte de cultivar organismos acuáticos (animales y vegetales) es llevado a cabo por el hombre, con aplicación de métodos y técnicas controladas totalmente, que lo hacen de esta forma, propietario de sus producciones. Este proceso productivo, puede involucrar desde la selección de los organismos reproductores para la obtención de la necesaria "semilla" (de origen silvestre o de producción bajo cultivo), pasando a través de un crecimiento controlado durante todas las fases del cultivo (reproducción, larvicultura, recría o pre-engorde y engorde final) para arribar a obtener el peso demandado en mercado y las condiciones requeridas por los consumidores en cada caso; o bien, puede abarcar solamente las fases de pre-engorde y engorde final, iniciando las producciones a partir de semilla adquirida a otros productores ya especializados en su obtención.

Las dos herramientas imprescindibles para la formulación de proyectos de acuicultura comercial, provienen de dos ciencias: la biológica y la económica. Junto al conocimiento de las tecnologías a aplicar y de los sistemas a utilizar, relacionados estrechamente a la producción a obtener, los acuicultores deberán contemplar los tratamientos dirigidos a las cosechas y post-cosechas; así como al procesamiento del producto, si lo efectuaran ellos mismos o lo tercerizarán.

La actividad de acuicultura presenta ventajas significativas respecto de la pesca tradicional, ya que se procede, como se mencionó anteriormente, a una producción totalmente controlada y continua, con trazabilidad desde su inicio, se obtienen productos de mayor calidad (también bajo control) y además, se pueden realizar cosechas parciales o totales según la demanda existente en el mercado objeto, etc. El productor logra de esta forma, un aprovechamiento sustentable y económicamente apto en aquellos casos en que haya planificado con rigor su ante-proyecto y analizado dónde colocará el producto una vez terminado. La producción acuática proporciona además, la posibilidad de modificar los productos cultivados en beneficio de la salud humana. Así, el nivel de grasas o de ácidos grasos beneficiosos, podrán modificarse a través de la composición en las fórmulas alimentarias ofrecidas a los organismos durante su cultivo. Al modificarse las dietas se modifican también los atributos sensoriales, el color, el aroma y el gusto. También aumenta la estabilidad de los productos congelados originados en cultivo, extendiéndose en el tiempo debido a la modificación de los ácidos grasos.

En acuicultura, las condiciones de preparación previa del proyecto productivo deben considerarse con sumo cuidado, antes de invertir una sola moneda; estudiándose adecuadamente la o las especies a cultivar, su demanda en el mercado local, regional o metropolitano de primer acceso, la selección de los sitios apropiados (incluyendo suelo, calidad y caudal de agua de abastecimiento necesario), las inversiones necesarias (fijas y de capital u operacional); así como el sistema de cultivo y la infraestructura específica a construir junto a las anexas correspondientes y, principalmente, las tecnologías disponibles, así como la capacitación necesaria (teórica y práctica) para emprender cualquier cultivo acuático. Dentro de las inversiones a realizar para la operación de una producción deberá tenerse en cuenta, aparte de las destinadas directamente al cultivo, las correspondientes al procesamiento (propio o pago), los gastos de envío y la presentación en el mercado y su comercialización propiamente dicha (transportes adecuados, fletes, hielo, refrigeración, presentación, etc.); no debiendo estar ausente el capital

indispensable para un adecuado marketing del producto (dando a conocerlo junto a sus cualidades, apoyándolo con presentación de recetas, folletos explicativos sobre sus ventajas, anuncios por medios de canales de comunicación y otros ítems) para el mejoramiento de las ventas, especialmente cuando se trate de nuevos productos. Para todo ello deberá conocerse primariamente el mercado (local, regional central y/o externo) al cual se dirigirá el producto. Estos conocimientos deben poder manejarse con un mínimo margen de seguridad, antes de dar inicio a cualquier emprendimiento.

La ACUICULTURA no es una producción “mágica”, sino una producción más dentro de las ya existentes en nuestro país, que puede ayudar al productor a aumentar con éxito sus ganancias; siempre que los proyectos hayan sido planificados ajustadamente desde el punto de vista técnico y económico.

Para lograr una producción aceptable en cuanto a calidad y rentabilidad, dentro del estudio a efectuar durante el ante-proyecto, deberán planificarse cuidadosamente cada una de las etapas, así como la producción objeto del emprendimiento inicial; ya que en función de ello, se podrán definir las inversiones parciales y totales a realizar. Inicialmente, el conocimiento del mercado de aceptación y su demanda, será el que definirá en un primer paso, la posibilidad de inserción de los productos ya terminados y definirá además, la Unidad de Producción Mínima Rentable (UPMR) valiéndose del desarrollo de un análisis económico acompañante. Para el caso de especies como trucha, camarón de agua dulce, tilapia, ostra cóncava o japonesa, mejillones y ranas, las mismas fueron definidas por estimación de organismos como el COPADE (1998) y Dirección de Acuicultura – SAGPyA (1996,1997 y 2003); así como el Laboratorio de San Antonio Oeste (Alte. Storni) (1999). En todos los casos, se deberán actualizar los montos. Las mismas están contempladas para pequeños o medianos productores rurales que se inician y que deben cumplir los requisitos especificados en los trabajos señalados. Para otros organismos acuáticos al estar desarrollándose las tecnologías en forma práctica, llevará un cierto tiempo determinar dichas unidades.

Otros aspectos de la acuicultura comercial están especialmente referidos a la reproducción de los organismos acuáticos y a la obtención de la respectiva “semilla” para inicio de producción (de cualquier tamaño que sea) que además de ser empleada por los productores para siembra en las estructuras de cultivo, puede utilizarse para siembra o resiembra de ambientes naturales aptos. Este último tipo de acuicultura, es la denominada “extensiva”, llevada a cabo en cuerpos de agua y puede emplearse con fines de mejoramiento del ambiente, pesca deportiva y/o comercial, etc. En los casos de poblamiento o repoblamiento de cuerpos de agua en forma extensiva (a baja densidad de siembra) la acuicultura se revela como una “herramienta” de trabajo para inicio y/o aumento de poblaciones existentes; siempre que el medio acuático no haya sufrido transformaciones irreversibles, producto de una acción antrópica sostenida, con disminución de su “capacidad de carga” original, como ocurre hoy día en varios ríos de nuestro territorio. La FAO, acuñó para este tipo de acuicultura, el término de “prácticas de semi-acuicultura”, y en concordancia, el término de “pesquerías basadas en cultivo”, cuando estas últimas son generadas a través de la siembra de peces, por falta de tecnologías de cultivo completo o acuicultura, o bien, porque la especie en cuestión no responde totalmente a una acuicultura rentable.

Por otra parte, aquellos cuerpos de agua dulce que se deseen destinar a la obtención de una rentabilidad aceptable para producción acuática, deberán poseer una superficie adecuada para ello según la especie a cultivar, además de cumplir con otras condiciones apropiadas (especialmente al tratarse de espejos de agua utilizados para pesca deportiva, en los conocidos vulgarmente como “cotos de pesca o pesque y pague”), con conocimiento fundamental de su correspondiente manejo pesquero posterior. En referencia a estos últimos proyectos, en general abarcan una producción de entre 1 a 10 toneladas anuales y se encuentran en estrecha relación con el turismo regional. Pueden ofrecer buenas ganancias al productor, pero deben ofrecer pesca deportiva según los distintos gustos del pescador (especies, tallas, etc.), acompañada de una buena infraestructura de campo y ofrecen mayores ganancias cuando se acompañan de pequeños “quinchos” o restaurantes donde se puedan saborear los productos capturados.

I.5.- Producción acuícola mundial.

Las últimas estimaciones de la FAO publicadas en el 2005 y datos aportados en el 2007, indican que la acuicultura a nivel mundial alcanzó dentro del total de “producción acuícola” (pesca y acuicultura) la cifra de 140,5 millones de TM, de las cuales 45,7 millones responden a la producción acuícola por cultivo, valuadas en M. U\$S 56.467. Estas cifras abarcan la producción de diversos animales acuáticos e incluye además a las algas marinas producidas. Dentro de estos datos, se encuentran los correspondientes a la inmensa producción de China, el mayor país de producción acuícola, con más de 41 millones de TM (2004) incluyendo algas. Del total de las capturas obtenidas a partir de las pesquerías mundiales, una parte es reducida y destinada a aceites y harinas, subproductos utilizados indirectamente en la producción de alimentos para la humanidad, entre los cuales se ubican también los provenientes de la acuicultura. China registró a partir de 1992, un crecimiento de 2,6 millones de TM/año, mientras en el resto del mundo el crecimiento medio ha sido estimado en 0,4 millones de TM anuales. Desde mediados del siglo pasado se registró un rápido crecimiento acuícola en América del Norte y posteriormente en América Latina. Para ese entonces, Ecuador presentaba una situación ideal para el cultivo del camarón marino y Chile iniciaba su expansión en acuicultura de peces salmónidos.

Últimamente, las exportaciones desde China y Vietnam sobre tilapia y catfish (bagre *Pangasius* e *Ictalurus*, respectivamente) enviadas hacia Estados Unidos han aumentado considerablemente.

Vietnam ya practicaba hace algunas décadas la acuicultura, pero a partir de los últimos años inició una gran expansión del cultivo de dos especies de bagre del género *Pangasius*, comercialmente conocido bajo esa misma denominación o bien, como la de “basa y tra” (dos especies). Vietnam produce este bagre en jaulas suspendidas en el río Mekong y también en estanques excavados en tierras aptas en la región del Delta del mismo río. Ha alcanzado a producir más de 1 millón de TM por un valor en filetes congelados y refrigerados, de M. U\$S 700. Sin embargo, recientemente (2008) los productores del Mekong han visto alzarse sus costos de producción de forma tal que se ha producido una brusca caída de la producción, acompañada además por menores precios ofrecidos en el mercado europeo que es donde se coloca principalmente este producto. Por estos motivos, algunos acuicultores del delta del río están abandonando su cultivo, ya que el costo de los reproductores, la sal y otros insumos necesarios para la actividad, han aumentado cuatro veces con respecto al año pasado,

mientras por su lado, el precio de la especie, alcanzó su nivel más bajo en su historia.

En la Tabla 1 se presentan las exportaciones de *Pangasius* desde Vietnam, así como los países que importaron este producto durante los años 2005 y 2006. La Tabla 2 por su parte, muestra los principales países productores junto a su participación mundial en producción acuícola general para el año 2000 (en toneladas y valores) comparada con la situación existente al año 2004.

Tabla 1: Exportaciones de Pangasius desde Vietnam

País	2005		2006	
	Toneladas	x 1.000 U\$S	Toneladas	x 1.000 U\$S
Unión Europea	55.172	139.378	123.212	343.427
España	12.390	33.394	25.090	72.732
Países Bajos	4.466	11.490	22.108	65.250
Polonia	5.671	13.097	27.328	66.624
Rusia	3.049	5.589	42.779	83.229
Singapur	9.759	15.967	11.525	22.067
Malasia	5.328	8.552	9.570	19.294
Tailandia	4.883	12.024	5.879	18.120
USA	14.764	35.255	24.281	72.872
Hong Kong	14.564	28.559	16.599	34.956
China	1.789	3.830	1.079	2.421
Australia	9.658	26.178	10.149	30.995
México	6.557	16.818	9.829	28.339
Otros	15.179	35.997	31.700	81.152
Total	140.707	328.148	286.602	736.872

Fuente: Globefish

La FAO estimó, junto a otros expertos, que en los años próximos la producción proveniente de las pesquerías se mantendrá estable como viene sucediendo en las últimas décadas, mientras que los cultivos acuícolas seguirán expandiéndose.

Tabla 2: Los diez principales productores de acuicultura en el mundo en el 2004

País	Volumen de Producción (toneladas)	Global (%)	Valor de la Producción (1.000 U\$S)	Global (%)
China	41.329.608	69,6	35.997.253	51,2
India	2.472.335	4,2	2.936.478	4,2
Filipinas	1.717.028	2,9	794.711	1,1
Indonesia	1.468.612	2,5	2.162.849	3,1
Japón	1.260.810	2,1	4.241.820	6,0
Vietnam	1.228.617	2,1	2.458.589	3,5
Tailandia	1.172.866	2,0	1.586.625	2,3
Rep. de Corea	952.856	1,6	1.211.741	1,7
Bangladesh	914.752	1,5	1.363.180	1,9
Chile	694.693	1,2	2.814.837	4,0

Fuente: FAO 2007

I.6. Panorama Regional.

Argentina forma parte de la Región Latinoamericana, que continúa creciendo en el área de la acuicultura con diferente intensidad según los países analizados. La producción total según Pedini (1997), era para el año 1996 de 668.000 TM, con un valor estimado en M. U\$S 2.150, representando un 2 % y un 4,6 % de la producción total mundial en volúmenes y valores, respectivamente. Para el 2003, se produjeron 1,2 millones de TM por un valor de M. U\$S 4.400. Estas cifras significaron el 2,8 % del total mundial en toneladas (período 2001 - 2003); que representaron el 7,1 % del total mundial en valores. La tasa de crecimiento del período 1993 - 2003, fue del 14,5 % y la correspondiente al período 2000 - 2004 del 11,4 %.

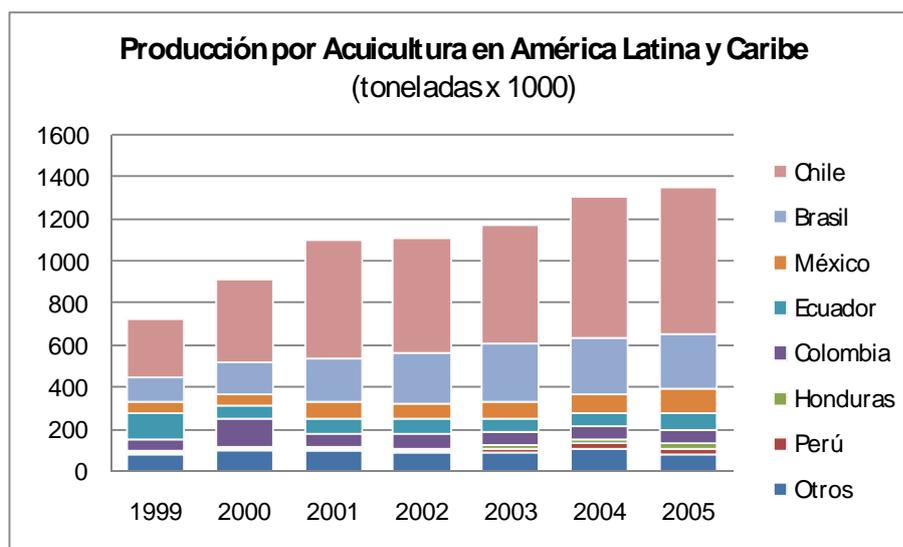


Figura 3: Producción Acuícola latinoamericana 1999 – 2005
Fuente: FAO

En la Figura 3, se puede apreciar la producción acuícola de la Región para el período 1995-2005 y los principales países aportantes. El principal país productor sigue siendo Chile, seguido por Brasil, México, Ecuador, Colombia, Honduras, Costa Rica y Cuba. El fuerte crecimiento de la acuicultura en Chile fue la expresión más alta de su crecimiento último, luego de las enfermedades que sufriera Ecuador que produjeron una forzada baja en su producción camaronera. Durante este período, Ecuador afrontó los problemas suscitados iniciando rápidamente una agresiva producción de tilapia (utilizando los estanques existentes), de tal forma que reemplazó en la última década al líder de esta producción latinoamericana que estaba anteriormente centrada en Costa Rica. En la Tabla 3 se pueden apreciar las exportaciones de filetes frescos de tilapia exportados por Ecuador hacia Estados Unidos hasta el 2005, así como su alto crecimiento en producción de este pez, que lo posicionó como tercer país exportador en su momento, detrás de China y Taiwán. Además de Estados Unidos se exportó a Colombia y Europa. A partir de entonces, Ecuador inició la recomposición de sus producciones camaroneras (de mayor valor). Para el año 2005, esta producción había alcanzado a superar nuevamente las 100.000 TM y producía unas 20.000 TM de tilapia. Debido al crudo invierno del 2007 que ocasionó en China la muerte del 80 % de su producción en tilapia, los países del área latinoamericana podrán ampliar su producción para alcanzar mayor volumen de venta hacia Estados Unidos.

Tabla 3: Exportación de Tilapia de Ecuador a Estados Unidos

Años	Libras	Dólares	\$/libra	% incremento
1997	1.941.708	3.555.292	1,83	
1998	1.668.547	2.877.739	1,72	-16%
1999	4.434.656	10.101.692	2,28	62%
2000	7.599.686	22.801.850	3,00	42%
2001	11.373.890	32.719.048	2,88	33%
2002	15.219.326	41.525.578	2,73	25%
2003	21.443.302	57.091.858	2,66	29%
2004	22.953.709	65.161.010	2,84	7%
2005	24.101.029	69.188.756	2,87	5%

Fuente: Cámara Nacional de Acuicultura de Ecuador

Según el informe de INCOPECA, Costa Rica produjo para el 2005, más de 17 mil TM de tilapia y su exportación para el 2006, fue por un valor de M. U\$S 12,7. En el año 2007, Costa Rica exportó el 46 % de su producción a Estados Unidos, ocupando el tercer lugar como proveedor mundial en filetes frescos, detrás de Ecuador y Honduras. Este último país está disputando actualmente el segundo lugar, por debajo de Ecuador. Además, produjo otros productos (peces y camarones), con un total de estos rubros para el 2005, de casi 23.570 TM.

Colombia, por su lado, ha crecido altamente en producciones de trucha arcoiris, cachama blanca y negra (*Piaractus* y *Colossoma*) y en menor escala en sábalo, carpa y Brycon. En los últimos años ha avanzado para incorporar a sus producciones, especies como el surubí tigre y un bagre del género *Pimelodus*. Su recurso más importante en cuanto a producción marina es el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (18.000 TM/2004) y desarrolló además las tecnologías de producción de la ostra del mangle, así como dos especies de pargo. La tilapia es, sin embargo, la producción de mayor crecimiento en el sector colombiano de acuicultura, totalizando unas 27 mil TM para el año 2004. Uno de sus rasgos distintivos en comparación con otros países del área, es que este producto entra en Colombia en alto volumen al mercado interno, habiendo sido aceptado por los consumidores.

Para tener una idea más acabada de las producciones de tilapia y sus mercados, se presentan en la Tabla 4, las importaciones de tilapia efectuadas por Estados Unidos para el período 2005 a 2007, siendo los principales productos comercializados los filetes frescos, congelados y la tilapia entera congelada, en ese orden de importancia.

Tabla 4: Importaciones de Tilapia a los Estados Unidos (en toneladas)

Producto	2005	2006	2007 (enero a noviembre)
Filetes congelados	55.600	74.400	90.600
Filetes frescos	22.700	23.100	24.100
Entera congelada	56.500	60.800	42.400
Total	134.900	158.300	157.100

Fuente: Globefish

El amplio desarrollo iniciado en los últimos años por Brasil, proyectan a este país como una futura potencia en acuicultura. El territorio brasileño posee ventajas muy importantes, con 8.400 km de litoral marino que sumado a su amplia zona de pesca exclusiva, le permitirá desarrollar la maricultura sin restricciones de espacio. El clima del país posee mínimas variaciones estacionales de temperaturas entre el aire y el agua, que lo hace muy favorable para cultivo de muchas especies acuícolas. Posee además una alta producción de insumos de los empleados en alimentos para organismos acuáticos, como el maíz y la soja. El agua dulce es abundante y de alta calidad, con una superficie de espejo de agua estimada en 5.500.000 hectáreas en embalses. Otras ventajas se refieren al bajo costo de las tierras disponibles en gran parte del territorio y abundante mano de obra. Por otra parte, la demanda interna de productos acuáticos ha aumentado (6,8 kg per cápita y el alza), lo que es una base importante para el inicio y aumento de las producciones y la comercialización de los productos. El Gobierno propuso un Programa específico para la actividad, con ofrecimiento de créditos blandos para los acuicultores, para otorgarle un amplio impulso a la actividad. Dicho Programa estuvo dirigido inicialmente al camarón blanco, la tilapia, moluscos bivalvos y otros peces como carpas, pacú, randiá, pirapitai, bagre americano, surubí, etc. Existe un amplio abanico de especies autóctonas potenciales para cultivo y otras exóticas ya adaptadas y con buenos rendimientos productivos. Además, el país posee una buena base de investigación, con numerosas universidades y otros centros educativos que ya iniciaron hace algunos años, los programas para desarrollo en temas directamente ligados a la acuicultura.

La producción para el año 2005, registrada por el IBAMA de Brasil, ha sido de un total de 250.000 TM y dentro de esta, los peces constituyeron el 70 %, los crustáceos el 25 %, los moluscos bivalvos un 5,7 % y las ranas el 0,2 %. La pesca deportiva capta un 56 % de esta producción, mientras el 31 % se destina a las industrias procesadoras. El resto responde al consumo directo. Como lo señala la Tabla 5, la tilapia y el camarón blanco llevan la delantera, aunque en los últimos años, la camaronería ha sufrido pérdidas importantes debido a la incidencia de varias enfermedades, entre las cuales la "white spot disease" ha sido, al igual que en el resto del mundo, la más relevante.

Tabla 5: Producción Brasileña de Acuicultura en el 2005

	Toneladas
Peces	
Tilapia	67.850,5
Carpa	42.490,5
Tambaqui	25.011
Otros peces de agua dulce	43.394,5
Total Peces	178.746,5
Crustáceos	
Camarón de mar	63.133,5
Camarón de agua dulce	370
Total Crustáceos	63.503,5
Moluscos	
Coquile	15
Mejillón	12.775
Ostra	2.110
Vieiras	0,5
Total Moluscos	14.900,5
Anfibios	
Rana	629,5

Total Anfibios	629.5
Total maricultura	78.034
Total acuicultura continental	179.746
TOTAL ACUICULTURA	257.780

Fuente: IBAMA

Es importante destacar el papel que juega en el conjunto, la producción de moluscos bivalvos en el Estado de Santa Catarina, que fue el primero en iniciarla. En 1998, ya se producían más de 6.000 TM de mejillones, en el 2000, 11.359 TM y 749.066 docenas de ostras japonesas; que en el 2005 se elevaron a 12.775 y 2.110 TM, respectivamente. Estas producciones, ejecutadas a nivel familiar son, según algunos especialistas, las únicas consideradas viables y rentables. En 1998, el cultivo del mejillón, significaba el ingreso principal para un 47 % de los productores involucrados en ello. El gobierno estatal y las universidades fueron los entes que más aportaron a esta producción, con investigación, estudios específicos, producción de semilla, tecnologías, análisis de calidad de agua y ordenamiento de las áreas de cultivo, que continúa aún en proceso. En un 80,5 %, las unidades cultivadas (de hasta 1000 m²) pertenecen a una sola familia que busca el aporte de mano de obra externa entre sus vecinos o parientes, dentro de la misma comunidad. Los aspectos legales, los robos y la comercialización, son considerados los problemas más comunes ligados a la actividad. Muchos de los integrantes de estos cultivos fueron anteriormente pescadores artesanales, integrados inicialmente a tiempo parcial y luego completamente al cultivo.

Brasil es, asimismo el más destacado en cuanto a ranicultura en América Latina, con 629,5 TM para el 2007. Además, las universidades están desarrollando piscicultura marina, con avances en el cultivo del lenguado, róbalo, pargo y últimamente el “bijupirá” o cobia (considerado actualmente como el futuro “salmón” de aguas cálidas). Otros peces bajo investigación son la lisa y la corvina; además de ingresar con producción de tilapia en el medio marino. Existe investigación avanzada en cuanto al desarrollo del cultivo del gigante del Amazonas, el “pirarucú”, una especie que podría llegar a ocupar un lugar muy interesante en la acuicultura brasileña y mundial en el futuro.

En el caso de Chile se ha observado su crecimiento desde el inicio de una industria incipiente que ha alcanzado hoy en día niveles elevadísimos de producción de peces salmónidos y otros organismos acuáticos. Claro que lo que más ha llamado la atención en su desarrollo es sin duda, el nivel de volumen alcanzado por la salmonicultura en especial, que abarca tanto producción de trucha arco-iris, como de salmón del Atlántico, salmón coho o plateado y otros salmones producidos a solicitud, en menor volumen. Con su crecimiento, Chile se convirtió en el primer exportador mundial de salmónidos y el segundo exportador mundial de salmón del Atlántico, figurando detrás de Noruega. El país creció nuevamente en exportaciones y en ganancias referidas al salmón y a la trucha en el 2007. Lamentablemente, la industria del salmón ha sido seriamente afectada recientemente, por un severo brote de ISA (Anemia Infecciosa del Salmón), de carácter virósico y difícil de manejar y controlar por el momento. En general, todos los operadores juzgan que la industria ha entrado en un “cono de sombra” y que debe hacer frente a grandes pérdidas aunque se mantiene aún muy fuerte, pero preocupa al gobierno no solo las pérdidas que se sufren, sino además el problema social que desatará.

Las exportaciones de salmón y trucha para el 2007, alcanzaron la suma total de 498.360 TM por un valor de M. U\$S 2.326. Esto representa un 7 % de tasa de crecimiento en términos de volumen y un 2 % de aumento en valores. El salmón y la trucha forman el 61 % del total de las exportaciones de Chile. En el 2006, esta producción había alcanzado el 62 % y el 33 % en términos de volumen y valores, respectivamente. En términos de cantidad, Chile aumentó sus exportaciones en ambos productos, un 62,9 % desde el año 2001 y un 140 % en valor. La principal especie es el **Salmo salar**, con el 54 % de la producción total y la segunda más importante, la **O. mykiss** o trucha arco-iris, con un 29 %. El tercer lugar lo ocupó el salmón plateado o coho, con un 17 % de producción. La tendencia para estas especies en el futuro es desconocida debido a los problemas que enfrenta la industria en general. La trucha arco-iris fue la responsable del crecimiento total en salmónidos del año 2007, con el aporte de un interesante 30 %.

Anteriormente, la industria ya había sido afectada por brotes de SRS (pisciriketsia) y por el IPN (Necrosis Pancreática Infecciosa), entre otros patógenos. Durante el 2006 y 2007 se produjo una fuerte expansión del Caligus, que también afecta fuertemente a las producciones marinas. Finalmente, los brotes del ISA en la segunda parte del 2007, incidieron fuertemente, causando una alta mortalidad. El virus fue detectado aparentemente en la X Región (la de mayor producción de la especie), en la empresa Marine Harvest. El ISA nunca se había presentado en las producciones de Chile, aunque ya se lo conocía en otros países del Hemisferio Norte (de donde provino con las importaciones de huevos). Varias de las salmoneras están decidiendo su traslado hacia la XI Región en la actualidad, más al sur, que hasta muy recientemente se consideraba libre de ISA. Las salmoneras más grandes se han unido en defensa de sus intereses y trabajan en conjunto para la toma de decisiones sobre manejo y reducción de la incidencia de la enfermedad (disminución de las densidades de cultivo, mayores distancias entre producciones, rotaciones de sitios, etc.). Marine Harvest, la mayor empresa salmonera de Chile, de capitales noruegos, redujo en un 13,9 % las exportaciones en cuanto a salmón y llegó a pérdidas de hasta M. U\$S 76 por causa de la enfermedad durante el 2007. Para el 2008, la empresa predijo una reducción de sus volúmenes de producto y una reducción en cuanto a personal, de cerca del 25% (representa aproximadamente unos 1.000 obreros). El salmón ocupa en general a unos 53.000 trabajadores en el país. Se han observado además, algunos problemas de despidos y bajos sueldos efectivizados en plantas productoras, haciendo difícil la situación por primera vez, tanto para la industria como para el gobierno central. Existe también una fuerte confrontación entre algunas ONG y la industria, con reclamos de las primeras sobre afectación del medio ambiente, accidentes ocurridos en el sector y otros problemas, todo lo cual afectará sin duda a la producción global del país en los próximos años.

El principal destino de los salmónes chilenos, durante el 2007, fueron los Estados Unidos y sus exportaciones a nivel mundial son las mayores en lo referido a este producto. En la Tabla 6, se destacan las exportaciones por países más importantes realizadas por Chile durante el 2007. Japón ocupa el segundo lugar en recepción de productos de salmónidos y en el 2007, Chile exportó 164.814 TM por valor de M. U\$S 663,6, que comparado con las exportaciones del 2006, representaron una caída del 1 % y del 8 %, respectivamente. La trucha arco-iris es el principal producto exportado a Japón. El segundo más importante es el salmón coho o plateado, siendo Chile su

mayor exportador mundial. Otros países a los que se dirige la exportación del salmón chileno son Alemania, Brasil y Rusia (tercero, cuarto y quinto lugar); sumado a varios otros como Francia, China, Corea, Tailandia, México, Canadá y en menor término en volumen a varios países latinoamericanos, incluida la Argentina.

Tabla 6: Destinos de las Exportaciones chilenas de salmón.

Destino	2006	
	Toneladas	U\$S x 1.000 (FOB)
Estados Unidos	112.909	796.062
Japón	166.449	718.895
Alemania	23.669	162.035
Brasil	21.522	91.909
Rusia	11.188	46.276
China	22.855	50.528
Francia	10.337	65.939
Tailandia	14.008	42.421
Méjico	4.327	30.771
Corea del Sur	12.316	31.746
Bélgica	3.409	24.436
Canadá	3.758	24.417
Argentina	4.596	14.573
Venezuela	1.872	10.390
Vietnam	4.117	7.329
Otros	47.825	152.886
Total	465.157	2.270.615

Fuente: Globefish / Boletín de Exportaciones del IFOP

Otras producciones y exportaciones del país que son importantes dentro del desarrollo acuícola, se muestran en la Tabla 7 para el período 2005-2006. Entre ellas, la producción de “choritos” (mejillón) ha sido la que ha aumentado explosivamente en los últimos años (con exportaciones altas a varios países europeos); mientras otras aumentan y abarcan también otras especies cultivadas, como ser: el ostión del norte (vieira), ostras, abalón, turbot y el salmón rey. Este último producido especialmente a solicitud del mercado japonés. Un ítem importante en las producciones y exportaciones de Chile, está constituido por las algas marinas (*Gigartina* y otras) con una exportación de 4.137 TM en el 2007.

Tabla 7: Principales exportaciones de Chile. Período 2005-2006

Producto Exportado	Cantidad en toneladas		Valor (en miles de U\$S FOB)		Valor promedio (U\$S/kg FOB)	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Salmón del Atlántico	229.009	213.298	1.079.064	1.417.832	4,71	6,65
Trucha	74.690	93.226	352.361	481.737	4,72	5,17
Salmón coho	78.780	79.350	283.777	298.962	3,60	3,77
Mejillón	18.755	27.104	40.263	64.379	2,15	2,38
Pelillo y derivados	4.906	4.137	41.623	49.500	8,48	11,97
Ostión del norte	1.840	1.933	24.340	29.495	13,23	15,26
Salmón s/e	1.169	1.078	5.839	7.202	4,99	6,68
Ostras	767	708	2.135	1.962	2,78	2,77
Abalón	253	322	6.570	7.780	25,97	24,16

Turbot	247	201	2.487	2.392	10,07	11,90
Salmón rey	55	193	193	780	3,51	4,04
Total	410.472	421.549	1.838.651	2.362.022	4,48	5,60

Fuente: Directorio de Acuicultura y Pesca en Línea (Dapel) 2008.

Durante el período 2008 al 2009, como ya se mencionó, se supone que se producirán grandes cambios y recomposiciones empresariales en las producciones chilenas de salmónidos debido a las enfermedades ya comentadas, sumado a las catástrofes naturales producidas durante el 2007. Sin embargo, la producción total de salmónidos tendrá un nuevo impulso en cuanto a crecimiento, con la mayor producción de trucha arco-iris. Mientras, se está trabajando en el desarrollo de vacunas específicas contra el ISA y en las nuevas normativas como ya fuera señalado. Por el momento, como opinan los expertos (López Ríos, 2008), es necesario que la industria del salmón chileno ponga sus prioridades en la sustentabilidad ambiental, las condiciones laborales, sume mayor valor agregado a la producción, busque nuevas oportunidades de mercado y mejore la sanidad, todos factores clave para que la industria pueda salir del atolladero actual.

Otro de los países con alta contribución acuícola es México (el tercero en producción en la Región), abarcando el cultivo de varias especies de peces y otros organismos acuáticos. Este país obtuvo en el 2005, un total de producción de 117.514 TM. El 62 % representado por crustáceos marinos y el 37 % por peces. De estos últimos, el 81 % corresponde a especies de agua dulce. La camaronicultura marina está basada en la producción del *L. vannamei*. Las carpas, el atún de mar y las tilapias son los principales referentes de la producción de este país (Figura 4).

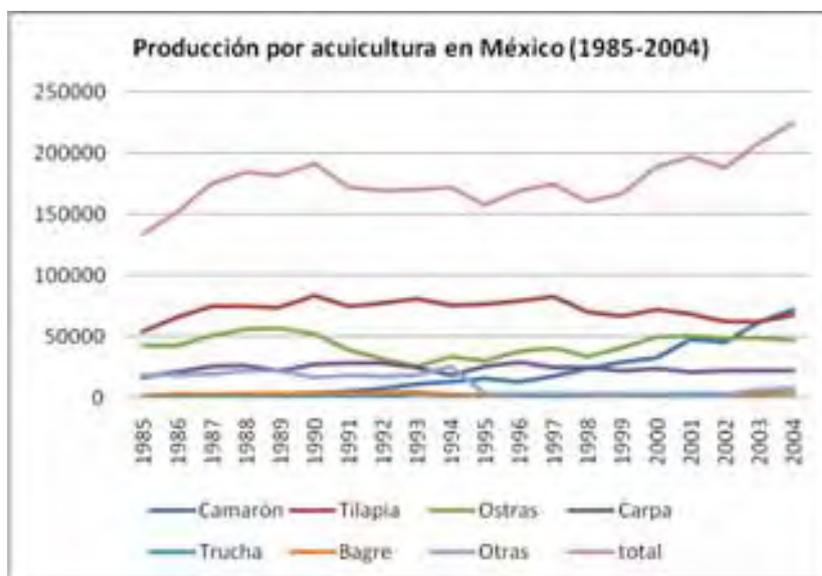


Figura 4: Principales especies producidas en México
Fuente: SAGARPA

Del análisis efectuado sobre la base de los datos existentes en diversos medios de comunicación especializados en acuicultura, se puede observar que prácticamente todos los países de la Región Latinoamericana han emprendido o están emprendiendo producciones acuícolas, ya que todos ellos han

informado últimamente a la FAO sobre los volúmenes obtenidos por cultivo. En general, se puede decir como conclusión que en esta Región la actividad fue considerada como emergente para Ecuador y Chile en el período que abarcara desde el '84 al '96 y que actualmente prosigue con un alto crecimiento y un desarrollo sustentado en la investigación para otras especies, especialmente las consideradas autóctonas y profundización de la diversidad. Las tasas de crecimiento de estas producciones son en los dos países líderes mayores a las de cualquier otra producción existente en la actualidad. Por último, es concluyente que Brasil se proyecta como una gran potencia para la industria de la acuicultura y que ha expandido rápidamente sus diversas producciones. La tilapia (especialmente la del Nilo) se ve como uno de los productos de mayor producción, que sigue ganando terreno en varios mercados internacionales, especialmente en el norteamericano donde su imagen se ha hecho popular y que forma parte de los 10 productos de mayor consumo en dicho país, siendo junto al salmón y al catfish americano (actualmente disminuido en producción, con 200.000 TM/2007) el tercer producto proveniente de acuicultura de agua dulce. Brasil está identificado como uno de los países que seguirá creciendo en la producción de esta especie, cuyas exportaciones se iniciaron reducidamente en 1997. También está, actualmente exportando catfish americano a EUA. La Región sigue creciendo en forma alta, y los estudios y estadísticas aportados por la FAO (hasta el 2005), están totalmente desactualizados.

En la Figura 5, se pueden observar los principales grupos de especies producidas en el área. Países como Chile, Brasil, México, Ecuador y Colombia son los principales productores, representando el 89 % de la producción acuícola total obtenida. Todos los países de la Región consideran a la acuicultura como una actividad estratégica en sus economías. Las estimaciones realizadas para la acuicultura, señalan que existen en la Región 220.000 empleos directos y medio millón de empleos indirectos relacionados con la actividad acuícola. En ciertas regiones del ámbito rural, la acuicultura contribuye con sus peces de agua dulce al aporte de proteína de alta calidad y a los ingresos familiares. El mayor impacto de estas producciones acuícolas se registra a nivel de las economías regionales, a menos que se trate de países de una amplia exportación, como Chile y Ecuador principalmente, que a través de los productos exportados afianzan el crecimiento económico. Ese tipo de acuicultura la impulsa el sector privado principalmente, a diferencia de la acuicultura rural, donde los gobiernos tanto nacionales como regionales apoyan en gran medida el desarrollo acuícola.

La capacidad en tecnologías y los apoyos de los gobiernos con políticas importantes referidas al Sector han hecho que la actividad en la Región muestre cada vez más su importancia. Se espera que a nivel general y Latinoamericano, se siga avanzando tecnológicamente, se obtenga una mayor eficiencia referida a la reproducción y la larvicultura de varias especies (especialmente las autóctonas) y se avance en nutrición y formulaciones alimentarias. Todo ello permitiría que los costos de producción disminuyeran y por ende los precios al público consumidor, permitiendo que mayores franjas de estos puedan alcanzar dichos productos a medida que exista una mayor competencia y disponibilidad en los mercados. Por otra parte, cuando la actividad está ligada al campo, contribuye al asentamiento de las poblaciones rurales en sus lugares de origen, evitando así, las altas migraciones hacia centros densamente poblados.

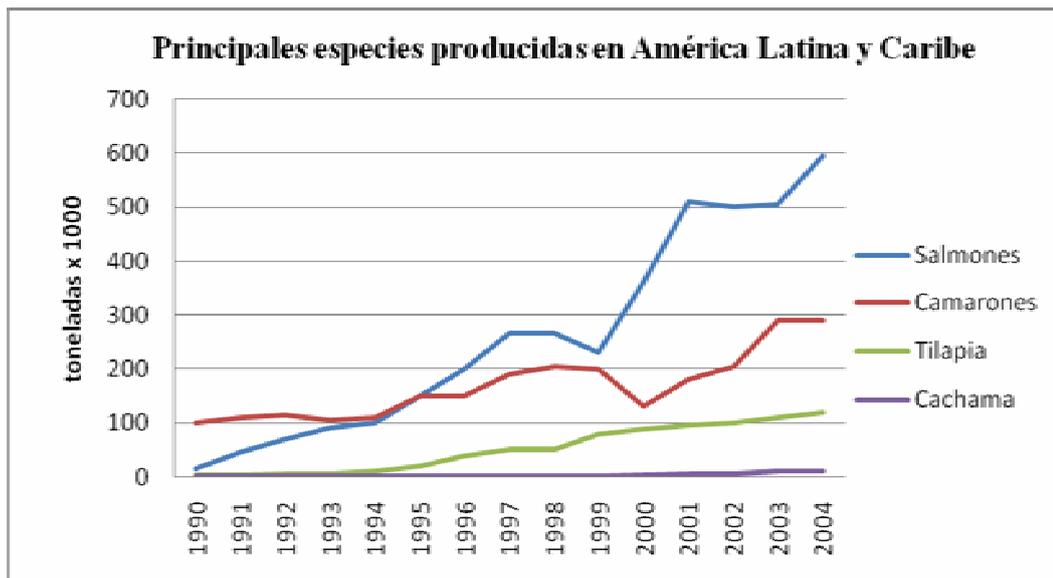


Figura 5: Principales grupos de especies producidas en la Región de Latinoamérica y Caribe

Fuente: FAO

Las mayores dificultades que Pedini mencionaba en 1997 y a las que se enfrentaban los países de la Región para lograr el crecimiento de las producciones acuícolas estaba ligado principalmente a factores institucionales, como la ausencia de suficiente investigación para su desarrollo; sumado a una falta de inversiones, capacitación y extensión adecuada. La acuicultura recién actualmente se está integrando dentro de las estructuras gubernamentales existentes (salvo pocas excepciones) y se necesitaría contar no solo con un mayor aporte desde los gobiernos hacia los productores en cuanto a facilidades en créditos y también en planes estratégicos para cumplir con un desarrollo armonioso y exitoso.

En conclusión y según Wiefels (Infopesca, 2000), la ola del desarrollo pesquero por la que pasó nuestro continente en los últimos 30 años alcanzó su nivel de madurez, con los recursos marinos en estado de plena explotación; mientras que, en cambio, la acuicultura, así como la industrialización de sus productos está lejos aún de haber alcanzado la misma madurez, siguiendo en plena expansión en los países de la Región Latinoamericana. Las reservas de agua dulce del continente, asociada a los extensos litorales, suministran ya grandes volúmenes de peces y mariscos cultivados para el propio consumo continental; pero mayoritariamente forma parte de los productos de exportación hacia otros mercados mundiales que carecen de ellos.

Dentro del continente, Argentina deberá encontrar en este siglo, la vía del desarrollo sustentable en acuicultura de agua dulce y marina, de tal forma que le permita disponer de los recursos existentes para tal producción, contribuyendo (desde sus posibilidades climáticas y fisiográficas) a la futura seguridad alimentaria mundial; aprovechando los beneficios monetarios para sí, para sus productores y para la sociedad en general, contribuyendo con ello al aumento de empleo y a la alimentación de sus poblaciones.

El futuro de la acuicultura en la Región estará influenciado por el vaivén y las tendencias en los mercados mundiales, los riesgos coyunturales o de corto

plazo por aumento de oferta, costos asociados a las distancias hacia los diferentes mercados, etc. La competitividad incluirá el mantenimiento de los estándares medio ambientales, la ejecución de buenas prácticas y el cumplimiento de estándares sanitarios (vigilancia y controles efectivos), acompañado de la trazabilidad en los cultivos y el eco-etiquetado de los productos terminados, junto a determinadas certificaciones internacionales que prestigien los mismos (marcas, producción orgánica, etc.). Estos sistemas, hoy en día ampliamente exigidos en los mercados internacionales, indudablemente aumentarán el costo de las producciones.

En conjunto, la producción acuícola ha mostrado la capacidad para proporcionar beneficios tanto económicos como sociales en los países de la región. Los objetivos identificados para estas producciones, se manifiestan por el ingreso en divisas, incremento en el empleo, reducción en las migraciones rurales, alivio a la pobreza, genera ingresos familiares a nivel rural y mejora la seguridad en cuanto a alimentación y aporte de proteína de calidad, con diferentes niveles según los países sean analizados.

I.7. Panorama Local.

Aún cuando hemos visto a través de las páginas anteriores la importancia que se le da a la actividad de acuicultura en el mundo y también a nivel regional, en Argentina se la considera marginal, como una actividad “no tradicional”, no siendo suficientemente reconocida. Poco a poco, sin embargo, la actividad se abre paso a favor del interés que produce en los propios productores, especialmente los ligados al agro de menor producción que la observan como una posibilidad que les permitiría aumentar sus ingresos, siempre que los consumidores y el mercado local o regional muestren un interés por los productos a desarrollar. Dadas las condiciones de demanda existente en los mercados locales y regionales, la diversificación en las producciones agrarias, permite al productor insertar en su propio campo un módulo destinado a esta actividad que puede serle rentable, manteniendo unas hectáreas de espejo de agua en tierra apta que tenga características para proceder a los cultivos. La acuicultura desarrollada en este caso (principalmente en estanques excavados en tierra) es un tipo de “agro-acuicultura”, ya que su manejo implica similares tratamientos que en otras producciones del agro. En los últimos cuatro años y actualmente, los estados (Nacional y provinciales) han adoptado la actividad, apoyándola con diversas acciones y planificando programas de desarrollo o mostrando interés en hacerlo. Nuestro país es inmenso y sus climas diferentes de norte a sur y de este a oeste, por lo que la elección previa, con conocimiento, sobre especies para proceder a su cultivo es muy importante, junto a las condiciones sociales imperantes en cada región, sumando a ello, las ya mencionadas a la demanda del mercado, el acceso a una capacitación adecuada para los potenciales productores, el interés de los municipios y de las autoridades provinciales para apoyar la actividad proponiendo una difusión correcta, disponiendo de las tecnologías aptas para desarrollo y contención de problemas que puedan surgir.

En nuestro país, existió una amplia fase dedicada a la “acuicultura extensiva”, que se propició desde el Estado Nacional a través de gran parte del siglo XX (aproximadamente desde 1902 hasta 1980) con producción de semilla en Patagonia, especialmente en el área de los peces salmónidos (truchas de diversas clases y salmones) y también el apoyo a la difusión de la especie de pejerrey y perca, con el objeto de implantación de poblaciones en ambientes

naturales, o bien, para el mantenimiento de su potencial pesquero, relacionado a la práctica de la pesca deportiva.

Posteriormente, varias de las provincias patagónicas, cordilleranas y pampeanas crearon sus propias bases (trucha y pejerrey), desarrollándolas y aún manteniéndolas para favorecer el repoblamiento de los ambientes considerados importantes para pesca deportiva y que hoy en día, se encuentran ligados al fuerte turismo existente en el territorio. En esta difusión se han realizado trabajos, la mayoría de las veces por disposición de los gobiernos provinciales. Varias de ellas (principalmente en Patagonia) trabajan en conjunto con la autoridad de Parques Nacionales, que posee dentro de su propia área, numerosos ambientes considerados como “resguardados” a lo largo y ancho del país.

La década de 1990 trajo consigo un mayor crecimiento en el área de la acuicultura comercial, con el aumento de la producción de trucha, ya que hasta entonces las producciones motorizadas por actores privados que existían en el campo de la acuicultura, eran consideradas de tipo “artesanal”, iniciándose también el cultivo de peces y crustáceos de agua dulce en el clima templado y subtropical; y mucho más recientemente, el desarrollo de los cultivos de moluscos bivalvos en el litoral marino.

En la Figura 6 se pueden observar los volúmenes de producción obtenidos en el período 1996 al 2007. En la Tabla 8, se analiza el crecimiento o la disminución de producción mostrada durante los períodos anuales, observándose que desde la década del ‘92 hasta el 2007 incluido, la tasa de crecimiento anual alcanzó el 16,6 % y la tasa de crecimiento acumulada correspondió al 244,2 %. Dentro de este período que abarca 16 años, la acuicultura dejó de ser solamente cultivo de trucha artesanal para aumentar en producción de trucha y luego, a partir de fines de la década del ‘90 agregarse otro tipo de producciones con mayor diversificación de especies y producciones, que continúa actualmente.

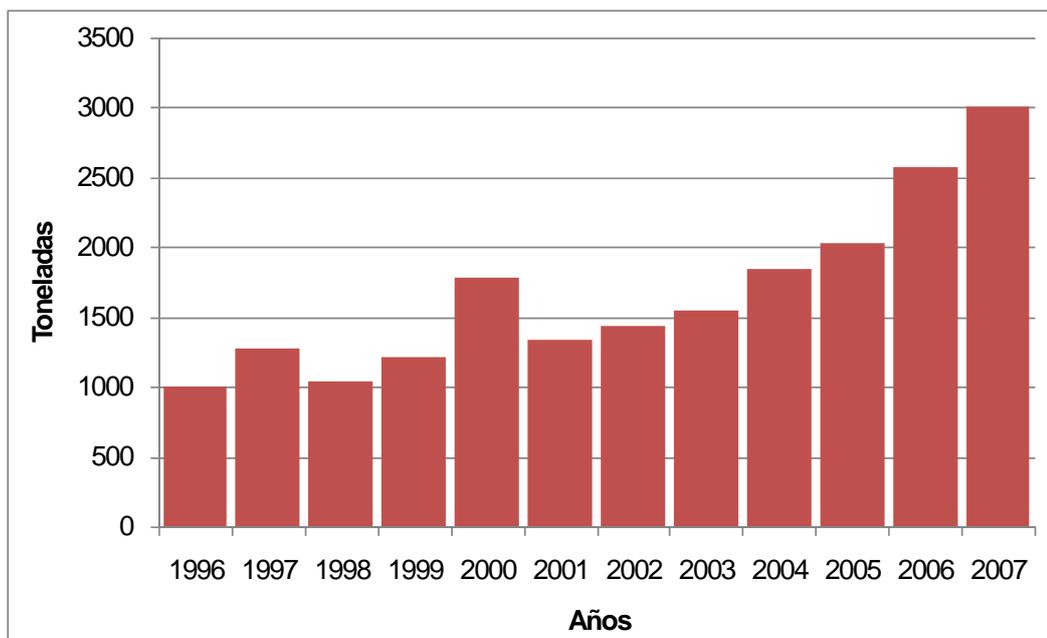


Figura 6: Producción de Acuicultura en Argentina
Fuente: Dirección de Acuicultura

Desde 1992 hasta 1999 inclusive la tasa de crecimiento promedio fue del 19,05 %, mostrando algunos bajos en producción debido a mayor volumen en manos de muy pocos productores que por diversos motivos se retiraron del cultivo (años de tasas negativas); mientras que luego de la crisis económica (la mayor tasa negativa en crecimiento), el tipo de cambio favoreció a los acuicultores y a partir del 2000 hasta el 2007 incluido, se nota un crecimiento sostenido. A la luz de los acontecimientos que ocurren hoy día con la economía a nivel mundial, lamentablemente no se sabrá hasta dentro de unos meses, cual será el devenir de estas producciones en cuanto a volúmenes a producir y exportaciones futuras.

Tabla 8: Crecimiento de la acuicultura durante el período 1992 – 2007

Período	Producción (Toneladas)	Tasa de crecimiento anual	Tasa de crecimiento acumulada
1992	450		
1993	800	77,8%	77,8%
1994	1000	25,0%	102,8%
1995	1427,5	42,8%	145,6%
1996	1426,5	-0,1%	145,5%
1997	1200	-15,9%	129,6%
1998	1040	-13,3%	116,3%
1999	1218	17,1%	133,4%
2000	1784	46,5%	179,9%
2001	1343	-24,7%	155,1%
2002	1443	7,4%	162,6%
2003	1547	7,2%	169,8%
2004	1853	19,8%	189,6%
2005	2473	33,5%	223,0%
2006	2584,8	4,5%	227,5%
2007	3014	16,6%	244,2%

Fuente: Dirección de Acuicultura- SAGPyA- Elaboración Propia

En la Figura 7, asimismo se contemplan las producciones de las principales especies bajo cultivo. En total se cultivan en el país, en diferentes proporciones y según las áreas que se analicen, 14 especies; habiéndose aglutinado en el cuadro, bajo el título de “carpas varias” los cultivos correspondientes a carpa común, plateada, cabezona y amur, que alcanzaron en la provincia de Misiones (en policultivo de pequeños productores) las 250 TM en el 2007 y que enfoca el logro de una producción cercana a las 400 TM para el presente 2008 (este tema se analiza más profundamente más adelante). Las otras producciones abarcaron en muy pequeña escala por el momento, a la tilapia, surubí, ostras, mejillones, langostas, ranas y mejillones, sin contar las correspondientes a la acuicultura que no son registradas (Panné H.,S. y L. Luchini, 2008, inédito).

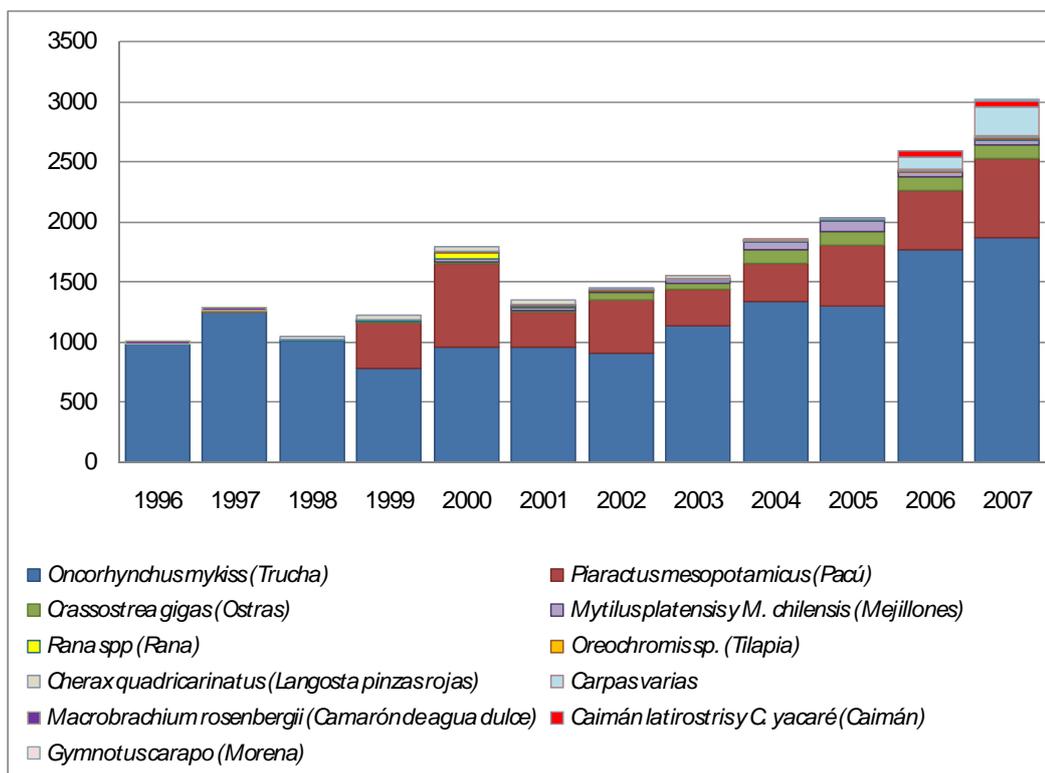


Figura 7: Producción Argentina de Acuicultura por Especies
Fuente : Dirección de Acuicultura

Actualmente, existen empresas analizando la actividad para su posibilidad de invertir en el sector de pequeño a moderado, en cultivos destinados a moluscos bivalvos, ostras, camarón blanco, langosta de pinzas rojas, carpas y otras especies de peces.

En conclusión, se puede afirmar que la acuicultura en la Región Latinoamericana se orienta principalmente a la exportación, aunque muchos de sus productos abastecen además, los mercados internos en varios países, donde el consumo en general, ha aumentado. Inclusive en nuestro país, con excepción de la trucha que se exporta, el resto de los productos acceden a mercados locales, regionales y al mayor, el metropolitano.

Nuestro territorio nacional presenta posibilidades ciertas con factores climáticos acompañantes para determinadas especies, abundancia en agua de calidad, sitios aptos a seleccionar, etc., tanto en continente como en el litoral marítimo (en este último caso, fundamentalmente para el caso del cultivo de moluscos bivalvos). Estas posibilidades deben fusionarse con otros factores correspondientes a la elección de especies comercialmente aptas, para lo cual se hace imprescindible un mínimo estudio de los mercados demandantes en este tipo de comercio y conocer además, los canales hacia dónde dirigir los productos terminados, ya que para que un proyecto acuícola logre el éxito deben conocerse las demandas existentes dentro y fuera del país. También sería interesante que aumentara el número de cultivadores de peces ornamentales autóctonos y exóticos, con destino tanto a mercado interno como a exportación.

II. CUENCAS GEOGRAFICAS PRODUCTIVAS.

II.1.- Especies de cultivo a nivel actual y potencial.

A continuación, se describen las cuencas geográficas de importancia actual para producciones acuícolas en nuestro extenso territorio, según la versión realizada por la Dirección de Acuicultura (2004), en función de las condiciones climáticas, respuesta en crecimiento de determinadas especies con aptitud para cultivo, provisión de semilla actual y futura o bien, a importar con autorización previa. Para proceder a la importación de huevos fertilizados, o diferente semilla de organismos acuáticos necesarios para cultivos, es obligación del productor solicitar la autorización correspondiente a cada provincia en particular (según donde se desee introducir) y contar con la inscripción correspondiente en el RENACUA y RENSPA (Registro Nacional de Acuicultura y de Sanidad, pertenecientes a la SAGPyA y al SENASA, respectivamente). Al respecto de las cuencas geográficas, las mismas son especificadas a continuación y se muestran en la Figura 8. No todas las especies mencionadas poseen tecnología desarrollada o adaptada al país.

- **Cuenca templada-cálida y subtropical (con estaciones de crecimiento prolongadas)**, que es ideal para potenciales especies de clima cálido y templado cálido, como el randiá, surubí, rollizo, boga, tararira, cucharón, pirapitai o salmón de río, rana toro, pacú, tilapia, camarón malayo, langosta de pinzas rojas o de pinzas rojas, yacarés, varias especies de carpas y peces e invertebrados destinados al comercio ornamental.
- **Cuenca templado-fría o cordillerana (cordillerana-patagónica y de serranías)**, con aguas frías de amplio a mediano caudal de abastecimiento, inmejorables en cuanto a calidad y condiciones referidas a cultivos de varias especies de peces salmónidos (truchas y salmones), especialmente trucha arco-iris. Parte de esta amplia región podría aceptar también cultivo de esturión, según la especie. Los emprendimientos podrán abarcar la finalidad de consumo y/o la pesca deportiva.
- **Cuenca templada continental (pampa húmeda y adyacencias)**, con características climáticas más restringidas para especies como el pejerrey (extensivo), randiá, esturión, amur o salmón siberiano y en determinados casos especiales, trucha arco-iris o alguna otra especie de clima no concordante, que deberá cultivarse con inclusión de tecnologías que probablemente aumenten los costos de su producción (por ej. calefacción en el caso de ranas). Los emprendimientos en esta cuenca y según los casos, serán de corte comercial, para consumo, ornamento o actividad deportiva.
- **Cuenca templada a templada fría (costera marítima)**, con aguas de calidad y sitios determinados, con potencial para emprendimientos de diferentes tipos, especialmente referidos a cultivos de peces apreciados como lenguado, besugo, lisa y otras especies marinas aún con tecnologías ausentes. También puede cultivarse trucha en engorde marino (alevinos originados en aguas continentales), moluscos bivalvos (mejillones, ostras, vieiras y distintas almejas), univalvos (volutas y abalones), así como microalgas y otras especies de carácter exótico apreciadas y de alto valor comercial en los mercados de consumo y en algunos casos de valor deportivo. Las

exóticas deberán cultivarse en encierro sobre tierra y control de escapes.

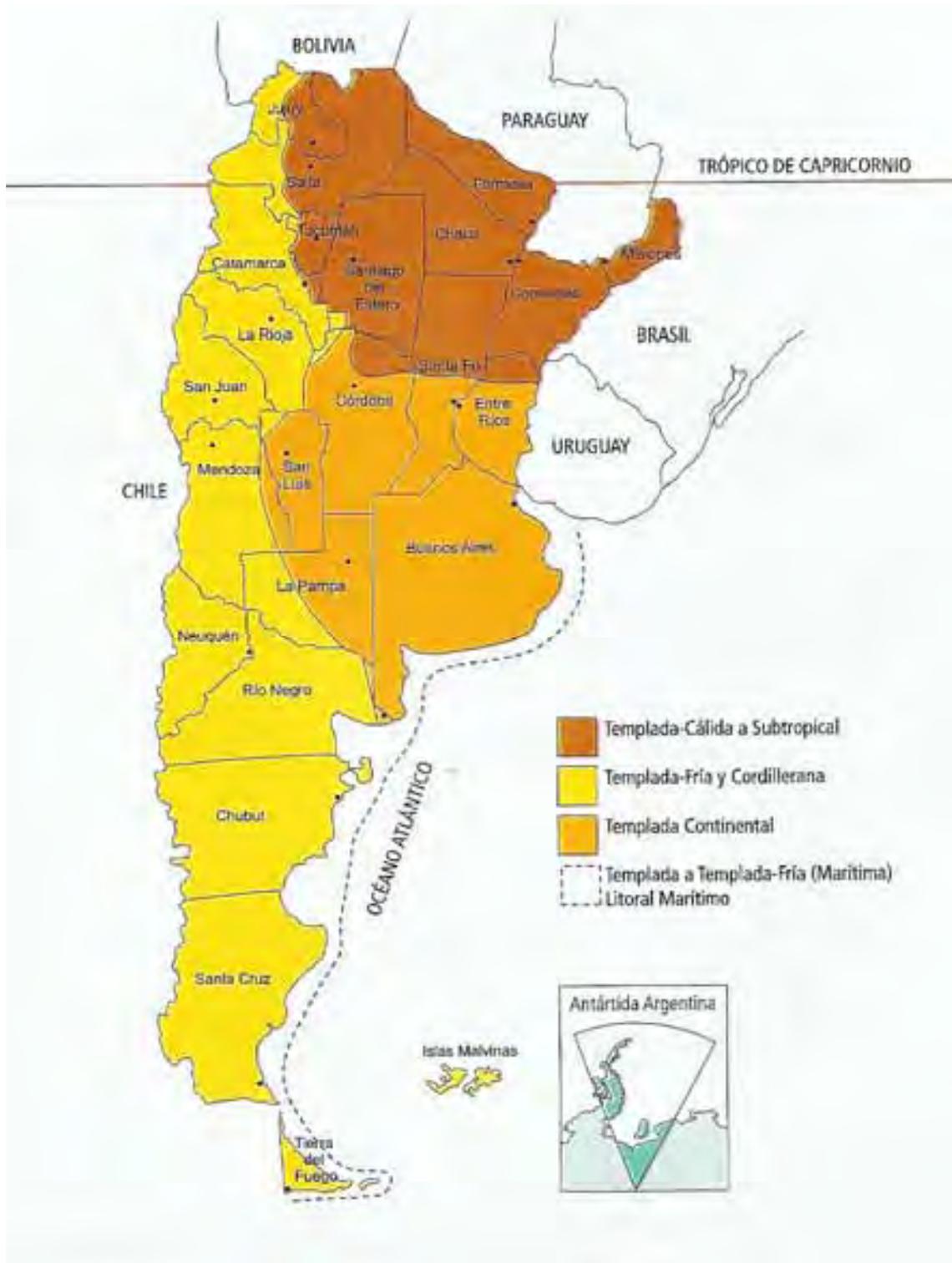


Figura 8: Cuencas geográficas
Fuente: Consejo Federal de Inversiones (tomado de Dirección de Acuicultura)

La inserción de las especies mencionadas, no significa que todas ellas tengan las tecnologías desarrolladas y/o adaptadas en nuestro país, sino que algunas deberán serlo por el Estado Nacional o provincial o bien, por empresas que

muestren interés por su cultivo. Mientras algunas tecnologías como las correspondientes a cultivo de ostras y mejillones (dos especies) ya están empleándose; otras como la de vieira están desarrolladas a la espera de interesados. Sin embargo, se desconocen las posibilidades para almeja amarilla, blanca, navaja, geoduck, cholga paleta, etc.). Ellas deberán ser trabajadas experimentalmente o adaptadas de tecnologías que existieran. Algunas especies exóticas, como abalones y varios peces, podrían trabajarse en encierro en costa, contando con las tecnologías desarrolladas en otros países y adaptándolas al nuestro, siempre que la demanda sea interesante en los mercados y exista disponibilidad de capitales. En este caso, los productores deberán contar con las autorizaciones respectivas a nivel de provincias y de Nación. Para el caso de las especies autóctonas antes mencionadas, se deberá continuar o iniciar (según los casos) las investigaciones con aporte estatal o de la misma industria interesada o por medio de joint-ventures estado-privados. En este caso, se deberá además apuntar a su inserción en los mercados externos, con acompañamiento de estudios ad hoc.

La Región señalada como de "litoral marino" abarca fundamentalmente el clima templado (provincia de Buenos Aires y parte de Río Negro), así como el clima templado-frío (Chubut y Santa Cruz); mientras Tierra del Fuego es considerada como de clima frío. El área más restringida para desarrollo de cultivos de algunas especies, a excepción de los peces salmónidos es, evidentemente, la más austral que abarca parte de la provincia de Santa Cruz y gran parte de Tierra del Fuego.

II.2.- Producción General en el país.

La producción comercial procedente de la acuicultura, fue iniciada en nuestro país, alrededor de la década de 1970 (Prieto y del Valle, 1996). Las producciones fueron siempre de corte artesanal basadas en la especie de trucha arco-iris. Esta especie fue determinada sistemáticamente en el siglo pasado, como perteneciente al grupo de los salmónidos del Pacífico. A raíz de ello, su nombre fue cambiado, siendo hoy en día el de ***Oncorhynchus mykiss*** (ex ***Salmo gairdneri***). Los cultivos de este tipo se convirtieron entonces en una actividad nueva para la Patagonia. Según los autores señalados, los emprendimientos denominados Truchas de los Andes y Salmonicultura Trafal (ambos inexistentes actualmente), en la provincia del Neuquén, fueron los pioneros en la actividad a principios de esa década. Los volúmenes obtenidos entonces eran destinados a los mercados locales de corte turístico y con ventas a precios elevados, no existiendo competencia alguna y llegando muy pocas veces y en bajo volumen al mercado metropolitano. Las rentabilidades de entonces eran excelentes. Aún cuando posteriormente creció el número de pequeños establecimientos en la región norpatagónica, ellos conservaron siempre su cariz artesanal, variando el volumen de producción entre 2 y hasta no más de 60-100 TM anuales, y en este último caso nunca mantuvieron continuidad en el volumen producido. En la década de 1990, se establecieron en el embalse de Alicurá, compartido entre las provincias del Neuquén y Río Negro, los primeros cultivos de trucha arco-iris desarrollados en jaulas suspendidas, con producciones de mayor volumen y que iniciaron con continuidad el abastecimiento al mercado regional y nacional (el metropolitano y también el de otras provincias no-patagónicas); e inclusive se realizaron algunas exportaciones, esporádicas. Esta segunda etapa tampoco fue sostenida en el tiempo, desapareciendo algunos productores por dificultades financieras, quizás por el hecho de haber crecido demasiado rápido en producción, sin un acompañamiento planificado de tipo técnico y económico.

Hoy en día, si bien la mayor producción de trucha arco-iris sigue proviniendo del embalse de Alicurá y la misma se origina en varios emprendimientos. La mayor empresa, instalada desde hace una década ha crecido lentamente, alcanza a producir entre 500 y 800 TM anuales, variando su producción según la demanda y una rentabilidad apta. La empresa abasteció durante un tiempo el mercado nacional y de Estados Unidos, para terminar últimamente exportando solo a ese último país y comprando en ocasiones producción a otros productores más pequeños.

En el período 1992 a 1997, la actividad resultó pujante y parecía tener un futuro inmediato promisorio y creciente. Lógicamente estos avances se correspondieron con la autorización de cultivos en aguas de los embalses situados sobre el río Limay, de los cuales Alicurá y Piedra del Águila constituyen los más importantes en cuanto a calidad de aguas, temperaturas y otras condiciones. El río Limay y en consecuencia sus embalses, se abastecen con agua proveniente de glaciares que previamente alcanzan al lago Nahuel Huapí, dentro de la Reserva de Parques Nacionales del mismo nombre. La provincia del Neuquén fue la primera en regular normativamente la actividad, incluido el otorgamiento de concesiones. La provincia de Río Negro la reguló mucho después y recién otorgó sus concesiones en el espejo de agua, en el 2007.

El mencionado “despegue” de la truchicultura producido a los inicios de la década de 1990 a nivel nacional, coincidió prácticamente con la creación de la Dirección de Acuicultura, (1992) dentro del área de la actual Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (actual Ministerio de Economía y Producción).

III. ANALISIS DE LAS PRODUCCIONES ACTUALES Y POTENCIALES.

III.1. CULTIVOS DE AGUA DULCE.

III.1.1.- Cultivo y producción de trucha arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*)

Esta especie de trucha es originaria de la costa este del Pacífico y su distribución natural abarca desde Alaska al norte, hasta el norte de México, al sur. Debido a sus sucesivas introducciones en otros países para proceder a cultivo, su alcance actual se extiende muy ampliamente en ambos hemisferios. La introducción de la especie en nuestro país data de principios del siglo XX y fue efectuada inicialmente mediante siembras en varios ambientes patagónicos, a través del trabajo realizado desde el Estado Nacional durante muchos años. Posteriormente, aquellas provincias interesadas en el asentamiento o mantenimiento de sus poblaciones en ríos o embalses, fueron creando estaciones de piscicultura donde hasta hoy en día se practican sus desoves, obtenidos en general de reproductores existentes en ambientes naturales dentro de sus propios territorios o recurriendo en otros casos a la base existente entonces en Bariloche y desde hace años cedida a la Universidad Nacional del Comahue desde el Estado Nacional. De esta forma y por ahora, su distribución se extiende dentro del territorio nacional desde Jujuy al norte, hasta Tierra del Fuego al sur, existiendo solamente en aquellas provincias (cordilleranas o no), cuyos cuerpos de agua (naturales o artificiales), poseen características propias que se corresponden con las de la especie. Las

provincias cordilleranas (norte y sur), como asimismo las que poseen aguas de buena calidad provenientes de serranías (Jujuy, Salta, Tucumán y Córdoba), presentan esta especie en prácticamente todos aquellos ambientes que hayan sido sembrados y/o colonizados posteriormente. Al ser estas poblaciones explotadas para la pesca deportiva, son reguladas en general por las autoridades de las mismas provincias y/o en combinación con las autoridades de Parques Nacionales. En general, se procede a realizar continuas siembras, ya que en la mayoría de los casos (salvo excepciones) las poblaciones formadas no se autosostienen y su explotación deportiva es de tipo continuo, aunque regulada. La especie se considera como "asilvestrada" (es decir adaptada al país), pero para importaciones de sus subproductos (ovas fertilizadas especialmente) se la sigue considerando como "exótica"; controlándose y resguardándose sanitariamente en el caso de su entrada al territorio según normativas vigentes.

El cultivo de esta especie es de amplio desarrollo a nivel mundial (sobrepasaba las 500.000 TM en Europa para el 2003). El volumen de las restantes especies de truchas cultivadas en el mundo es pobre (trucha de arroyo, marrón, artichar) comparado con el de la principal especie; mientras que en nuestro país no existe cultivo de otra especie de Salmónidos por el momento. En general, la modalidad de cultivo actual en los países de mediana y máxima producción, se realiza en sistema intensivo en jaulas suspendidas en ambientes aptos (a alta densidad de siembra, de 10 kg/m³), aunque también es posible encontrar pequeños establecimientos de tipo familiar con bajas producciones, donde puede anexarse un "coto de pesca" o un "restaurante o quincho" de degustación (Jujuy, San Luis, Salta y Córdoba, principalmente) relacionado ampliamente a las zonas de mayor turismo. Otras de estas pequeñas producciones comercializan in situ, subproductos de la trucha (filetes envasados al vacío, ahumados, patés, etc.) que son ofrecidos en las zonas turísticas patagónicas o del noroeste. Esta especie y otras en general, junto a los denominados salmones (Atlántico, del Pacífico y otros) pertenecen al conocido grupo de los peces Salmónidos.

A partir de los avances tecnológicos realizados en el penúltimo y último siglo y con el avance del conocimiento científico y tecnológico para el cultivo de estas especies, el sector acuícola mundial ha logrado aumentar significativamente sus producciones. Los países de la Unión Europea, Oriente, Estados Unidos, Canadá y Noruega, son los de mayor envergadura en cultivo y compiten fuertemente con otros por el mercado mundial, como por ejemplo Chile, que terminó siendo hoy día, el segundo país en producción de salmón del Atlántico (detrás de Noruega) y el primero en producción general de Salmónidos (incluida la trucha arco-iris) en el mundo. Muchos de estos países (especialmente los latinoamericanos) se encuentran autoabastecidos de producto y exportan hacia otros países, encontrándose siempre segmentos de mercado donde colocar producción, que para nuestro país ocurre especialmente en las temporadas de "contra-estación" o bien, porque en el resto de los países las tierras escasean y el agua está restringida, especialmente en el caso de especies que como los Salmónidos en general, necesitan de grandes volúmenes de recambio de este recurso. Los mayores países de producción truchera, ya cultivan en el mar, en sus fases de pre-engorde y engorde y en el caso del Hemisferio Norte, parte de las producciones en tierra se desarrollan actualmente en circuitos cerrados de recirculación (dada la limitación del agua) que son de mayor costo indudablemente (varios de estos países, sin embargo, siguen empleando estanques excavados, en cemento y raceways, además de circulares).

El cultivo de esta trucha caracterizó durante años la producción artesanal de piscicultura de nuestro país. El sistema de producción en tierra para esta especie, está basado en general en estanques alargados y estrechos, denominados "raceways" (construidos en cemento), que requieren un alto abastecimiento y recambio horario de agua de excelente calidad o bien, en tanques circulares, pero las producciones de mayor volumen y frecuentes hoy día, son las desarrolladas en jaulas suspendidas en cuerpos de agua permitidos, que ofrezcan buenas características en cuanto a sus variables físicas, químicas y biológicas; así como fuerte recambio de agua (los embalses de generación hidroeléctrica, son en este caso, ideales) o bien, puede también realizarse las dos fases finales en el mar, en lugares apropiados y resguardados, los que escasean en nuestro extenso litoral. En los embalses del norte patagónico se pueden desarrollar las fases de pre-engorde (pequeños alevinos hasta juveniles de determinada talla y peso) y el engorde final hasta obtener el peso en vivo, que luego del procesamiento responda a los requerimientos del mercado objeto. También existen en Argentina, pequeñas producciones realizadas en estanques excavados en tierra y algunas en sistemas de recirculación diseñados para producciones de menor alcance en provincia de Buenos Aires e inclusive utilizando antiguas cavas que han sido acondicionadas al efecto. No siempre estos emprendimientos tienen éxito, a veces por mal asesoramiento previo, por falta de un estudio adecuado de factibilidad (especialmente en lo referido a la asignación dada a los costos operativos y a la determinación real de la demanda del mercado objeto y los precios de venta) o bien, por otros factores.

La trucha arco-iris, como todos los Salmónidos es un pez de aguas templado-frías, dado lo cual sus mejores cultivos y producciones a altos volúmenes y según el capital disponible, podrán ser realizados prioritariamente en aguas de la región del norte patagónico donde existen varios embalses y en el resto del territorio, en sitios aptos existentes.

El proceso de cultivo en sus fases de pre-engorde y engorde final puede realizarse tanto en agua dulce como marina. En Argentina, la producción de trucha arco-iris para el año 2007 en todo el país, respondió a más de 1.800 TM y se efectúa, por el momento, totalmente en agua dulce, salvo alguna experiencia realizada con éxito en el Canal de Beagle por la provincia de Tierra del Fuego y por un productor que mantiene una pequeña producción en dicha región, además de ensayos llevados a cabo actualmente en la provincia de Chubut (Camarones). En la zona de serranías, si bien la ventaja consiste en la reducción del tiempo de cultivo (como también en las pequeñas producciones de Buenos Aires), la desventaja mayor es la imposibilidad de aumentar volumen producido (salvo casos muy particulares), debido al limitado caudal de abastecimiento de agua disponible y a las altas temperaturas del verano en parte del ciclo. En todos los sitios el producto obtenido es de calidad y alcanza buenos precios al tratarse de zonas en general con alto turismo, con ventas directas a restaurantes o bien en algunos casos directo a los visitantes, siendo las producciones (si han estado bien planificadas) de carácter rentable. El valor agregado (limpieza, fileteado, ahumado y hasta la condición de oferta de animales "en vivo" a la vista del consumidor) pueden aumentar su precio de venta.

La "semilla" para proceder al cultivo en el país, puede obtenerse a través de un período del año dentro del territorio y mantiene en general, relativa calidad; pudiendo también proceder del extranjero, siendo la incubación de las ovas embrionadas proseguida en el país, en hatcheries o laboratorios actualmente habilitados en cantidad de dos (2) y controlados por la Dirección de Acuicultura

(Resolución SAGPyA N° 1314) y por el SENASA (RENSPA). Si bien los reproductores de origen patagónico son buenos, no cabe duda de que los productores deberían proveerse de nuevo material genético de la especie, con selecciones que hayan mejorado a la misma; dado que durante un lapso muy grande, han sido utilizadas las mismas familias de reproductores, incluyendo el mismo patrón de desove de la región en que se insertan, lo que les permite solamente obtenerlos en una sola época del año. Por otra parte, al existir muchas veces consanguinidad, comienzan a aflorar problemas de deformaciones, alta dispersión de tallas, etc.

El impacto que pudieran producir los cultivos intensivos sobre el ambiente, especialmente en lagos y/o embalses dependerá de la intensidad y la calidad en el manejo de los mismos, del volumen de producción y de la calidad del alimento ofrecido, así como de las propias variables del ambiente empleado. Cada provincia (que regula sus recursos) debe calcular previo a la instalación de los cultivos, la "capacidad de carga" propia del cuerpo de agua en cuestión (sea agua dulce o marina). La actividad de acuicultura es "amigable con el ambiente" siempre que esté regulada y al respecto existe suficiente bibliografía de apoyo en el exterior y el país; especialmente al tratarse de cultivos en jaulas. De tal forma, tanto autoridades gubernamentales, como técnicos y el propio sector privado pueden acceder para su consulta, llevando la producción adelante con planificaciones ajustadas basadas en estudios adecuados. En el caso de las producciones desarrolladas en tierra, las aguas derivadas de los cultivos (cargadas de nutrientes como fósforo y otros elementos) no necesitan ser descargadas directamente en las aguas superficiales (de donde fueran extraídas previamente), sino que por lo contrario, pueden emplearse en regadío para otros cultivos vegetales (huertas, frutales) a su descarte, de tal forma que los nutrientes se aprovechen; contribuyendo así, a las ganancias del productor. En caso de no utilizarse con este fin, deberían tratarse a través de filtros, lagunas de sedimentación o decantación u otros sistemas simples ad hoc para la eliminación de desechos de este tipo. Los desechos del procesamiento, por el contrario, deben ser controlados por las autoridades provinciales a través de controles adecuados de los organismos correspondientes. Las autoridades provinciales responsables directas de los emprendimientos existentes deben, por otra parte, desarrollar talleres al respecto de la "Buenas Prácticas en Acuicultura" recomendadas desde la Organización FAO (que pueden encontrarse en Internet) para que los productores las pongan en práctica con asiduidad.

Las inversiones fijas, así como las de capital operativo para producir determinados volúmenes de peces para el consumo, dependerán esencialmente del sitio adecuado y previamente seleccionado, del volumen mínimo a producir en forma rentable, del sistema utilizado para producción, del manejo del mismo, junto al tipo y calidad de ración alimentaria ofrecida y la tecnología empleada por el productor. Los sistemas que se desarrollan en jaulas suspendidas, permiten aumentar rápidamente el volumen producido, disminuyendo por ende, los costos de producción. A medida que el productor interviene en el manejo, capacitándose y capacitando también a la mano de obra empleada, obtendrá mayores beneficios por reducción de costos y efectividad en producción; obteniendo asimismo una excelente calidad de producto. El mayor costo dentro de los operacionales, lo constituye el alimento ración a ofrecer a los animales, que deberá contener específicamente los insumos correspondientes a sus requerimientos nutricionales y energéticos. Los Salmónidos son peces de hábito carnívoro y convierten el alimento ofrecido con alta respuesta en carne (Coeficiente Relativo de Conversión en torno al 1,4 - 1,2 a 1), pero requieren un alto contenido proteico de calidad, tanto en su

etapa juvenil como en la más avanzada a diferencia de los peces omnívoros (carpa, pacú, etc.).

El crecimiento de esta producción podría potenciarse en el futuro. Los vaivenes producidos en sus volúmenes están relacionados siempre a los altos costos, especialmente referidos a los alimentos; debido a que los insumos utilizados cotizan actualmente en Bolsa y son altamente exportables, junto a las retenciones fijadas por el gobierno que se corresponden con las aplicadas a la actividad pesquera (5% para producto fileteado de exportación). Actualmente, se está hablando con Chile, sobre la posibilidad de envíos de alevinos o smolt de **Salmo salar**, dado el interés creciente de los acuicultores del embalse Alicurá para esta producción, así como también alevinos de trucha arco iris con finalidad de comercialización hacia dicho país.

En zona pampeana, las temperaturas son altas para producciones en tierra pero el gobierno de la provincia de La Pampa realizó estudios de producción piloto desarrollados en jaulas situadas en el embalse de Casa de Piedra, que ofrecieron buenos resultados; mientras que varios pequeños productores (ubicados en la provincia de Buenos Aires o la de Santa Fe), deciden este cultivo empleando tecnologías de encierro o enfriamiento que mejoren el ambiente y permitan la producción, dada la cercanía a un mercado consumidor de mayor volumen como la ciudad de Buenos Aires y en producto “en fresco”. Asimismo, obtienen ventajas en cuanto a la salida más temprana de sus pequeñas producciones (no más de 10 TM/año). Otros productores de pequeño volumen siguen trabajando en raceways o estanques en cemento construidos en tierra en emprendimientos del tipo de “acuicultura rural” (menos de 30 a 40 TM anuales, variando según el año) y a merced de las ventas locales o regionales dado el turismo actual. Estos productores suelen incluir en el noroeste quinchos o restaurantes en el mismo emprendimiento, que permiten la degustación de truchas o bien, en el caso de los radicados en Patagonia, aportan valor agregado al producto en forma de patés y ahumados muy bien aceptados (además, se permiten ofrecer otros artículos de consumo típicos de las zonas donde están insertados). La región patagónica mantiene una producción de unas 1.600 TM/anuales, con 8 productores de pequeño a mayor volumen, que deberán encontrar soluciones al mejoramiento de sus cultivos y principalmente al procesamiento, con un costo menor al detectado actualmente, considerado alto debido a que la planta existente y que utilizan se mantiene con energía producida por grupo electrógeno, no existiendo energía eléctrica en la zona. Hasta ahora, los productores nunca obtuvieron un tendido de línea de energía eléctrica que los pueda abastecer y los costos de todo lo que hace al funcionamiento de los emprendimientos resultan actualmente muy onerosos.

El resto de la Patagonia posee características similares a la anterior en cuanto a abastecimiento de agua de calidad, seleccionando previamente el sitio adecuado; pero sus temperaturas, a medida que aumenta la latitud son menores y por lo tanto el ciclo de producción insumirá mayor tiempo hasta la cosecha total. En nordpatagonia, el 20% de la producción sale en 9 meses como “cabeza de lote” y el resto dentro del año. Por otra parte, tratándose de pequeños productores ligados en su comercio al turismo local o regional (noroeste especialmente) deberán determinar previamente la posible demanda de mercado para determinar la Unidad Mínima Rentable. Los mercados de mayor consumo están alejados en general de esas zonas y la competencia actual es mayor al existir también mayores productores. El mercado metropolitano es muy variable, existiendo años en los cuales falta producción

para cumplir con la demanda, mientras en otros años, la demanda disminuye según el poder adquisitivo de los consumidores que, en general, y actualmente, pertenecen a la clase media alta. Regionalmente, el índice de arribo del turismo nacional y extranjero, ha crecido espectacularmente, por lo cual los restaurantes y hoteles requieren mayor cantidad de producto siempre eviscerado y en filetes desespinaados.

La mayor parte del producto que llega a Buenos Aires, se comercializa a restaurantes, hoteles, pescaderías de clase media alta y parte del mismo se reenvía hacia otros puntos del país en las principales capitales o ciudades: Mendoza, Rosario, Córdoba, Salta, Paraná, Concordia, Gualaguaychú, etc. Un solo broker en el mercado metropolitano coloca cerca de 8 TM/mes y se puede estimar una producción aproximada de 600 TM /año que son colocadas entre Buenos Aires y la región de mayor turismo (Bariloche, Bolsón, Calafate y otros puntos del interior del país). El producto mayormente requerido es el filete de 240 a 280 g, sin espinas y en general, congelado. En la comercialización participan también los supermercados y empresas de catering o aquellas dedicadas a delikatesen, en este último caso para trucha ahumada enlatada, patés o ahumado al vacío. Las truchas patagónicas llegan a los mercados ya procesadas en fresco, congeladas y con valor agregado (fileteado, desespinaado, ahumado) en general y en algunos casos, enlatada. Las plantas procesadoras están ubicadas en la misma zona o bien, en la región patagónica, pudiendo emplearse plantas pesqueras patagónicas para dicho procesamiento, según los costos de fletes. Tratándose del producto de exportación, el mismo es enviado a Miami siendo una sola empresa la que exporta, alcanzando el aeropuerto de Ezeiza en camiones refrigerados y cumpliendo en cuanto a peso de los ejemplares y procesado, los requerimientos del comprador. En el 2007, existió además, una pequeña exportación de preparaciones efectuadas por empresas que abarcaron trucha ahumada en slides, envasada en aceite y otras, de cerca de 1.000 kilos, a las que se sumó unos 100 kilos de filetes ahumados de salmón (cuya materia prima es importada desde Chile). Dichos productos fueron comercializados dentro del MERCOSUR y también se los encuentra en supermercados.

Durante el 2007, el costo del producto fue establecido en cerca de 12 - 12,5 pesos (U\$S 3,95) y hacia el 2008, inclusive alcanzó los 14 pesos, aunque últimamente (mayo/08) debido a problemas de colocación por falta de mayor demanda y existencia de una mayor producción, es difícil insertar producto en el mercado interno, habiendo disminuido los productores el precio en el afán de comercializar los volúmenes producidos. De esta forma, el mercado se vuelve muy inestable y se perjudican los brokers y mayoristas que hayan comprado con anterioridad, a mayor precio a los productores.

En el total de la producción de organismos acuáticos para el país en el 2007 (3.014 TM en vivo), la trucha contribuyó con un porcentaje del 61,81. Observando las producciones trucheras y el comercio existente, se puede aseverar que se necesita que, a) los productores estudien con mayor detalle previo, el financiamiento que mantendrá la operación productiva (especialmente en cuanto a la disponibilidad de capital para compra de alimento); b) conocimiento sobre la demanda anual (aunque se conoce que esta es muy fluctuante) ; c) cumplimiento de los acuerdos con los brokers para el envío de un determinado volumen de producto por mes, para lo cual es necesario que coordinen muy bien las operaciones mediante un cronograma más ajustado y un mejor manejo y en consecuencia, sistematización de sus producciones. Por otro lado, la función que debe cumplir la asociación formada

por algún conjunto de productores es, entre otros puntos, el mantenimiento de un acuerdo sobre precios de comercialización. Y por último, recordar que se trata de un cultivo de animales carnívoros y que el monto en costos del alimento en cultivos intensivos de trucha, se acerca al 60 - 70 % del costo total de producción.

Los alimentos para Salmónidos contienen poco almidón debido a la limitada capacidad de estos animales para hidrolizar este compuesto en su intestino, regular la concentración de glucosa en la sangre por su pobre capacidad para metabolizarla. La proteína contenida en estos alimentos es alta, pero el contenido en grasa varía según de qué especie se trate y de los sistemas de producción empleados. Los derivados de la soja, principalmente las harinas tratadas térmicamente, desgrasadas o no, pero también las harinas con alta proteína y los concentrados proteicos de soja, son utilizados para alimentos de estos peces con buenos resultados. Otros componentes, aparte de la fracción proteica, pueden causar problemas serios y constituyen un verdadero desafío nutricional. Por otra parte, estos peces de aguas templado-frías poseen un alto requerimiento en ácidos grasos omega-3 que deben contemplarse en las fórmulas a desarrollar.

Si bien los embalses de Piedra del Aguila, Alicurá y el Chocón se encuentran abiertos a los cultivos, los dos primeros difieren en cuanto a características de aptitud para cultivo con respecto al último de ellos, debido a las temperaturas de sus aguas y en parte, a que la capacidad de carga del embalse de Alicurá se encuentra, prácticamente, ya cubierta, con concesiones otorgadas por las provincias que comparten sus recursos. En forma conservadora, la capacidad total de carga para los tres embalses ha sido estimada en unas 14.900 TM; pudiendo aumentarse según los monitoreos efectuados demuestren el estado de calidad del agua en cada uno de los embalses una vez alcanzada las capacidades así estimadas en cada uno.

Tratándose de producciones realizadas en jaulas suspendidas en cuerpos de agua (naturales o artificiales) deberá presentarse un proyecto detallado en cada provincia donde el productor desee insertarse, contar con la aprobación de la misma, su concesión y para el caso de importación de material reproductivo (ovas principalmente) se deberá contar con la autorización provincial y la nacional (Dirección de Acuicultura y SENASA) y los productores interesados deberán estar inscriptos en el RENACUA y RENSPA (Dirección de Acuicultura - SAGPyA y SENASA, respectivamente).

La Dirección de Acuicultura de la Subsecretaría de Pesca y el SENASA han trabajado en conjunto para determinar el estado sanitario del embalse de Alicurá y la primera etapa del mismo ha finalizado en el 2007, no determinándose presencia de enfermedades de "denuncia obligatoria", según protocolos internacionales. Actualmente (2008), ya se ha realizado la primera campaña correspondiente a la Segunda Etapa del Plan. También se han realizado cursillos teóricos y prácticos para los productores y técnicos de la zona, a fin de que puedan en caso de observación de alguna anomalía en los cultivos, tomar y enviar muestras de los principales órganos para su estudio rápido en laboratorio (con técnicas de histopatología y moleculares). La "semilla" proveniente del exterior, una vez aceptada la solicitud correspondiente, debe ser mantenida en cuarentena y sometida a los análisis correspondientes.

Se desconoce la demanda del mercado interno, estimándose para el 2007, un promedio de colocación de cerca de unas 100 TM/año en la ciudad de Buenos Aires. Los vaivenes del mercado metropolitano están relacionados a las altas o bajas en el turismo actual. Salta, Rosario, Mendoza y varias ciudades de Entre Ríos (Paraná, Concordia, Gualeguaychú) son actualmente abastecidas con producto proveniente de la Patagonia en congelado; mientras ciudades del NOA y Centro, reciben este producto en fresco o refrigerado, proveniente de producciones locales o extra-provinciales (Jujuy, Salta, Córdoba, Tucumán, etc.). El mercado nacional admitiría una demanda estimada en 600 TM/año (según ventas efectuadas) y dado su precio alto en el mercado, esta trucha de cultivo es adquirida por un sector de clase social con alto poder adquisitivo, no llegando a otras clases de la sociedad argentina actual.

III.1.2.- Aspectos de producción y comercio de trucha arco-iris, en otros países.

Un resumen de los mercados europeos y otros (Globefish, 2007) nos muestra que las producciones trucheras se encuentran en avance en todo el mundo. Varios países aumentaron su producción y sus exportaciones, siendo los precios de los productos en vivo, fresco y congelado variables entre años y meses; dependiendo de la demanda y el abastecimiento. Durante la última parte del año 2007, se produjo un aumento de precios debido a un corto abastecimiento y alta demanda a partir del período de las Navidades y especialmente en el segmento de ahumados. La producción de trucha aumentó en un 20 % en Suecia en el 2006 y la especie forma parte del 90 % de la producción acuícola de ese país (6.000 TM). España aumentó su producción en trucha orgánica en el 2007. Las exportaciones desde Francia abastecieron en fresco a España, Suiza, Bélgica y Holanda, mientras que, en congelado, alcanzaron a Estonia y Rusia. La trucha viva, el mayor segmento de exportación de Francia, alcanzó a Alemania, Suiza y Bélgica. Noruega aumentó un 22 % sus exportaciones del producto entre enero y octubre del 2007 comparado a igual período del 2006. Las exportaciones en fresco aumentaron significativamente especialmente las dirigidas a Rusia (más de 20 mil TM para el 2007). Este país también exportó hacia Finlandia, Ucrania y Japón en fresco; así como a Rusia, Japón, Taiwán y Ucrania en congelado. Alemania por su parte es un país importador de trucha (2.874 toneladas en el 2007) adquiriendo en el período enero a septiembre del 2007 trucha fresca de Dinamarca, España, Francia e Italia; trucha congelada de Dinamarca, España, Italia y Chile (150 TM); mientras que la trucha en vivo llegó desde Dinamarca, Italia, Francia y Polonia (habiendo aumentado este último su exportación hasta 85 TM). Sin embargo las importaciones alemanas disminuyeron en volumen y precio comparado con igual período del año anterior.

Las importaciones japonesas de trucha desde Chile (en congelado) disminuyeron por efectos de un aumento en el abastecimiento doméstico de Japón a partir del cultivo del salmón coho y también por haber disminuido, en el caso de la juventud, el consumo de pescado.

Ecuador está aumentando producción para su exportación hacia Estados Unidos. Este último país importa cerca de 100 TM /mes, con una producción estable de 50 TM/mes. Chile aumentó en general sus exportaciones de trucha en un 23 % en los primeros 6 meses del 2007 (comparado a igual periodo del 2006) y estima aumentar su producción hacia el 2008 en un 8 % hasta alcanzar las 150.000 TM. Panamá también aumenta su producción estimando alcanzar mercados europeos y Perú proyecta alcanzar más de 6.100 TM durante el

2008. Otros países, como Turquía también estiman aumentar su producción de trucha en el mar de Mármara donde se trabaja en jaulas flotantes.

III.2.- Cultivo y producción de camarón malayo o de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*).

La producción de esta especie en el país se detuvo por decisión personal de su propietario, debido a problemas totalmente ajenos a la respuesta de la especie en cultivo. Habiendo comenzado en 1986, con ensayos exitosos, la empresa Carblana SA, se asentó en el Depto. de Santa Ana, norte de la provincia de Corrientes, dando paso así a la primera incursión en acuicultura en el país para organismos acuáticos de aguas cálidas. Por ello, su nacimiento fue considerado como un hito para la diversificación de la estructura de cultivo en Argentina, totalmente basada hasta entonces en la producción de trucha arco-iris.

El emprendimiento fue bien planificado desde su inicio, con una producción por etapas y un avance acompasado en cuanto a las construcciones de las estructuras fijas necesarias para el desarrollo del ciclo de vida en cautiverio de esta especie, hasta alcanzar a completar inclusive una serie de construcciones anexas al cultivo (hatchery, planta elaboradora de alimentos, frigorífico, etc.). De esta forma la empresa verticalizó el cultivo, abarcando la producción de huevos, larvas y post-lavas, hasta las estructuras de pre-engorde y engorde final, estas últimas en estanques excavados, externos, de diferente superficie. Posteriormente sumó a ello la planta de procesado (precocido y congelado), junto a la elaboración de alimentos no-flotantes. La hatchery o laboratorio fue inicialmente diseñada para una producción de más de 3 millones de post-larvas por ciclo, en sistema cerrado con filtros biológicos y agua de adecuada salinidad, ya que durante la primera fase de producción de larvas esta especie debe ser trabajada con salinidad del 12 por mil. El emprendimiento contaba con tanques especiales para reserva de agua salada de mar, abastecida desde Mar del Plata en forma anual. Posteriormente, el emprendimiento contó con una nursery bajo techo, para disminución de las mortalidades típicas de la primera semana de vida de los animales. Además, de esta forma se obtenían individuos más sanos y fuertes, adaptados a la ingestión de alimento balanceado apropiado. Los reproductores (originarios de Brasil) eran mantenidos en estanques cubiertos, con la finalidad de que soportaran las bajas temperaturas del invierno del norte de Corrientes, debido a que la especie es de origen tropical. Los camarones de agua dulce mueren por debajo de los 18° C, dado lo cual debía cosecharse la producción (en la zona) una vez al año, antes de la disminución de las temperaturas propias de esa región.

Hasta su fase final, la empresa abarcó unas 30 hectáreas de producción (pre-engorde y engorde final), con un horizonte a 50 ha para una primera etapa, bajo sistema semi-intensivo característico para esta especie. Su planta de procesamiento acopió además pescado de río de primera calidad por primera vez en Argentina, que era colocado en el mercado y de la zona (patí, surubí, pacú, sábalo y boga) y en pescaderías de un supermercado metropolitano, adjuntando entonces a la planta 2 túneles de congelado. Estos pescados colocados en el principal mercado del país, apoyaron el conocimiento de los consumidores acerca de sus características, hoy conocidas por todos, lo que favoreció además el comercio del pacú de cultivo, posteriormente.

En lo que se refiere a su producción principal, el camarón malayo, la empresa produjo desde 1,5 TM/año al inicio hasta cerca de 25 TM antes de su cierre, (período 1993-1999, Figura 9). El producto fue dirigido en congelado IQF, en placa y en precocido. En ese entonces fue comercializado a U\$S 10/kg (paridad 1:1). Para haber alcanzado el mercado externo, la empresa debería haber desarrollado más de 90 TM/año de producción, que fue la demanda y la propuesta efectuada por una empresa belga hasta alcanzar planificadamente, las 150 TM/año. Debido a que Carblana SA suspendió la producción no hubo oportunidad de seguir creciendo. Aunque el proyecto fue bien planificado e implementado, los avatares económicos del país, definieron su salida de la actividad (indirectamente relacionada a producción de arroz y molinos arroceros). Actualmente no se cuenta en el país con emprendimientos de este tipo, aun cuando fueron realizados intentos de cultivo comercial en el NOA. El problema principal es la carencia actual de una productora de semilla como la que entonces existía.

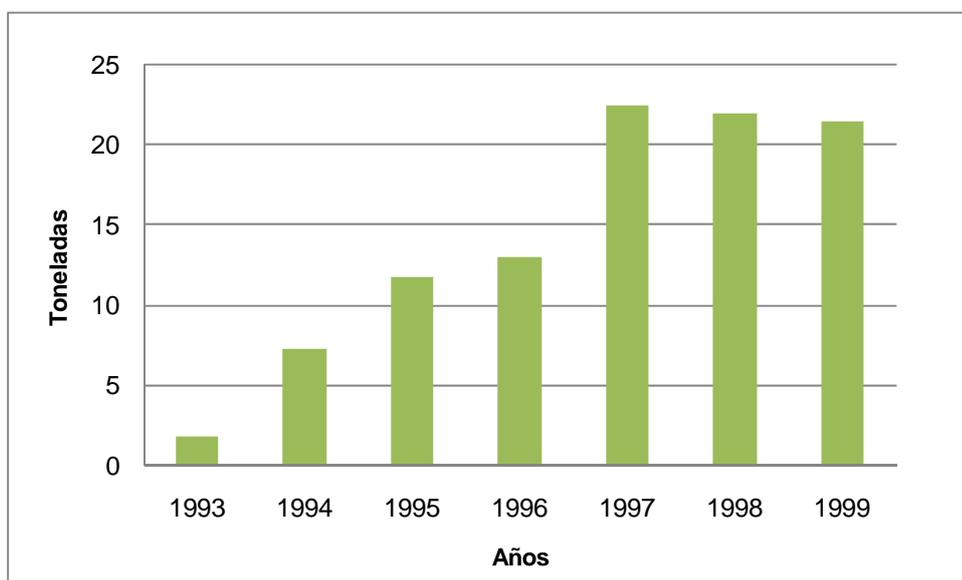


Figura 9: Producción Argentina de *M. rosebergii*
Fuente: Dirección de Acuicultura

El camarón malayo o camarón de agua dulce es una especie de origen tropical (Asia, Oceanía e Islas del Pacífico) donde habita en sus ríos, pero que a raíz de sus cultivos, ha sido diseminada en otras partes de mundo. En su ciclo de vida natural, las hembras una vez ovadas y con huevos fertilizados, alcanzan los estuarios, donde nacen las larvas. Al llegar el estadio de post-larvas, migran nuevamente a los ríos, continuando su ciclo de vida hasta ser nuevamente adultos reproductores, en agua dulce. Debido a que las fases iniciales del ciclo se cumplen naturalmente en agua salobre, obligadamente en cultivo, se deberá contar con tal medio, a menos que se adquieran individuos que ya superaron esa etapa. Las tecnologías de cultivo fueron desarrolladas por Ling y otros en la década de 1960 a partir de investigaciones en laboratorio y campo y repite, en encierro, el ciclo natural hasta lograr la obtención de 22 g promedio con buena aceptación en determinados mercados internacionales y con precios que dependen de la cantidad de ejemplares que entran en un kilo. Las tallas mayores son las que mejor se pagan. El mercado mundial del camarón es único (abarcando producto marino y de agua dulce) pero no todos los países consumen el de agua dulce, comercializándose especialmente en Estados

Unidos y en Bélgica (entrada de este producto a los países de la Unión Europea).

En la Figura 10, se pueden apreciar los datos correspondientes a la producción mundial de crustáceos de agua dulce (entre los cuales se coloca la especie en cuestión) con un valor total cercano a los M. U\$S 4.500 a nivel mundial. Últimamente, no existen datos específicos acerca de esta especie. El volumen producido a nivel mundial creció notoriamente desde las primeras 17.600 TM en 1989, hasta la actualidad respondiendo a más del 60 %. La producción originada en China apareció después de 1996 y la de Bangladesh es posterior al 97. Solo para el período 1997-98, la producción aumentó en un 18,6 %. Según Valenti y Daniels (2000), este crecimiento mundial fue asociado fuertemente al mejoramiento de las tecnologías de cultivo y especialmente a las de procesamiento. Estas últimas mejoraron en cuanto a preservación de la carne, confiriéndole mayor calidad y en consecuencia existió una mayor demanda de consumo. Últimamente, las exportaciones hacia Estados Unidos, Unión Europea y Japón, crecieron en forma más continua. Estos camarones no presentan enfermedades virales como las que han producido y producen merma en las producciones de camarones marinos y tampoco producen impactos negativos como pueden hacerlo las camaronerías marinas, ya que los emprendimientos no necesitan estar relacionados con las costas marítimas. La especie, por otra parte, se cultiva solamente en sistema semi-intensivo lo que minimiza el desequilibrio de los cultivos y la presencia de posibles enfermedades. Asimismo, la camaronería de agua dulce puede desarrollarse en pequeñas unidades con rentabilidades aptas por lo que puede aportar ingresos a productores de pequeño, mediano o gran porte. En Argentina, a la inversa de lo ocurrido en el resto del mundo, la actividad cesó, mientras Brasil la potenció, produciendo en 2005 más de 350 TM.

En nuestro país, además de los ensayos efectuados para su cultivo y la producción desarrollada, se efectuaron experiencias de policultivo con camarón malayo y pacú en sistema extensivo el primero e intensivo en pre-engorde en jaulas el segundo, con gran éxito. En otros países se conocen producciones de este tipo realizadas con camarón-tilapia (Costa Rica, Bangladesh). Los análisis económicos realizados oportunamente, tanto en nuestro país como en Brasil demostraban que las rentabilidades (en mono o policultivo) resultaban aptas para un productor. La región del este salteño y jujeño, con altas temperaturas tropicales, resulta ideal para esta especie de camarón.

Aunque en Argentina se carece actualmente de post-larvas para iniciar un cultivo de estas características, existe la posibilidad de ingresar material bajo estrictos controles de sanidad desde Brasil, siempre controlados desde la Dirección de Acuicultura y el SENASA, en función de un proyecto previo, bien planificado. Por el momento, aquellos productores que quisieran incursionar en este cultivo, podrían dirigirse para adquisición de post-larvas de calidad al Prof. Wagner Valenti, cuyo correo electrónico es: valenti@caunesp.unesp.br (de la CAUNESP), Jaboticabal (San Pablo) Brasil. El material es producido actualmente en dicha Universidad y Valenti es el Coordinador Nacional para Brasil del Grupo de Trabajo de Camarones de Agua Dulce (GTCAD) siendo experto en el cultivo de esta especie, cuya producción ha resurgido en el vecino país.

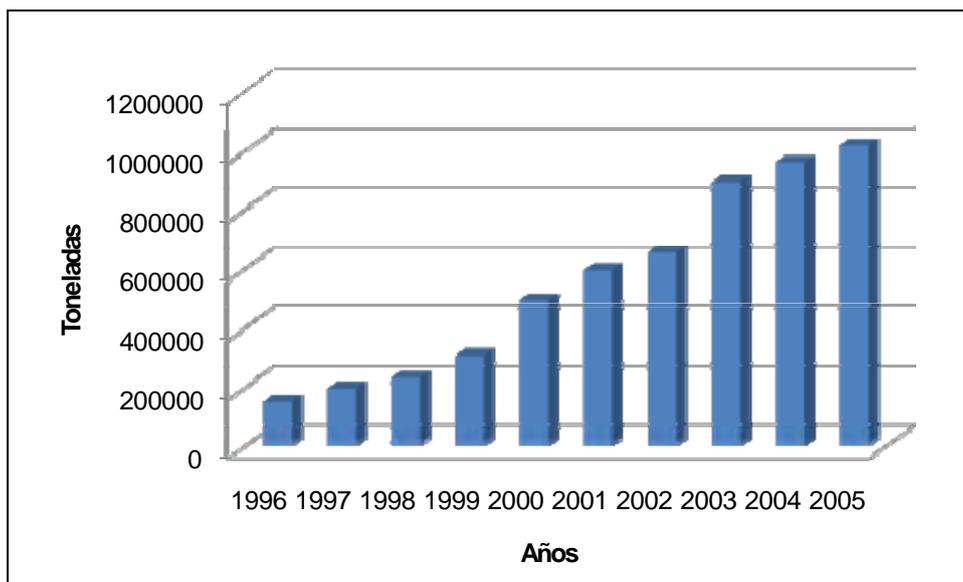


Figura 10: Producción mundial de crustáceos de agua dulce
Fuente : FAO

III.3.- Cultivo y producción del pacú (*Piaractus mesopotamicus*).

Esta especie comenzó a investigarse en el país para producción en acuicultura a mediados de la década de 1990. Las tecnologías básicas de cultivo fueron adaptadas de las ya existentes en Brasil y otros países con especies similares, como Venezuela y Perú. Posteriormente, las mismas fueron perfeccionadas en la continuidad de las investigaciones por los desarrollos efectuados en el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola – CENADAC y por productores del sector privado.

La especie fue antiguamente habitante de los ríos de la cuenca baja del Plata en nuestro país, habiendo desaparecido del río Uruguay y estando presente en el Paraná desde el norte de Entre Ríos. Es un pez codiciado para la pesca tanto deportiva como artesanal comercial y la misma se encuentra regulada en las provincias donde se mantienen sus pesquerías, siendo prohibida la pesca comercial en Santa Fe y Entre Ríos y habiendo disminuido en sus tallas, comparando con datos de años muy anteriores. Debido a estos factores es que justamente se manifestó interés en el sector acuícola para proceder a su producción. Los cultivos de pacú están limitados por la temperatura cuando son efectuados a cielo abierto. Tratándose de una especie migradora como tantas de nuestra cuenca, su crecimiento en forma rentable se obtiene a temperaturas del subtropical o del templado – cálido, siendo la ubicación más arriba de la latitud a la que está situada la ciudad de Reconquista en Santa Fe. Los módulos de cultivo planificados en sistemas semi-intensivos en estanques, ofrecen buenos rendimientos y los productores pueden optar por sistemas de producción verticalizados (ciclo completo) o bien, adquirir a otros productores la “semilla” inicial que hoy en día está disponible en el país. Para proceder a su cultivo en jaulas suspendidas en ambientes naturales, falta aún conocimientos, conociéndose actualmente que los cerramientos a utilizar deben ser, preferentemente, de tipo circular y no menores a 4-5 m³ de volumen, ya que la especie muestra la característica de formar rápidamente cardúmenes, circulando continuamente en círculos. Para la fase de pre-engorde por el

contrario, se pueden emplear jaulas simples de 1 m³ con buenos resultados en cultivo intensivo.

La demanda en mercado interno, aunque no ha sido determinada, muestra que el producto es bien colocado a partir del peso promedio de 1,2 kg/pieza, según las encuestas realizadas por el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola - CENADAC en 28 restaurantes de la línea costera (año 2000). Su aceptación fue muy buena. También se puede emplear la especie para "cotos de pesca o pesque y pague" y para repoblación o poblamiento de ambientes naturales cerrados (lagunas, tajamares) aunque debe tenerse en cuenta que en dichos cuerpos sin fuertes corrientes, la especie crece muy bien, pero no se reproduce. En vivo se pueden comercializar para estos casos, peces menores, de entre 300 a 400 gramos y similares para el caso de acceder a una exportación.

Hoy en día, encontramos producciones de pacú (pequeñas y medianas), realizadas en estanques excavados, bajo sistema semi-intensivo. Como actividad alternativa agraria o integral, estas producciones ofrecen rentabilidades aceptables a los potenciales y actuales productores siempre que los proyectos hayan sido bien planificados y diseñados en cuanto a sus infraestructuras y a sus fases operativas, así como que exista demanda por el producto una vez terminado. Existen producciones en estos sistemas en Formosa, Santa Fe, Misiones, Corrientes, Chaco, Salta y actualmente también en Tucumán, donde existe oferta de temperaturas aptas para una buena respuesta en crecimiento de la especie. El mayor cultivo actual se desarrolla en Misiones, como diversificación de una empresa yerbatera-ganadera, con unas 270 hectáreas de espejo de agua y 500 TM salidas para el 2007, desde su planta procesadora. La producción abarca piezas que alcanzan desde los 1,2 hasta 2 kilos para comercialización en diferentes mercados internos, donde es colocada la producción una vez procesada. Sumado al resto de las producciones actuales, se estima un total en vivo, de más de 700 TM /2007 en el país. De las tres empresas mayores, dos colocan la producción en mercado local y regional, alcanzando también el mercado metropolitano y las capitales de otras provincias. Las dos empresas poseen planta procesadora (1 aprobada para mercado interno y externo), existiendo una tercera planta, solo para ventas internas dentro de su provincia. La presentación del producto acabado varía según el grado de interés mostrado por los consumidores. Aún cuando inicialmente, todos los productores presentaban el producto entero, eviscerado y congelado, a medida que transcurrió el tiempo, iniciaron otras presentaciones (partido al medio y desespinado, en filetes, trozos, cortes especiales para restaurantes de la región, etc.). También se elaboran hamburguesas. Estas fueron desarrolladas inicialmente en el Centro Nacional de Desarrollo - CENADAC y son comercializadas actualmente por dos empresas. Los últimos productos desarrollados por dicho Centro, se refieren al pacú ahumado en frío, envasado en aceite, con laurel y pimienta negra; así como el paté de pacú ahumado, elaborado con recetas propias. Ambos productos de tipo delikatessen fueron degustados con éxito por asistentes a Talleres implementados en distintas provincias y dados a conocer en otros eventos. No se conoce que existan productores que desarrollen alguno de estos dos productos. En la Dirección de Acuicultura de Nación, puede obtenerse una publicación sobre valor agregado para productos de peces de cultivo que fuera editada en conjunto con el Consejo Federal de Inversiones - CFI. Últimamente, el Centro del ex CITEP (Mar del Plata) perteneciente al INTI, desarrolló una máquina simple que puede moler y retirar espinas, idealmente diseñada para elaboración de hamburguesas, pudiéndose utilizar para distintos

tipos de pescado que presentan espinas insertas en la musculatura (pacú, carpas, etc.) algunas de las cuales poseen forma de I griega, como en el pacú.

A partir del año 2000, el CENADAC, avanzó rápidamente en el desarrollo de tecnologías de cultivo para esta especie, mejorando las incipientes que habían sido previamente desarrolladas. De esta forma, se lograron avances importantes para mejoramiento de la producción, determinación de las mejores densidades de siembra en semi-intensivo, desarrollo en temas de nutrición, de manejo de calidad de agua y de cultivo en general, sobre uso de ensilados (para reemplazo de la harina de pescado parcial o totalmente), etc. Se desarrollaron diferentes fórmulas para raciones, buscando el mejoramiento en la respuesta en crecimiento de los animales y al mismo tiempo la disminución de los costos operativos con alimentos basados en los requerimientos hasta ahora conocidos para el pacú o para peces omnívoros en general, junto a los resultados exitosos obtenidos directamente en campo. Últimamente se trabajó en "policultivo" junto al randiá y el amur, ya que los cultivos de varias especies en un mismo sistema, ofrecen mayores posibilidades de producción. Los resultados iniciales fueron muy exitosos (Wicki, G. *et al.*, 2008). Referente a estos policultivos, se debe continuar afinando las proporciones de las especies que forman el conjunto, de tal forma que se puedan obtener los pesos deseados para mercado con todas ellas al finalizar la producción. De todas formas, el aumento en peso cosechado es notable.

La inclusión del "ensilado" en reemplazo de la harina de pescado en las fórmulas alimentarias, disminuyendo el uso de esta última, ofreció resultados muy buenos en cuanto a crecimiento, FCR's y sanidad de los lotes bajo cultivo. También en los últimos años se realizaron experiencias de engorde con uso de insumos o subproductos de cereales incluidos en fórmulas desarrolladas en el mismo Centro o bien, sobre raciones desarrolladas por el sector privado, obteniéndose en unas y otras, buenos resultados y el uso de insumos alternativos, no empleados anteriormente, como gluten de maíz, alfalfa, harinas de pluma, algodón, girasol, sangre, etc.

Gran parte de estos adelantos ya fueron transferidos a los actuales y potenciales productores mediante Talleres realizados en diferentes provincias con el apoyo presupuestario del Consejo Federal de Inversiones, con quien, inclusive, se han editado publicaciones en conjunto; disponibles para el público interesado o bien, han sido publicadas en diferentes revistas o presentados en congresos.

En el portal de Internet de la Secretaría SAGPyA (Pesca y Acuicultura) se encuentra incorporada una tesis desarrollada al inicio de los trabajos en el CENADAC (Wicki, 2003) y pueden consultarse otros resultados obtenidos en los adelantos tecnológicos desarrollados en cultivo de pacú y mejoramiento de su producción (otras formulaciones, crecimiento compensatorio, etc.).

El pacú, presenta hábito alimentario "omnívoro" (de amplio espectro), pero según varios estudios (no completos) sobre sus requerimientos nutricionales y las investigaciones desarrolladas posteriormente, se determinó un 32 % de proteína cruda en su fase final de engorde, con buena respuesta en crecimiento, durante el mejor período de temperaturas de la región subtropical argentina. Por tales motivos, el alimento ración empleado deberá contener insumos que se correspondan a los requerimientos conocidos hasta ahora en cuanto a proteínas, hidratos de carbono, grasas, fibras, minerales y vitaminas, contemplando los aminoácidos necesarios para la especie. Se pueden emplear

raciones balanceadas tanto hundibles como flotantes (extrusadas). Estas últimas, aunque de mayor costo, serán siempre mejores porque ayudarán al mantenimiento de una buena calidad de agua y al equilibrio del ecosistema de cultivo, con menor desperdicio de alimento, favoreciendo además los costos de la operación. Durante las fases previas de larvicultura y pre-engorde o recría, es posible disminuir dichos costos trabajando con abonos, fertilizando previamente los estanques externos para cultivo; aumentando así, la disponibilidad del alimento natural en los espejos de agua para los pequeños peces.

La reproducción del pacú es lograda en laboratorio por medio de inducción hormonal al tratarse de un pez de carácter migratorio que no alcanza su madurez sexual en encierro y por lo tanto no desova en los cerramientos destinados al cultivo. Esta reproducción (desove, fertilización e incubación) puede ser totalmente controlada de esta forma y existe en el país, suficiente cantidad de alevinos disponibles para un inicio de producción. La tesis que se mencionó anteriormente, provee información general y específica suficiente, acerca de las variables ambientales, su control y detalles sobre el manejo de la producción para obtener un producto de alta calidad a las cosechas (y puede también ser utilizada para el desarrollo de cultivos de otros peces de carácter omnívoro).

La especie, como ya se ha dicho, responde bien a temperaturas por encima de los 20°C para su reproducción y se necesita contar con un rango de entre 26 a 28°C para obtener un rápido crecimiento y por ende mayor rentabilidad de cultivo a "cielo abierto". Las temperaturas mínimas que soporta en estanques con profundidades de 1,20 m promedio, sin acusar mortalidad, son de alrededor de 12°C. Con temperaturas menores, de 7°C, se producen algunas mortalidades despreciables en el conjunto de la producción realizada, si las mismas no se mantienen extremadamente en el tiempo. Estas temperaturas pueden atenuarse en el caso de contar con estanques de mayor profundidad (cotos de pesca, cavas, embalses o estanques situados en valles), posibilitando una mayor sobrevivencia. Los mejores meses para realizar su pre-engorde en el norte argentino, abarcan desde noviembre a fines de abril con variantes, según las provincias y las zonas involucradas. Cuando se trata de provincias como Santa Fe o Corrientes, los cultivos con éxito serán los realizados bien al norte (25 ° de latitud norte), debido a las temperaturas. Como referencia, observando registros diarios de temperaturas del agua tomados para el norte de Entre Ríos (promediado de cuatro años), la franja de 22 a 26°C abarca el período de diciembre a marzo. El máximo de 26°C se obtiene en el mes de enero a la latitud de 31 ° Sur, caracterizando al clima como templado-cálido. Los registros de 20°C se señalan para principios del mes de Octubre y por debajo de 20°C en el mes de abril. Igualmente, para provincias como Salta y Jujuy, los cultivos de pacú podrán realizarse con éxito en la zona nordeste de las mismas, dominadas por temperaturas francamente cálidas y tropicales y no en otras zonas de menores temperaturas debido a la altitud (clima templado salteño o frío de la puna, por ejemplo), ya que no se trata de una especie de clima templado. En algunos sitios, de temperaturas más bajas (templado-cálido) podrá cultivárselo, siempre que se realice solo el engorde final, partiendo de juveniles obtenidos en emprendimientos más al norte y aprovechando las mejores temperaturas de verano, pero no es probable que se alcance el peso promedio ideal para ventas; aunque podrán aprovecharse todos los peces. Un productor que se dedique al cultivo de esta especie, necesitará contar con las mejores temperaturas del norte del país, para que su emprendimiento resulte económicamente rentable al realizar todas sus fases.

Para los estanques de pre-engorde o recría, es conveniente emplear superficies individuales de no más de 300 a 500 m² (estanques nurseries) con densidades de siembra de hasta 5 ind/m²; mientras que en aquellos destinados al engorde final (una o dos etapas) y teniendo en cuenta a productores noveles, no es conveniente emplear estanques que sobrepasen los 1.000 m². En el caso del engorde y debiendo lograrse piezas altas en peso para el consumo en el mercado interno, la densidad de siembra deberá ser baja, de hasta 0,2 a 0,5 ind/m². Con el índice más bajo de esta densidad, se obtendrá al cabo de 14 meses desde el inicio, piezas promedio de 1,2 kilos (norte de Corrientes) pudiendo acortarse el tiempo según el sitio que se haya seleccionado en las provincias más norteñas. Todos los estanques para cultivo deberán poseer entrada y salida de agua en forma independiente. El pre-engorde podrá iniciarse con alevinos de entre 2-4 gramos promedio, obtenidos a partir de producciones realizadas por otros productores que muestren excelencia de calidad de producto y respetando en su traslado ciertas condiciones que eviten el estrés de los animales en cuanto a densidades, ayuno, temperaturas de cosecha y traslado, así como igualdad en las temperaturas al proceder a la siembra en los cerramientos de destino. Los ejemplares se trasladan en bolsas de polietileno, colocadas en cajas de telgopor (acondicionadas con hielo) en tanques apropiados. Previamente, los animales deben mantenerse en ayuno por 24 horas. El ayuno previo, el acondicionamiento para traslado, la sombra adecuada durante el mismo y una correcta siembra en cuanto a la suelta de los peces (deben salir solos de los recipientes de transporte), así como la igualdad de temperaturas entre estanques de recepción y bolsas o recipientes de traslado, será fundamental para la sobrevivencia y mayor resistencia posterior en los peces.

En piscicultura es conveniente realizar muestreos periódicos mensuales, especialmente durante las fases de mejores temperaturas de cultivo, ajustando el ofrecimiento de ración diaria alimentaria, ya que según ésta sea de calidad y cantidad ajustada, la respuesta de los animales será óptima en cuanto a crecimiento y sanidad. Cuando los peces son pequeños (fase de larvicultura), el alimento suele ofrecerse hasta un 12 % de su peso corporal promedio (determinado por la cantidad en kilos de los peces sembrados al inicio), mientras que, posteriormente, al transcurrir el cultivo, dicha proporción deberá disminuirse hasta situarla alrededor del 3 % durante los meses de mejores temperaturas y cuando los peces se encuentren en la fase de engorde primario o final. Durante el período de bajas temperaturas (cultivos a "cielo abierto"), los peces disminuyen su metabolismo y por lo tanto su alimentación, hasta aceptar un 1 % diario de ración cuando se encuentran por debajo de los 20° C. En ocasiones solo se los alimenta por encima de esta temperatura, dejando de ofrecerse alimento hasta el inicio de la primavera siguiente. Por tales razones, es imprescindible para cada establecimiento el registro diario de las temperaturas del agua de los estanques. De esta forma el productor conocerá en forma anual las temperaturas a las cuales deberá trabajar y organizará mejor su producción. El Factor de Conversión Relativo (FCR) para el pacú en fase de engorde final, ronda los 2:1, es decir 2 kilos de alimento por 1 kilo de carne producida por el pez, pudiéndose durante la práctica y el buen manejo de la producción (y con un alimento nutricionalmente apto), llegar a mejorarse este factor. Durante la fase del pre-engorde y trabajando con fertilizaciones previas y periódicas, se lo disminuye por debajo de 1, debido a la incidencia del alimento natural existente en los estanques, que es aprovechado por los peces. El diámetro de las pastillas o pellets en el caso de alimentación externa, deberá ser el adecuado a la talla de los animales bajo cultivo.

Inicialmente, y por los resultados aportados en los estudios llevados a cabo en el CENADAC, se ha comprobado que el pacú no puede adaptarse en su fase de engorde a cerramientos tipo jaulas de bajo volumen y alta densidad (como pueden emplearse al tratarse de la tilapia o el randiá), necesitando para su desarrollo y apto crecimiento, jaulas que en lo posible sean de estructura circular, de 5-8 m³ como mínimo. En la fase de pre-engorde, por el contrario, han sido probadas las estructuras de jaulas de 1 m³, con apta respuesta en crecimiento.

El sistema de cultivo en jaulas para esta especie necesita de mayores estudios en el país y las experiencias realizadas en la provincia de Formosa no han dado (por los datos expuestos en algunos talleres), resultados totalmente viables, aunque últimamente experiencias realizadas en Chaco, mejoraron los resultados. De todas formas, no es aconsejable el uso de este sistema hasta que no se cuente con resultados más sistematizados. La tecnología de cultivo en jaulas ha sido desarrollada en otros países con la misma especie o similar, existiendo bibliografía al respecto. Sin embargo, de las experiencias realizadas se desprende inicialmente que la respuesta en crecimiento de esta especie resulta ser mejor en estanques que en jaulas.

No existiendo en los ambientes predadores importantes (pirañas u otros) que actúen sobre los cultivos negativamente, pueden emplearse jaulas construidas con redes de nylon sin nudos. Frente a la existencia de predadores en ambientes naturales deberán emplearse redes de malla plástica (hoy en día existentes en el país) que ofrecen la posibilidad de alcanzar mayores volúmenes de producción. Los cultivos en jaulas necesitan disponer de alimentos “completos” (con vitaminas y minerales), además de cumplir los requerimientos nutricionales típicos de toda fórmula alimentaria; ya que los animales solo dispondrán de las raciones ofrecidas a diario externamente y no dispondrán de alimento alguno en el ambiente donde los cerramientos estén instalados. Para manejo de cultivos en jaulas se necesitará contar con estructuras afines al trabajo, como ser muelle, bote, motor y vigilancia por robos. Las densidades de cultivo en pre-engorde, en este sistema, pueden rondar los 30 kg/m³.

Para mayores detalles sobre cultivo y producción del pacú, existe bibliografía disponible en el país (Dirección de Acuicultura-SAGPyA, ver bibliografía adjunta).

III.4.- Cultivo y producción de langosta australiana o de pinzas rojas (*Cherax quadricarinatus*).

Este organismo acuático pertenece a la Clase de los Crustáceos y su nombre científico responde al de *Cherax quadricarinatus*. Suma a sus nombres comunes señalados en el subtítulo, los de “langosta de agua dulce”, “crayfish”, “langosta redclaw” y “lobster de agua dulce”. Es de origen australiano (de Queensland en la región tropical de Australia) y en la década de 1990 fue considerado como una nueva especie propicia para la acuicultura a la que era necesario investigar ampliamente.

La producción en Australia en su inicio contó con 30 TM y para 1996, computaban 60. Dichas producciones están basadas en sencillos cultivos, semi-intensivos, debido a la territorialidad que presentan los crustáceos en sus poblaciones.

Los cultivos en su país de origen se realizan en pleno trópico, dadas las temperaturas a las que se desarrolla y crece bien esta especie. Se trata de cerramientos tipo estanques o bien, embalsados empleados para riego que los productores aprovechan, comercializando el producto con éxito en el mercado interno. A medida que fueron aumentando las producciones y asociándose en cooperativas, se iniciaron exportaciones pequeñas a partir de las décadas posteriores. La producción actual, sin embargo, sigue siendo escasa (375/03 y 103/06 TM). El producto alcanza el mercado interno en vivo, en congelado, entero o seccionado, siendo su principal país de exportación en bajo volumen, Japón; habiendo mostrado interés otros países como Taiwán, Corea, Indonesia y Singapur. Se conoce que países como los escandinavos de Europa y la propia España han solicitado producto en varias oportunidades, ya que tradicionalmente consumían crayfish originales o exóticos, que fueron diezmados por diversas circunstancias, no reponiéndose estas poblaciones hasta hoy día. Los laboratorios y granjas de producción de Queensland en Australia comercializan no solo juveniles de la especie, sino también adultos a otros países interesados en su cultivo. En Latinoamérica se la cultiva principalmente en México, Ecuador y Cuba con destino a restaurantes, con ventas a buenos precios como consecuencia del alto turismo existente. Chile cultiva otra especie, la ***Cherax tenuimanus*** que por los pocos ensayos realizados en Argentina, no resultó inicialmente apta para cultivo, siendo más sencillo y práctico el de la “pinzas rojas”.

En el mercado externo, la demanda requiere ejemplares promedio de 100 g y en el interno se alcanzan las ventas con ejemplares de entre 70 y 120 gramos. Como en Australia los costos de operación son altos, los productores prefieren sembrar a altas densidades y obtener tallas más pequeñas en los embalsados para riego. Cuando la producción es más intensa, se desarrolla en estanques especialmente construidos para el caso.

La especie es relativamente novedosa para desarrollo acuícola, habiendo suscitado alto interés en un inicio, ya que presenta varios de los requisitos biológicos necesarios para su éxito en cultivo (relativa facilidad en cuanto a reproducción, ciclo directo sin estadios larvales, cultivo total en agua dulce), rápidas tasas de crecimiento, adaptación a mayores densidades que otros crustáceos, menor agresividad y territorialidad, flexibilidad en cuanto a hábitat alimentario, y ausencia de enfermedades difíciles de erradicar como son los virus presentes en los cultivos de camarones marinos. Por lo ya mencionado se trata de una industria naciente. La mayor investigación sobre esta especie se ha desarrollado especialmente en Estados Unidos, Australia, México y Cuba a partir del año 2000.

Sus pesos de comercialización pueden lograrse en sitios seleccionados con temperaturas adecuadas a la especie (hasta más de 100 g) en un año de cultivo a bajas densidades y los 30-70 g se alcanzan rápidamente siempre que las variables de cultivo sean las adecuadas y dependiendo de la densidad de siembra utilizada (subtrópico en Argentina). En el trópico (México, Cuba) las densidades pueden ser más altas que las empleadas en subtrópico (1-2 a 7 individuos /m²). Las degustaciones efectuadas para monitoreo de su sabor han dado excelentes resultados y los paneles de testeo en varios países y en el nuestro han encontrado un sabor excelente en su carne, con buena textura. Inclusive, se las puede tratar, luego de su cosecha, con ClNa (sal) en vivo, adquiriendo un sabor más fuerte, similar a la carne de langosta o centolla marina, ya que soporta bien determinada concentración de sal. Este

tratamiento post-cosecha debe ser realizado en estanques ad hoc, donde además se los limpia y acondiciona previo a su envío a los puntos de demanda en vivo (cepillado con agua a presión). No todos los países las aceptan en vivo, por cuestiones de resguardo ambiental.

Estas langostas difieren totalmente de las que cultivan y exporta Estados Unidos (desde Louisiana) tanto en lo que se refiere a obtención de mayores tallas, como en mejor sabor y textura de carne. Por otra parte, las especies de crayfish de Estados Unidos tienen menor cantidad de carne y “colas” pequeñas y su introducción está prohibida a nuestro país, por tratarse de especies dañinas para el medio ambiente, y para otras especies de crustáceos, debido a que ellas portan un hongo denominado **Aphanomyces** que es una plaga considerada mortal para todo otro crustáceo exótico o autóctono.

Los acuaristas de Argentina han cultivado desde hace años las Cherax como “mascotas o pets” para ornamento en acuarios debido a los atractivos colores de los machos. El CENADAC viene desarrollando sus tecnologías para ciclo completo, que abarcan reproducción, larvicultura primaria y secundaria, pre-engorde y engorde final hasta su peso máximo en cultivo de 120 gramos en el año a bajas densidades. La reproducción y larvicultura primaria se cumplen bajo techo, en laboratorio, mientras la secundaria en tanques en cemento bajo sombreado y sus pre-engordes y engordes finales en estanques excavados a cielo abierto. En todos los casos se emplean refugios de protección de diferentes tipos, número y tamaño según las condiciones dadas en cada una de las fases. Se han desarrollado todas las fórmulas alimentarias, desde las iniciales a las terminales, incluyendo el uso de ensilados para disminución de costos y el porcentaje de harina de pescado, especialmente en las primeras fases de su cultivo. Falta mejorar los índices reproductivos y los de sobrevivencia en la fase larval, para obtención de lotes más numerosos y homogéneos al inicio, disminuyendo las pérdidas ocasionadas por el canibalismo propio que presenta esta especie.

Con densidades a 1 ind/m² en el engorde final, se alcanzan los 120 g promedio dentro del año, encontrándose en los mismos estanques, individuos de peso inferior 70 g y nuevos individuos nacidos dentro de los mismos cerramientos. Todas las tallas obtenidas entre los 70 y 120 g son posibles de comercializar, considerándose a las más pequeñas, iniciadoras de nuevos ciclos de cultivo. El precio pagado a productores en momentos en que existe tan solo una pequeña producción en el país, es de \$ 70 /kilo, disminuyendo el mismo a medida que se trata de menores tamaños. La producción actual es bajísima (Santa Fe, Buenos Aires, Misiones, Entre Ríos). Algunos emprendimientos ya producen producto terminado y otras no han entrado aún en comercialización, existiendo nuevos proyectos en marcha (Concordia, Entre Ríos).

A la inversa de cualquier ciclo de camarón de cultivo (marino o de agua dulce) las langostas de agua dulce inician el ciclo de vida con nacimientos directos, sin pasar previamente por estadios larvales previos. Por ello, el número de huevos es mucho menor que en otras especies de crustáceos. Las larvas nacen directamente de los huevos fertilizados de hembras maduras sexualmente y son idénticas a sus padres, pero milimétricas en cuanto a talla. Poseen prácticamente todas las características de los adultos, excepto en lo referente a su metabolismo. Cumplen todo su ciclo de vida en agua dulce. Asimismo, presentan un comportamiento territorial menos agresivo que los camarones de agua dulce, pero existe igualmente canibalismo entre las más pequeñas. Son animales que además de presentar territorialidad, muestran

actividad nocturna (luego del amanecer y a la caída del sol). No excavan si se les mantiene el nivel de agua apropiado y responden a las corrientes, facilitando su recolección por redadas y trampeo selectivo con cebo al desaguar los estanques de cultivo. Como todo crustáceo en general, su hábitat alimentario natural es de tipo detritívoro y lento (materia orgánica en descomposición) y diversos alimentos en general, de carácter vegetal o raciones adecuadas nutricionalmente.

El alimento artificial se elabora con insumos de vegetales que ofrecen buenos resultados en crecimiento, siendo aceptables el arroz, la alfalfa, soja y otros, tratándose de pequeñas producciones de carácter extensivo (100-200 TM/ha) en estanques previamente fertilizados. No se conocen totalmente sus requerimientos nutricionales, pero abarcan una franja razonable de entre 20 a 35 % de proteína cruda, en las fases finales e intermedias, con mayor aporte proteínico en las iniciales. En algunos casos, el alimento es considerado como "suplemento", tratándose de cultivos de baja densidad. Puede usarse una amplia gama de carbohidratos, como azúcares y almidones, moderadas cantidades de grasa y algunos componentes con ácidos grasos, minerales y vitaminas según el tipo e intensidad del cultivo.

Es importante considerar el nivel de proteínas en la dieta destinada a los ejemplares cuando se produce su desove y sobre la calidad de los huevos. A este respecto, autores como Rodríguez González y otros (2006) recomiendan un nivel de proteínas cruda del 32% en la época de reproducción de las hembras.

El sitio a seleccionar para su producción deberá responder en cuanto a temperaturas (rango entre 23 y 31°C), calidad de agua (libre de patógenos y predadores) con suficiente abastecimiento (en sistema semi-intensivo con renovación del 10 % diario, promedio/año), estanques simples, excavados, con entrada y salida independiente de agua y construidos en suelos arcillosos para retención del volumen de agua. Dichos estanques deberán poseer entre 500 y 1.000 m² aunque para la fase nursery son mejores aquellos que poseen 200 a 300 m²) posibilitando un mejor manejo de la producción en los cultivos externos de pre-engorde y engorde, así como para la recolección del producto una vez terminado. Las temperaturas menores pueden estresar a los animales y disminuir la aptitud de rentabilidad, especialmente en clima como el de nuestro país, donde no existe el tropical. El mejor clima para su cultivo a cielo abierto es, por lo tanto, el reinante en el subtropical del NEA y NOA.

Las estructuras complementarias del proyecto deberán, en general, acompañar al diseño general y dependerán del tipo de operación a realizar, debiéndose contar en cultivo vertical, con una hatchery o laboratorio bajo techo, para las fases de reproducción y larvicultura y una sección de estanques en cemento con media-sombra para la primera fase externa. Los desoves pueden obtenerse en acuarios o tanques circulares o cuadrados, preferentemente en fibra de vidrio para mayor limpieza y baja profundidad. Todas las fases deben contar con resguardos para los animales (refugios de tubos PVC de diferentes largo y diámetro, según cada fase y de tela de red en alguna de ellas). Tanques tipo australiano bajo sombreado, pueden emplearse para su almacenamiento post-cosecha y limpieza, previo a su envío a mercado. Insumos, implementos y alimentos deben resguardarse bajo techo en galpones ad-hoc, como es normal en acuicultura.

Al tratarse de estanques externos excavados, los mismos deberán contar con

resguardos perimetrales de chapa o de otro material, para evitar los escapes: a) porque al trasladarse los animales se cambiaría la densidad determinada previamente en los cultivos y b) para evitar problemas ambientales al tratarse de especies de carácter exótico. Cuando se trata de los cerramientos internos es necesario cuidar que no puedan trepar y escapar por los tubos de aireación o por cualquier cable complementario del cultivo. Lo mismo en los tanques en cemento externos. Todos estos requisitos deben contemplarse cuando se efectúe el ciclo completo de vida, en cautiverio. De lo contrario, se aplicarán las necesidades según las fases de cultivo a implementar.

Como siempre en acuicultura conviene iniciarse con pre-engorde y engorde para atacar posteriormente las fases iniciales con mayor práctica, siempre y cuando exista producción de "semilla" de diversas fases en forma comercial; que no se nota aún por el momento en el país. Los reproductores pueden adquirirse a otros productores, siempre que sean potenciales padres (machos y hembras). De lo contrario, puede solicitarse introducción de ejemplares siguiendo la normativa 1314/04 de la SAGPyA (Dirección de Acuicultura) además de las propias de la provincia donde se radicará el emprendimiento, las que deberán cumplirse. Los ejemplares a introducir podrán ingresarse desde origen (Australia) o desde Ecuador o México. Evidentemente, siempre será mejor introducir los originales de la especie.

La selección de individuos a través de generaciones hace aumentar las cosechas, siendo necesario cada tanto introducir ejemplares de diferente genética para limitar el entrecruzamiento y la disminución posterior de tamaños.

Las red claw poseen sexos separados, aunque este dimorfismo es aparente, ya que también muestra tener ejemplares intersexo. Los machos son más grandes que las hembras y poseen grandes pinzas con la mancha roja que los distingue. Los investigadores americanos realizaron en el 2006, experiencias para observar las ventajas que podrían mostrar la realización de cultivos monosexo (de machos o de hembras), a diferencia de los cultivos tradicionales de ambos sexos. Los machos fueron colocados a densidades de $4/m^2$ y las hembras a densidades de $6/m^2$, mientras que los ejemplares de sexos mixtos fueron colocados a $6/m^2$. A las cosechas, los machos mostraron ser significativamente más grandes que las hembras en el mismo período de tiempo de cultivo. Además, los pesos de las langostas sembradas a baja densidad fueron más grandes en promedio que aquellas colocadas a alta densidad. Los resultados obtenidos mostraron el beneficio de trabajar con cultivos monosexo de machos, en oposición a aquellos de monosexo hembras o de sexos mixtos. Los machos crecen más rápido y alcanzan tallas más altas que las hembras a las cosechas. Aunque no fuera estadísticamente significativo, se demostró que los FCR fueron menores para los machos que para las hembras, principalmente debido a su crecimiento más rápido. Las ventajas de los cultivos monosexos de machos son evidentes, pues aparte de su rápido crecimiento y su menor FCR, una gran proporción de los machos cosechados eran de gran tamaño y por lo tanto de alto valor (al que se suma lo colorido de su caparazón). Sin embargo, hay que tener en cuenta la mano de obra para sexar los animales que es importante en el caso del cultivo monosexo. Con rapidez y práctica, los obreros sexan 8 animales por minuto, llegando con mayor práctica, hasta sexar 15 animales/minuto.

III.5.- Cultivo y producción del randiá (*Rhamdia quelen*).

Las tecnologías de cultivo para producción de esta especie nativa, de excelente calidad en carne, y cuyo testeado en paneles efectuado en el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) ofreció excelente puntaje, son conocidas actualmente en Argentina y también en Brasil, país que la viene produciendo desde hace unos años en el norte de Río Grande do Sul, bajo el nombre común de "jundiá o jundiá cinza". Se trata de un pez muy promisorio entre las especies del grupo de Silúridos pertenecientes a la Cuenca del Plata y cuyo género se extiende hasta el norte de Sudamérica (Colombia y Venezuela). Además de poseer excelente carne, con un 18 % de proteína y 4 % de grasa proviniendo del cultivo, sus espinas son pocas e identificadas como "costillas" a ambos lados del tórax. El género *Rhamdia* posee, según algunos autores, más de 67 especies en América Latina, aunque una última versión sistemática redujo su cantidad. La especie más conocida y actualmente posible de ser producida es el *Rhamdia quelen*. Se trata de peces que viven en lagunas y ríos de la cuenca más amplia de Argentina, generalmente relacionados a los fondos de los mismos. Son de hábito alimentario carnívoro, que debido a su lento desplazamiento suelen alimentarse de insectos, caracoles, vermes y mojarras.

La reproducción se obtiene controladamente en forma inducida en laboratorio o hatchery, siendo el período de la misma en el norte de Entre Ríos y Corrientes, desde el mes de septiembre-octubre y hasta aproximadamente el de marzo, con un pico de mayor incidencia en octubre-noviembre dependiendo de la zona de cultivo. La respuesta en crecimiento se obtiene a temperaturas por encima de los 20°C, pero las mejores para la eclosión de huevos y el nacimiento de las larvas son las correspondientes a 25-27°C, a las que también muestra su mayor y rápido desarrollo. La especie es considerada en nuestro país para su cultivo en clima templado a templado-cálido, y permitiría producciones desde el norte de Formosa hasta el sur de la provincia de Buenos Aires (región determinada además como su distribución natural).

Sin embargo, es importante alertar a los potenciales productores en cuanto a la calidad genética de los randiá de diferentes regiones. Si bien Silvergrip (1996) reunió a la mayoría de las especies antiguamente existentes, en cerca de 11 agrupadas sistemáticamente, fijando para Argentina, Brasil y Uruguay la especie *Rhamdia quelen* como única para la región de Sudamérica, en estudios posteriores desarrollados experimentalmente, se comprobó (Wicki et al., 2006) que la respuesta en crecimiento de material proveniente de reproductores capturados en ambientes naturales del norte de Corrientes, una vez sometidos a cultivo (y probablemente para material de Formosa, Chaco y Misiones), no es la misma ni en desarrollo, ni en tiempo de madurez sexual, cuando se la compara con las respuestas obtenidas de reproductores extraídos de ambientes naturales de la provincia de Buenos Aires (laguna de Gómez, por ejemplo). Por lo tanto y hasta que no existan mayores estudios genéticos sobre esta especie, es importante referirse para obtención de reproductores a capturas de tajamares del sur de la provincia de Corrientes o bien, de lagunas bonaerenses o por el contrario emplear juveniles provenientes de reproductores reconocidos por su origen.

Dependiendo de la temperatura, la eclosión de los huevos fertilizados una vez sometidos a incubación, se produce entre las 36 y 40 horas, siendo la sobrevivencia aproximadamente de un 80 %. A los 4 días de nacidas, es necesario ofrecer a las larvas alimentación externa en forma continua,

cultivándolas en tinas con flujo de agua de calidad (pH, temperatura y oxígeno disuelto apto para la especie). También aceptan rápidamente alimento natural constituido por zooplancton (Copépodos y Cladóceros especialmente), aunque su larvicultura a alta densidad (300-400 larvas/litro con flujo continuo) es conveniente realizarla bajo techo, en hatchery, y con alimento artificial. Por el momento se las alimenta con una ración húmeda, hasta tanto se pueda desarrollar un alimento encapsulado en seco. Las larvas (de 1,5 cm) se siembran en los estanques externos (ya preparados), continuándose su alimentación hasta obtención del juvenil según talla deseada para proceder posteriormente al engorde en estanques o en jaulas flotantes en ambientes naturales aptos.

Para proceder al cultivo de pre-engorde, los estanques externos se preparan previamente con fertilizantes, lográndose así la mayor disponibilidad de alimento natural que los pequeños peces aceptan con avidez, creciendo rápidamente en la primera semana de cultivo. Como siempre en piscicultura, se emplean estanques nursery (300 a 500 m²) preparados entre 3 y 6 días antes de la siembra. Si fuera necesario corregir el pH del medio, se emplea cal. Si los estanques hubieran sido utilizados previamente en cultivo, es procedente desinfectarlos

El período de “alevinaje” puede abarcar hasta 75 días o más de cultivo, según las temperaturas y el sitio de producción. La densidad empleada en el período que abarca desde larva a juvenil (pre-engorde), suele ser de 10 a 20/m². Según las técnicas de cultivo se prosigan adecuadamente y el manejo técnico sea correcto, la sobrevivencia en dicho período variará entre un 50 y 80 %. Si el manejo no es el correcto o existieran demasiados predadores naturales en los estanques, la sobrevida puede bajar hasta cero. La variación de tallas y pesos obtenidos durante el pre-engorde, obliga a armar los lotes para la subsiguiente fase de engorde final, clasificándolos por tallas similares, homogeneizando las poblaciones a sembrar a menor densidad. Según los resultados logrados en el norte de Entre Ríos, con densidades de 0,5 ind/m², se obtiene al cabo de un período de 90 días, pesos promedios de 300 g/pieza en el engorde final. El rendimiento en carne de estos peces es alto, perdiéndose un 11 % en producto eviscerado, sin cabeza. Su presentación puede ser efectuada en “filet mariposa” sin cabeza (300 g en vivo). Sin embargo, la mejor presentación será con animales de 450 g, que puedan filetearse normalmente, sin cabeza y con retiro de piel. Su presentación puede también efectuarse en “tronco”. El filet corte J es de excelente presentación. El cultivo para obtención de 400 a 450 g deberá extenderse a mayor tiempo (con cosechas posteriores a la época invernal), pero la ventaja es que en el norte de Corrientes los animales no pierden peso durante la época de bajas temperaturas invernales.

El cultivo también puede realizarse cómodamente en tajamares, lagunas o embalses, en jaulas de pequeño volumen y alta densidad, denominadas BVAD, de 1 m³ individual construidas en madera o aluminio, con red plástica de diferente ojo de mala según se trata del pre-engorde o del engorde final. La fase de pre-engorde es conveniente realizarla en forma previa en estanques excavados.

El randiá es similar al “catfish americano” (*Ictalurus punctatus*) cultivado intensivamente en Estados Unidos (200.000 TM/2007 según recientes estadísticas). Su producción se inició en la década de 1960, y poco a poco los americanos desarrollaron una infraestructura muy importante que abarcó tanto a estanques (siendo el estado de Mississippi el más importante), como cultivos

en jaulas BVAD. El período de cultivo de este pez es más extenso que el del randiá y su ciclo de vida presenta ventajas y desventajas con respecto a éste.

Las raciones de alimento balanceado para el randiá en fase de larvicultura, pre-engorde y engorde ya se encuentran desarrolladas y para pequeñas producciones pueden ser elaboradas por los propios productores. Se trata de raciones similares a las que hoy en día se elaboran para el pacú (con algunas variaciones), que contienen un 32 % de proteína cruda total y una mezcla de insumos de origen animal y vegetal, en diferentes tamaños de pellets, según la talla del pez a alimentar.

El Factor de Conversión Relativa (FCR) para esta especie es de 0,7 en fase de pre-engorde cuando se fertilizan los estanques y se cultiva en sistema semi-intensivo y de 1,6 a 1,8 para engorde de individuos en jaulas o estanques, respectivamente, pudiendo mejorarse con aporte de ración extrusada. Si el cultivo se prolongara más de 6-8 meses (hasta cerca del año), se podrán alcanzar los casi 800 gramos y las hembras podrían llegar al kilo, desarrollándose sexualmente luego del primer año de vida (posterior a la cosecha general), mientras los machos se muestran más precoces. El FCR es mayor al tener los peces mayor talla. Los meses de cultivo y los FCR ofrecidos se refieren a cultivos desarrollados en el norte de Entre Ríos o el norte de Santa Fe (Rossi & Luchini, 2008).

Es importante adquirir alevinos de alta calidad, con talla ya clasificada, para evitar su canibalismo. La recomendación para superficies en estanques de engorde final, es la de no sobrepasar al inicio del cultivo, los 1.000 m² manejando de este modo y con holgura la producción, especialmente a las cosechas finales. Es la especie de excelencia para desarrollo de cultivos en clima templado en la región de la “pampa húmeda”. Su carne de excelencia puede entrar a mercado doméstico con un adecuado marketing en las condiciones ya especificadas (en filet mariposa, filet normal o tronco, sin cabeza y pelado), acompañado de recetas elaboradas ya probadas. Las pruebas de mercado efectuadas hace algunos años dieron excelentes resultados, con ventas en las ciudades de Concordia, Federación y Chajarí en Entre Ríos. Los precios determinados en esa época fueron levemente menores al del surubí de extracción o similar al de la merluza común. Para mayor información se puede consultar la página web de Acuicultura de la SAGPyA (www.sagpya.mecon.gov.ar) y la bibliografía existente a disposición gratuita de interesados en la Dirección de Acuicultura (011-4349-2321/2322/2313).

El mejor ejemplo de desarrollo de una acuicultura de Silúridos (bagres de agua dulce) es ofrecido por Vietnam, con un volumen anual de pescado vivo (bagre **Pangasius**) cosechado en el 2006 que alcanzó las 825.000 TM y un volumen de exportación de filetes congelados y productos procesados de 286.000 TM por un valor total de M. U\$S 737. Los productores y comerciantes de Vietnam han hecho del **Pangasius** la segunda especie más importante en el mercado mundial de peces de agua dulce, después de la tilapia, con un agresivo marketing y presentación del producto en varias ferias. En los tres primeros meses del 2007, la exportación de esta especie alcanzó las 80.851 TM valoradas en M. U\$S 206 con un aumento de la tasa en volumen del 47,7 % y en valor del 55,9 %, comparado con los datos del mismo período del año anterior. La mirada está puesta actualmente en el mejoramiento de los estándares sanitarios.

III.6- Cultivo y producción de tilapia (*Oreochromis spp.*)

“Tilapia” es el nombre común de un número de peces de agua dulce perteneciente a la familia de los **Cíclidos**. Los miembros de esta familia abarcan especies de pequeña talla empleadas como ornamentales en acuarismo, hasta especies de mayor talla utilizadas para acuicultura de consumo. Los cultivos y producción de tilapia (la mayoría realizados para consumo), han sido bien documentados a través de los años y estas especies aparecen en antiguos documentos o dibujadas en cavernas y tapices, formando parte inclusive de las historias bíblicas. Las especies de tilapias que presentan mayor interés comercial son aquellas conocidas por sus “cuidados maternales en la boca” (***Oreochromis niloticus*** y ***Oreochromis spp.***); siendo empleadas en cautiverio, debido a su mayor rendimiento y sencillez de cultivo. La primera de ellas, es denominada comúnmente “tilapia nilótica”, aunque en algunos países de la región latinoamericana se la denomina “mojarra negra o mojarra plateada”. Estos peces son endémicos de África y del Medio Oriente, con unas 70 especies identificadas. El género ***Oreochromis*** es considerado el de mayor cultivo en el mundo detrás de la carpa y si bien su producción se extendió a más de 100 países para alimentar a las sociedades pobres, hoy en día es un producto de exportación y de consumo para las poblaciones de alto poder adquisitivo y forma parte de las mesas de los más exigentes restaurantes. Todos los géneros pertenecen al grupo de los **Cíclidos** y en su forma y anatomía son similares a las denominadas “chanchitas” de las lagunas y ríos de nuestro país (***Cichlasoma spp.***) siendo parientes cercanos, aunque estas últimas se emplean solo en acuarismo como ornamento por su pequeño tamaño.

El macho de la nilótica es polígamo y excava naturalmente en los ambientes naturales y estanques artificiales donde construye nidos y luego de un corto rito sexual, la hembra desova en general de 1 a 2 huevos/g de peso, incubando los mismos en su cavidad bucal y llevando las larvas nacidas consigo hasta la reabsorción de su vesícula vitelina. La edad de su madurez sexual dependerá de su edad y talla, siendo en general rápida y a tamaño reducido en el caso de tratarse de aguas tropicales de mayores temperaturas. La maduración se produce cercana a los 10 a 12 meses en ambientes naturales bajo ese clima. Bajo condiciones de mejor alimentación y cuidado, llegan a madurar inclusive a menor edad y peso.

Debido justamente a su temprana maduración sexual, los cultivos de ambos sexos no responden adecuadamente a las expectativas de los productores en una producción destinada a consumo, ya que las densidades colocadas al inicio del mismo variarán enormemente debido a la producción de desoves en los estanques y al nacimiento de nuevas generaciones. La biotecnología logró perfeccionar el cultivo, destinando solo a los machos para ello, debido a su mejor crecimiento en cautiverio. Los cultivos que prácticamente se caracterizan por ser “todos machos” se obtienen a partir de una “reversión sexual” lograda a través de una hormona, luego del nacimiento de las larvas. De esta forma y antes de proceder a la siembra de los ejemplares en estanques o jaulas para su recría o pre-engorde, se procede a alimentar las pequeñas larvas nacidas, durante 28 a 30 días, con una hormona incluida en el alimento diario ofrecido; aunque también en ocasiones se prosigue con la utilización del sexado manual. La obtención de “todos machos” no responde al 100 % siendo el método de reversión por hormonas el que mejor resultado provee (94 a 96 %). También se realizan cultivos basados en “híbridos” que deben constantemente

seleccionarse, eliminando aquellos ejemplares que no se corresponden en color (***Oreochromis spp*** o tilapia roja).

Las tilapias son consideradas como especies resistentes a las enfermedades y al manejo técnico en los estanques y jaulas, en comparación con otras especies bajo cultivo, siempre que las temperaturas sean las adecuadas y la metodología empleada, la apropiada. Se trata de peces que no toleran bajas temperaturas ya que son de origen tropical y su cultivo en las aguas cálidas de nuestro subtropical está restringido a una cosecha anual. La temperatura letal se encuentra situada alrededor de los 10°C. La alimentación cesa en general cuando esta variable se sitúa cerca de los 16-17°C y si el manejo es recio, se producen enfermedades y mortalidades amplias. Las temperaturas preferibles, con buena respuesta de los animales en general, abarcan entre los 28 y 31°C. Si los peces son alimentados en forma correcta y hasta su saciedad, el crecimiento es tres veces mayor que a una temperatura de 20 a 22°C. La reproducción se inhibe por debajo de los 20°C. Cuando las temperaturas exceden los 37-38°C las enfermedades también repercuten sensiblemente en los cultivos. Otras variables químicas a considerar incluyen el control del oxígeno disuelto, el pH, la salinidad, la concentración de amoníaco. La mortalidad por predación por pájaros, aumenta, siendo importante tratándose de cultivos de tilapia híbrida, roja.

Al proceder al cuidado de los huevos y larvas en su boca, las tilapias de este tipo se diferencian de otros peces, de tal forma que sus hembras producen poblaciones solamente de unos cientos de individuos por cada desove. Bajo condiciones de cultivo apropiadas en el trópico, los desoves se producen con frecuencia (cada 4 a 6 semanas) a una edad muy joven, pero su fecundidad total es baja. Los reproductores a emplear deben ser de líneas genéticamente conocidas en el caso de tilapia nilótica y de híbridos rojos. Ambos tipos de tilapia responden ampliamente en cultivo a temperaturas adecuadas y su diferencia está basada en que el híbrido de piel roja es también comercializado por su colorido en el mercado internacional como “pargo rosado” (símil besugo nuestro), mientras que la nilótica es negra por fuera. Ambas poseen excelentes filetes sin diferencias apreciables. La tilapia híbrida roja sufre mayores pérdidas en estanques debido a su brillante colorido y al ataque de aves predatoras.

Los niveles de producción abarcan desde el sistema extensivo (a baja densidad y mayor requerimiento de espacio para cultivo en estanques), pasando por el semi-intensivo (en estanques excavados y a densidad relativamente alta de siembra), con tasas de entre 5.000 a 20.000 /hectárea, con cosechas de entre 1.500 a 2.000 kg/ha/ciclo, apoyando al cultivo con fertilizaciones periódicas apropiadas (orgánicas e inorgánicas) y finalmente, se alcanzan los cultivos intensivos a altas densidades (estanques, tanques y jaulas). Con aporte de alimento externo balanceado desarrollado para esta especie, las cosechas podrán aumentarse hasta 4.000 a 8.000 kg/ha/ciclo y más, trabajando con recambio de agua y controlando las variables ambientales en su justo requerimiento (oxígeno, pH y compuestos químicos). El cultivo en estanques a cielo abierto se maneja con densidades iniciales de 10.000 a más por hectárea y los peces se alimentan totalmente con ración balanceada externa, preferiblemente extruida, a determinadas tasas máximas de oferta (dependientes de la temperatura y del nivel de oxígeno disuelto en el agua). En estos casos, se practica la aireación mecánica, aunque no rutinariamente, de lo contrario debería trabajarse con altos recambios de agua; hecho que también es posible cuando se cultiva en tanques en cemento, alargados y estrechos, denominados “raceways” o bien en tanques circulares y en sistemas cerrados. Las cosechas producidas, alcanzan desde 5.000 y hasta 10.000 kg/ha/ciclo. Si

el cultivo es manejado con aireación rutinaria continua (aireadores eléctricos a paleta, o bien, a diesel con tractores), la densidad empleada es similar y el alimento externo de tipo completo, siendo las cosechas de entre 8.000 a 15.000 kg/ha/ciclo. Con aireación externa y recambio continuo de agua, los sistemas pueden rendir aún más en volumen. El cultivo puede desarrollarse en estanques excavados de no más de 1 hectárea de superficie o tanques circulares en cemento o fibra de vidrio (100 a 400 m³) o bien, en jaulas suspendidas en embalsados o en estanques apropiados no conectados a una red hidrográfica por tratarse de una especie exótica en el caso de Argentina.

La densidad de siembra en la fase de engorde es de 1-10 ind/m² en estanques y se alimentan con ración completa. La aireación provee el mantenimiento de un adecuado nivel de oxigenación y si el flujo fuera circular, se obtiene la eliminación de los desechos tóxicos para los peces. El intercambio de agua es de 2-3 veces por día para evitar otros problemas. Los sistemas raceways excavados en tierra, con altos recambios horarios y alta densidad de siembra, son empleados desde hace años en Costa Rica en una de las mayores productoras de la especie en América Latina. Las cosechas abarcan entonces entre los 50 a 300 kg/m³ en carga de peces. El manejo deberá ser correctamente realizado, respetando las tecnologías de cultivo aptas para esta especie. El Factor de Conversión Relativo – FCR – es muy apto, tratándose de un pez ubicado en la base de la cadena natural alimentaria, ya que su ingestión natural está basada en detritus y fitoplancton o bien, en alimento balanceado que cumpla sus requerimientos nutricionales. A mayor densidad, el alimento ración deberá contener entre un 35 a 45 % de proteína cruda, especialmente tratándose de las fases iniciales. Como las proteínas vegetales son en general deficientes en los requerimientos de aminoácidos para los peces, es necesario su complemento.

En cuanto a mercado, tratándose del doméstico, la tilapia a nivel de la mayoría de los ciudadanos es desconocida en nuestro país, pero en gran cantidad de los mercados domésticos latinoamericanos ha funcionado con excelente respuesta de los consumidores y su ejemplo más notable es Colombia y asimismo Estados Unidos, que es su mayor consumidor actual en el continente. Se trata de un pez de carne blanca, sin sabor particular que puede adquirir el que se le confiere según la salsa con que se acompañe, no existiendo duda de que con un marketing adecuado y buena presentación en filetes sin espinas, podrá reemplazar a los pescados marinos faltantes o disminuidos en su abastecimiento dentro del mercado argentino. Así sucedió con la tilapia nilótica en Estados Unidos que hace poco más de 10 años era totalmente desconocida. En todos los mercados extranjeros se la conoce bajo su nombre común de “tilapia”. El mejor mercado exterior para su colocación sigue siendo el de Estados Unidos. Este país se abastece principalmente de China, Indonesia y Tailandia en producto entero (menor volumen) y en filetes congelados. Otros países tropicales y hasta subtropicales lo abastecen en cuanto a filetes en fresco refrigerados. Se estima que la producción de tilapia en el mundo sobrepasa el millón de toneladas, habiéndose convertido en una commodity, siendo después de la carpa, el pez más producido a nivel mundial. Su producción continúa creciendo espectacularmente a medida que se desarrollan sistemas modernos de cultivo y se dispone de alimento para sus producciones.

Resumiendo un informe sobre el mercado de la tilapia hasta abril del 2008 (Josupeit, 2008), encontramos que el mercado de Estados Unidos es el mayor demandante, habiendo crecido en el 2007, un 35 %. Este incremento se debió a la expansión del cultivo en China. Estados Unidos consume actualmente,

unas 400.000 TM de este producto (estimadas en vivo), siendo la importación total para el 2007, de 173.000 TM.

El clima frío del último invierno en China, especialmente en el sur del país, afectó las poblaciones de cultivo de la especie y se estima la pérdida de un 80 % de la producción, lo que pronostica una escasez en el presente año por lo menos. Los precios por lo tanto, han comenzado a incrementarse. Esta situación favorece a las producciones latinoamericanas en países como Ecuador, Costa Rica, Honduras y Brasil que podrán proveer de producto en fresco a mejores precios que los ofertados por los chinos actualmente.

Los precios de los alimentos de origen acuático en Estados Unidos se pronostica que aumentarán en un 2-3 % en el presente año, dado los aumentos en costos de producción, siendo el del combustible el de mayor incidencia. Los productos en fresco se espera que aumenten en los supermercados hasta un 10 %, en comparación con los registrados en el último verano, ya que junto al aumento del transporte aumentaron los precios de los alimentos balanceados. Después de China, Estados Unidos es el mayor consumidor de tilapia. Los filetes congelados se expandieron en un 30 %, mientras que el entero congelado ha perdido participación. Las exportaciones de esta especie desde China en el 2007, alcanzaron las 120.000 TM, un 10 % más que en igual período del 2006. Las pérdidas ocasionadas en este país por el frío invierno, han reducido la entrada de materia prima a inicios del 2008 y el aporte es menor que la demanda, dado lo cual, los precios se han incrementado, algunas veces hasta en un 20 %.

La importación de filetes de tilapia congelados alcanzó en el 2007, las 100.000 TM y China representó el 90 % del mercado. Indonesia es el segundo proveedor en forma muy distante. De esta forma, los filetes congelados provistos por China alcanzaron la cifra de U\$S 2,35/libra en marzo del 2008, habiendo sido su precio a medidos del 2007, de U\$S 1,95/libra. Mientras hace dos años el pescado entero congelado era dominante en este mercado, actualmente solo representa un 27 % del total. Por su lado, los filetes frescos, alcanzaron la cifra de 26.000 TM, un 15 % mayor que en el 2006. Costa Rica se recuperó con alta producción, luego de problemas de enfermedades registradas a fines del 2005 y 2006. Ecuador y Honduras tuvieron también altas exportaciones e inclusive Brasil encontró un mejor mercado para exportar su producto hacia Estados Unidos y está aumentando su producción actualmente.

La primera producción comercial en Argentina se realizó en Clorinda (Formosa) en 1996, vendiéndose en mercado local en filetes sin espinas, a \$ 6,5 /kilo (paridad 1:1). Posteriormente, esta provincia se volcó hacia la producción de pacú, aunque actualmente existe una pequeña producción en Las Lomitas y otros puntos. La tilapia es producida en muy baja escala en el país: Misiones, Chaco y varios pequeños productores en Buenos Aires donde se están probando producciones en sistemas cerrados bajo techo, con recirculación y control de variables.

III.7.- Cultivo y producción de salmón (*Salmo salar* y *Oncorhynchus kisutch*).

Según Asche & Tveterás (2007) la piscicultura del salmón es una de las de mayor éxito en producción acuícola. La industria ha crecido desde el último período de la década de 1970 alcanzando cerca de 1,6 millones de TM en el 2006. África es el único continente donde no se cultivan estas especies. Sin embargo, la producción está dominada por dos países: Noruega y Chile, que

producen casi el 77 % de la producción mundial. El crecimiento de la industria hasta este nivel ha sido posible gracias a las innovaciones que permitieron aumentar la producción disminuyendo los costos, tanto operativos como de marketing, y a la creación de nuevos mercados.

Si bien las producciones de Salmónidos (trucha y salmónes coho y del Atlántico) se iniciaron en la mencionada década, recién en 1980 se produjeron las primeras 13.000 TM. En 1985, la producción mundial había alcanzado las 80.000 TM y había aumentado, desde su inicio, un 64 %. A medida que continuó aumentando, la producción del salmón del Atlántico alcanzó en el 2006 las 1,6 millones de TM mencionadas. Si bien la producción de salmón coho alcanzó las 120.000 TM, hoy en día, contribuye solo con un 7 % al total mundial de salmón. En 1990, esta especie era la principal producida en Chile, mientras en el 2007, la cantidad de Atlántico producido alcanzó a ser tres veces más alta que la del coho. Entre 1980 y el 2003, los precios del salmón noruego fresco exportado disminuyeron marcadamente. Esta disminución de precios aceleró el consumo del producto. Para que ello fuera rentable, se debieron disminuir los costos productivos. El precio promedio del 2006 fue de cerca de un cuarto del de 1985 y la reducción de los costos fue aproximadamente de la misma magnitud; existiendo una importante relación entre el desarrollo de la productividad y la caída de los precios de exportación. La reducción en los costos de producción se debió a dos factores principales: a) los productores se volvieron más eficientes, produciendo más salmón con los mismos costos y b) al mejoramiento en las raciones, de la alimentación y también en la genética obtenida. Al mismo tiempo, se mejoraron las importantes cadenas de distribución. El insumo más importante en la producción de salmón es el alimento, que representó cerca del 52 % de los costos operativos en el 2004. También se sugiere que existe un sustancial potencial de eficiencia para el salmón y los costos de producción podrán seguir reduciéndose si otros factores se explotan más eficientemente.

Los salmónes, junto a las truchas, pertenecen al conocido grupo de los Salmónidos, con varias especies aptas para cultivo. Escocia y Canadá también producen salmón. Chile es el único país de Latinoamérica productor de salmónes. Se trata en general de productos muy aceptados mundialmente, considerados de primera categoría y lideran las condiciones en los mercados internacionales. El salmón del Atlántico, se ha convertido desde hace algunos años en una commodity, existiendo mundialmente más de 1 millón de TM entre producto proveniente de cultivo y aún de algunas pesquerías. Su producción ha aumentado progresivamente y su abastecimiento constituye el mayor del mundo. A pesar de la nueva producción record, actualmente los precios se mantienen más o menos estables. Las piezas que se ofrecen alcanzan 2 a 4 kilos y la industria maneja los cultivos con gran aumento en volumen, habiendo crecido grandemente la demanda por el salmón ahumado.

El cultivo específico de los salmónes se realiza abarcando dos fases, la primera en agua dulce hasta la etapa de "smolt", durante la cual los cambios fisiológicos producidos permiten el pasaje de los individuos al agua salada, continuando el cultivo en zonas marinas seleccionadas (la "smoltificación" se produce cerca de los 60 g promedio). La etapa de agua dulce se caracteriza por sistemas en tierra para las etapas de incubación y alevinaje, junto a sistemas desarrollados en lagos o embalses, aunque actualmente existen los sistemas cerrados, recirculantes, de mayor costo. Una vez alcanzada la etapa de smolt, los individuos son trasladados al mar hasta el logro de su peso de comercialización a mercado.

Al finalizarse el cultivo en su etapa de engorde final, los peces son cosechados y procesados según el requerimiento y la demanda en los mercados de destino. El manejo de cultivo en mar se realiza en jaulas flotantes que, para el caso de Argentina y debido a la particular fisiografía de sus costas, deberá ser amplia y cuidadosamente estudiada para selección de un sitio adecuado y obtención de rentabilidad apta. No solamente será necesario elegir el sitio cuidadosamente, sino contar con la tecnología adecuada y los servicios correspondientes; además de una alta inversión tanto fija como operativa, debido a que en esta etapa de la producción mundial, no es posible iniciarse con bajo volumen de producción. Los precios, así como la colocación de producto actualmente son altamente competitivos.

El ciclo de producción puede iniciarse también con adquisición de smolts sin necesidad de su previo cultivo (producidos en otros establecimientos) para su siembra directa en mar, informándose acerca de la calidad genética y la historia clínica, así como certificación ofrecida por la productora que los ofrece. Este es el caso de varios países productores que adquieren a otros para desarrollar parte del ciclo hasta las ventas. De todas formas, sea la actitud que determine un productor, el ciclo de vida de estos peces se inicia con la reproducción, fertilización de las ovas, incubación y alevinaje, realizándose el proceso en laboratorio o hatchery. Los incubadores empleados suelen ser de tipo horizontal o vertical. Para la larvicultura y alevinaje pueden emplearse tanques circulares o cuadrados en fibra de vidrio de diferente porte o los denominados raceways; mientras que una vez logrado el alevino, este puede seguir siendo cultivado en el mismo establecimiento o derivado para su cultivo hacia jaulas suspendidas en ambientes aptos en calidad de agua (embalses o lagos) hasta logro del smolt. Cada vez más la industria utiliza los tanques circulares en fibra de vidrio debido a la facilidad de su limpieza y por su carácter de autolimpiantes, evitando las contaminaciones y mejorando y facilitando las tareas. En el caso de Chile, los tanques circulares son empleados en casi el 94 % de los casos. El alevinaje en este país abarca unos 5 a 6 meses, hasta alcanzar los 4-5 g promedio de peso y la fase de smolt se realiza en tierra, existiendo solo algunas empresas que prosiguen en algunos lagos (aunque su tiempo es limitado por regulaciones existentes). Al realizarse este alevinaje en tierra es necesario disponer de un abastecimiento de agua de gran calidad.

Chile exportó en el 2006, 215.246 TM de salmón del Atlántico en congelado, fresco y en otros productos, siendo su mayor exportación la de producto congelado. Para el salmón coho o del Pacífico, las exportaciones alcanzaron 78.451 TM con producto en congelado, enlatado, fresco y otros (IFOP, 2007). En el mismo año, el valor de las exportaciones de Atlántico superó el M. U\$S 1,40 con un precio promedio de 6,65 U\$S/kilo (Dapel, 2007). La mayor exportación en el 2006 fue hacia Estados Unidos, con 166.449 TM y la segunda a Japón con 112.909 TM. El salmón proveniente de Chile, en góndola, adquiere un precio de \$ 56/kilo en nuestro país.

Una de las características por la cual se ampliaron los mercados, se debió al número de innovaciones en logística (preservación y empaquetado), transporte (aerolíneas), marketing y desarrollo de mercados. El mercado se expandió rápida y geográficamente y también en un mayor número de formas de producto. El tamaño geográfico del mercado expandido fue obtenido debido al alcance de cualquier plaza por medio del avión. Ello permitió a los productores de cualquier localización el acceso a los mercados y en este sentido, este fue el principal factor que permitió a Chile un esfuerzo exitoso. Con las nuevas formas de presentación también se crearon nuevos segmentos de mercado. Con excepción de los mercados japoneses y el ahumado, los productos

pueden alcanzar los mercados en fresco, especialmente en el caso de Noruega. En 1990 la mayoría del salmón se vendía entero, mientras que en el año 2000 los filetes y otros productos pre-empacados aumentaron en un 70 %. El salmón se volvió además popular sobre todo en productos con valor agregado y se produjo así, una expansión de las presentaciones comercializadas. A principios de la década de 1990, con la introducción de la pinza para eliminación de espinas, la exportación chilena aumentó asombrosamente hacia Estados Unidos. En los últimos años hubo un aumento de consumo en Rusia y en el Este de Europa. Existe un potencial mayor para una mayor expansión en exportación, siempre que se puedan disminuir aún más los precios, especialmente con la preparación de platos basados en salmón que puedan ser adquiridos por consumidores de una franja que aún no alcanza su adquisición.

Últimamente, varios productores de nuestro país, expresaron su intención de cultivar alevinos y smolts para trucha arco-iris y salmón del Atlántico con destino a Chile. Para poder arribar a ello, se requiere un monitoreo continuo de los parques de cultivo y de las hatcheries. A fines del 2006, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura por medio de su Dirección de Acuicultura, en conjunto con el SENASA (Dirección Nacional de Sanidad Animal y Dirección de Laboratorios – DILAB), iniciaron la primera parte de un Plan Nacional Sanitario, atacando en sus dos primeras etapas (dos años) el estudio sanitario del embalse de Alicurá (Río Negro/Neuquén) de mayor producción de trucha en el país. El Plan cumple los protocolos exigidos por la Organización Internacional de Enfermedades de Animales Acuáticos – OIE y lleva hasta ahora completado el primer año, habiendo iniciado en el 2008 la segunda parte. El total del Plan para Alicurá finalizará en diciembre del 2008, con la presentación oficial del SENASA a la OIE. Hasta la actualidad, el embalse, sobre la cuenca del río Limay (recibe sus aguas del lago Nahuel Huapí, originadas en glaciares) se encuentra exento de enfermedades de “denuncia obligatoria” a nivel internacional. Posteriormente a su finalización, se emprenderá el estudio de otros cuerpos de agua aptos para cultivo de Salmónidos, prioritariamente en la misma cuenca (potencial conservador de 14.000 TM). El estatus sanitario en este caso es de real importancia para la comercialización externa del material. Asimismo, el trabajo realizado llevó a habilitar dos hatcheries o laboratorios exclusivos, por el momento, para recepción de material proveniente del exterior (actualmente desde Estados Unidos y Escocia) tanto para **O. mykiss** como para **Salmo salar**. Las dos hatcheries habilitadas están por fuera del embalse alejadas de la región, lo que mejora el control y mantenimiento de las condiciones existentes en el mismo.

Por otro lado, el equipo de trabajo está realizando además la supervisión y el control de las pequeñas hatcheries cercanas al embalse, que producen alevinos para su comercialización hacia los productores, pero en este caso se trata de alevinos de trucha arco-iris nacidos de reproductores del país.

III.8.- Cultivo de esturión ruso (*Acipenser baeri*).

Mientras existieron poblaciones silvestres de esturiones en buenas condiciones y suficiente abastecimiento en cuanto a caviar, no existió interés en el desarrollo de emprendimientos de acuicultura de estas especies. Sin embargo, al cambiar la situación fundamentalmente en los últimos años, debido a que las poblaciones naturales fueron sobrepescadas y la cantidad de caviar proveniente de estas disminuyó drásticamente en los mercados, se iniciaron estudios y comenzaron los primeros cultivos de algunas especies. A partir de

1997, el comercio del esturión o de productos de esturión está regulado por la Convención de Comercio Internacional de Especies en Riesgo (CITES).

Existen 23 especies de esturión listadas dentro del CITES, algunas en el Anexo I y otras en el Anexo II, según su riesgo de extinción. Por lo tanto, para cualquier operación comercial de estos peces y sus productos, es necesario contar con el permiso del CITES en el mercado internacional.

La declinación de las poblaciones de estos peces dio ocasión al desarrollo de su acuicultura (Klinkhardt & Myrseth, 2007). El precio atractivo del caviar hizo comprender que aún siendo los emprendimientos costosos, podían ser lucrativos y beneficiosos para los inversores y para todos los operadores de cultivo. Según las estadísticas de la FAO, en 1990 ya se habían producido 328 TM de esturión, siendo Italia uno de los mayores productores. En el 2005, se produjeron 19.648 TM. China es actualmente el productor mayor, con 15.000 TM. Las siguientes especies de esturión son producidas por acuicultura hoy en día:

Esturión ruso o siberiano (*Acipenser baeri*)

Esturión blanco (*Acipenser transmontanus*)

Esturión del Adriático (*Acipenser naccarii*)

Spoonbill (*Polyodon spathula*)

Sterlet (*Acipenser ruthenus*)

Esturión del Danubio (*Acipenser gueldenstaedtii*)

Bester (híbrido del beluga y el starlet)

Dentro del Orden de los Acipenseriformes existen varios géneros, con 27 especies y subespecies determinadas en el mundo. Todas ellas fueron objeto de una pesca indiscriminada, especialmente las del mar Caspio, lo que las redujo en forma alarmante. El caviar (ovas de esturión) auténtico y más cotizado en el mundo por su calidad natural proviene del "beluga" (*Huso huso*), pero este no ha podido ser sometido a cultivo hasta ahora. Otros tipos de caviar son, sin embargo, muy bien aceptados en el mercado internacional debido a la demanda existente y su excelencia.

Las especies del género *Acipenser*, son originarias del Hemisferio Norte (Europa, Asia y Estados Unidos). La mayoría de ellas viven en agua dulce y marina y 8 especies son residentes en agua dulce. Los sexos son separados pero difíciles de diferenciar, aunque actualmente existen métodos que permiten la diferenciación entre hembras (productoras de caviar) y machos (productores de carne o destinados a reproducción). Durante la ovulación existe un pasaje de los óvulos maduros a la cavidad abdominal, hecho que es aprovechado para la extracción de las ovas con destino al procesamiento del caviar, sin proceder a la muerte del individuo.

El habitat alimentario de los esturiones en ambientes naturales es de carácter bentónico por excelencia (ingieren alimento vivo ligado a los fondos de los ambientes). Como la mayoría de las larvas de peces, al inicio de su vida, ingieren zooplancton, tornándose bentónicos rápidamente y pasando el resto de su vida ligados a los fondos de los lechos de ríos, lagos o mar. Con preferencias diferentemente marcadas y según de qué especie se trate, ellos ingieren vermes, crustáceos, moluscos y muy raramente peces (como ocurre en el caso del *Huso huso*). La puesta de los óvulos y la fecundación natural tiene lugar en los ríos a profundidades de 5 y 10 m, con una determinada velocidad de corriente, del orden de 1 m/sec. Al finalizar la etapa de incubación de los huevos embrionados, se produce la eclosión y el nacimiento de una larva de aproximadamente 10 mm, que posee una vesícula vitelina importante de la que se nutre hasta estar en condiciones de ingerir alimento externo.

En esta fase larvaria hacen su aparición los escudetes y se forma el rostro característico de estas especies, pudiendo abarcar hasta cerca de 20 días; dependiendo estrechamente de la temperatura existente en el medio. En los anfibióticos, los juveniles se desarrollan hasta los 1 a 3 años de vida, migrando luego al mar, donde se alimentan, crecen y se desarrollan sexualmente. En las especies de ciclo completo en agua dulce, el esquema es similar, exceptuando las áreas de engorde, que en este caso se corresponden con las zonas bajas de los ríos, como sucede con *A. baeri* y *A. ruthenus* o bien en los lagos, como en el caso de *A. fluvescens*.

El cultivo de algunas de estas especies se inició en Rusia hacia fines del siglo XVIII, con el objeto de repoblar las aguas naturales para sustentación de las pesquerías sometidas a fuerte explotación. A fines del siglo pasado, se iniciaron los estudios para el cultivo de ciclo completo, experimentándose también en Rusia y transfiriéndose posteriormente parte de estas técnicas a Francia, Italia y Alemania. Estados Unidos, por su lado, desarrolló técnicas de cultivo para su esturión blanco, cultivado para carne desde 1980 y utilizado actualmente para caviar (California e Idaho son los dos principales sitios de cultivo) con compañías que producen el *A. transmontanus* (esturión blanco). Como objeto de cultivo completo en Europa se seleccionaron especies dulceacuícolas, el mismo esturión blanco de Estados Unidos y el *A. baeri* o esturión ruso; aunque también se desarrollaron técnicas para el *A. stellatus* (de mayor crecimiento pero menor producción de caviar). Francia desarrolló los cultivos de *A. baeri* y en 1997 ya producía 250 TM. Mientras tanto, la producción más amplia de esturión en Europa, la detentaba Italia (en Brescia), con más e 900 TM basadas en *A. transmontanus* y luego en *A. naccari*.

En el Hemisferio Sur, han sido introducidas las especies de *A. baeri* (Uruguay, Argentina y Chile), así como el *A. transmontanus* (Chile). Sin embargo, el único país que ha desarrollado cultivo completo a nivel comercial (carne y caviar) ha sido Uruguay, con una empresa en crecimiento sobre el embalse de Baigorria en el río Negro. El proyecto, denominado "Esturiones del Río Negro", entró en venta de caviar hace ya algunos años. Los resultados de la empresa han sido excelentes, obteniéndose la maduración de las hembras al cuarto año y medio de vida, o sea, inclusive, antes que en el Hemisferio Norte donde el período de maduración es de 6 - 7 años, aproximadamente.

El cultivo de larvas, juveniles y adultos, puede realizarse en forma similar al cultivo de Salmónidos, sea en estanques de distintas dimensiones, excavados en tierra, tipo "raceway", tanques circulares o cuadrados. La fase de larvicultura se desarrolla bajo techo, así como el cultivo de alevinos hasta obtención de juveniles y suelen utilizarse las tinas alargadas y los tanques cuadrados en fibra de vidrio. También puede llevarse a cabo el cultivo de pre-engorde y engorde en jaulas flotantes, lo que, evidentemente disminuye los costos fijos e inclusive los operativos, aumentándose además rápidamente el volumen de producción. En el caso de producción en estanques excavados (como en Italia) se ocupa más terreno.

Cualesquiera fueran los métodos y condiciones de cultivo, es sumamente importante el rol que juega la temperatura del agua en respuesta al crecimiento y bienestar de los animales. La especie rusa es rápida en adaptación al clima de carácter templado de Uruguay, pero soporta bien temperaturas menores o mayores, en un rango de 17 a 22°C (similarmente al pejerrey) y un poco más, hasta un cierto límite.

III. 9.- El cultivo de carpas chinas (*Cyprinus carpio* y var.; *Ctenopharyngodon idella*; *Aristichthys nobilis* e *Hypophthalmichthys molitrix*)

Todas estas especies se encuentran registradas como introducidas en el territorio nacional en diferentes épocas en varias provincias. La carpa común (*C. carpio*) fue introducida en la década de 1949, mientras al resto se las detecta a partir de la década de 1970 en las provincias del NEA, habiendo sido introducidas por los mismos productores desde el Brasil que las cultivan intensamente desde hace muchos años.

La carpa común es el pez más importante aún en cultivo a nivel mundial y se la cultiva tanto en países de Europa como en Asia y en varios países de Latinoamérica. Es una de las especies de pez que puede considerarse como totalmente domesticada a diferencia de las restantes sometidas a cultivo en el mundo. Existen enormes diferencias entre las carpas domesticadas provenientes de cultivo y los animales de origen silvestre, en relación a su capacidad de reproducción, crecimiento y utilización de alimentos, etc. Las de cultivo aceptan alimentos artificiales basados en insumos de cereales y crecen rápidamente en estanques. Las cosechas de cultivo difieren en volumen dependiendo del medio y de los métodos empleados. En general, si se trata de cultivo extensivos, se obtienen cerca de 0,5 TM/hectárea, mientras que si las producciones son llevadas adelante con tecnologías más desarrolladas, se obtienen entre 2-3 TM/ha, aún en climas templados, ya que en los tópicos donde la estación de crecimiento con mejores temperaturas es prolongada, las cosechas son más importantes. La calidad de esta carpa cultivada es alta y se comercializa intensamente en varios países del este europeo, en el este asiático y en muchas comunidades de inmigrantes del Reino Unido, Estados Unidos y otros países (Horvath y otros, 1992). Hasta un 50 a 60 % de los requerimientos nutricionales de la carpa, pueden ser satisfechos con la inclusión de insumos de cereales en los alimentos y un 40 a 50 % es abastecido por los mismos animales que viven en el fondo de los estanques de cultivo (crustáceos microscópicos, larvas y adultos de insectos, caracoles y otros moluscos, etc.). Su capacidad de reproducción es extremadamente alta y, en una estación puede producir hasta medio y un millón de larvas por hembra.

Se la cultivó desde la China imperial y el Imperio romano y las prácticas de su reproducción sentaron las bases para el desarrollo de los métodos de propagación exitosos. En el año 451 Antes de Cristo, ya existía un libro sobre las primeras tecnologías de recolección de huevos y larvas en ambientes naturales de China para cultivarlos en estanques hasta su peso demandado en mercado. En el siglo XVI ya Europa tenía descripciones de cómo cultivarla y cómo manejar los estanques para ello. En 1851 se instaló la primera granja especializada en su cultivo en Francia que producía semilla y estas tecnologías aportaron después al desarrollo de los primeros cultivos de Salmónidos. Los estudios de la fisiología de su reproducción y su propagación se desarrollaron en la década de 1930. En Rusia se desarrolló el proceso para regular su reproducción inducida, basada en los primarios estudios de von Ihering en Brasil, con un método práctico de inducción de la ovulación por medio de la glándula hipófisis, lo que permitió ampliar la extensión de los cultivos en gran parte del mundo, con alta producción de semilla. Fue necesario también desarrollar un método práctico para prevenir la flotación de los huevos en los vasos de incubación, debido al contenido de químicos especiales que protegen la cáscara endurecida. Esto se logró en Hungría con una simple metodología que utiliza urea y que se aplica actualmente en todo el mundo.

En los años recientes del siglo pasado, en Europa se remodelaron las producciones de carpa común, agregándose otras especies de carpas, como la amur, la plateada y la cabezona, desarrollándose entonces los “policultivos” con mayores producciones a las cosechas. Estas carpas son cultivadas por China desde hace cientos de años, obteniéndose grandes biomásas. A principios de la década de 1960, los rusos resolvieron también el desarrollo reproductivo de estas especies por inducción hormonal con hipófisis, mientras años después los chinos desarrollaron un método con utilización de Gonadotrofina Coriónica Humana (GCH).

En los países del este europeo, con posibilidades de extensiones en tierra apta, se emplean estanques de grandes dimensiones y en clima de temperaturas de 15 a 25°C se logran importantes producciones con rápido crecimiento. En los países donde el consumo de pescado se basa en truchas, salmón y pescados de mar, la demanda en carpa es baja, pero últimamente es aceptada por mayor cantidad de consumidores al desarrollarse los filetes sin espinas de alta calidad; mientras en otros países de la misma Europa, en las navidades el plato de consumo tradicional, es la carpa.

En el caso de necesidad de alta cantidad de proteína para comunidades necesitadas y en especial en el campo, es importante utilizar los recursos más eficientemente, y el caso del cultivo de carpa en estanques es lo más eficiente y continúa siendo explotada por ello. En los países donde existen problemas de subdesarrollo o en regiones con comunidades subalimentadas, los cultivos de carpa representan social y económicamente una gran oportunidad. Por otra parte, la carpa no solo es útil como alimento, sino que también es valiosa para la pesca deportiva. Aún en aquellos países donde no se la consume, es apreciada para esta pesca, como sucede en Alemania, Reino Unido y Francia, donde representa un importante recurso de tipo recreacional que satisface a los pescadores deportivos por tratarse de peces grandes y combativos (Horvath y otros, 1992).

La carpa común es de aguas cálidas, pero puede tolerar temperaturas extremas, largos inviernos, así como altas fluctuaciones de esta variable. Su metabolismo disminuye con la disminución de la temperatura y prácticamente se detiene a los 4°C. Su característico rápido crecimiento se manifiesta mejor a temperaturas de 20°C, por lo que puede ser ampliamente adaptada al clima templado de nuestro país (su mejor crecimiento se produce en las estaciones de primavera, verano y otoño). Puede vivir a pH de 9 en la escala y es menos sensitiva que otras especies a los valores de concentración de oxígeno disuelto, aceptando entre 3 - 4 mg/L (mueren a niveles de 0,3 a 0,5 mg/l). Se alimentan naturalmente de organismos del zooplancton y zoobentos, pero aceptan semillas de cereales, plantas acuáticas, materia orgánica, etc. No se produce crecimiento en los meses de invierno y pueden perder peso en esta estación. Como en todo pez, su crecimiento cambia con la edad, siendo rápido cuando pequeña y disminuyendo al alcanzar el período de madurez sexual.

Como todo ciclo de peces de cultivo, el suyo abarca la reproducción, larvicultura, pre-engorde y engorde. La larvicultura se realiza en estanques nursery preparados para tal período con abonos que ayudan a aumentar el alimento natural y disminuir los costos de producción, con altos FCR's. Se los puede ayudar además con alimento externo y los peces convierten rápida y eficientemente ambos tipos de alimento (natural y artificial). Luego de un cierto período los alevinos se trasladan a otros estanques para la continuidad de su

cultivo, pasándose a las restantes fases. Sus mejores producciones, sean en mono o policultivo, se obtienen con método de sistema semi-intensivo. Con alimento suplementario ofrecido, las cosechas serán mayores en volumen. Las raciones para este pez pueden contener altos niveles de hidratos de carbono, que son bien asimilados. Del agua pueden aprovechar ácidos grasos, vitaminas, calcio, hierro, etc.; mientras los granos de cereales del alimento externo le aportan los hidratos de carbono (especialmente contenido de almidón) para proveer energía y ganar peso rápidamente.

Cuando se la combina con las restantes carpas, estas no compiten por tener diferentes habitats alimentarios (fitoplancton, zooplancton y vegetales), obteniéndose mayor biomasa resultante.

Las carpas comunes crecen bien en estanques de baja profundidad que se calientan rápidamente en el verano, 1,0 a 1,2 m de profundidad es suficiente, aunque en climas muy calurosos, es conveniente mayor profundidad para prevenir temperaturas demasiado altas. En el Manual de Piscicultura Rural en Estanques (Luchini, 2007) se pueden recabar datos con mayores detalles sobre los cultivos de este tipo. Las carpas también pueden ser cultivadas en jaulas suspendidas en estanques o en aguas fluviales, pero deben realizarse ensayos previos y las corrientes no deberán ser muy pronunciadas para la estabilidad de las mismas. Si bien las producciones son mayores (a mayor densidad de cultivo) son más onerosas que los cultivos en estanques, por la sencilla razón de que se requiere llevar adelante la producción con total dependencia del alimento externo en todas las fases del cultivo.

La provincia de mayor cultivo de estos peces, es la de Misiones, donde los pequeños productores realizan policultivo de varias carpas como las ya señaladas, obteniendo buenas producciones. Este tipo de cultivo deberá observar bien el mantener resguardos suficientes que impidan la salida de los animales por tratarse de especies consideradas exóticas para el país y su producción deberá estar permitida y regulada por las provincias donde se desee asentarlas. La carpa de ambientes naturales es exportada desde Argentina a otros países en baja cantidad, pero también es demandada por diversos países, requiriéndose un producto originado en cultivo. Lógicamente sus mercados deberán ser analizados para aumento de volumen y extracción y considerados los costos fijos y operacionales para determinar rentabilidad del cultivo en el caso del mercado externo.

III.9.- Cultivo y producción de rana toro (*Rana catesbeiana*)

Los cultivos de rana toro se iniciaron en el país alrededor de la década de 1980, con la instalación de pequeños ranarios que pretendieron utilizar directamente las tecnologías que estaban siendo desarrolladas en Brasil, sin contemplar que la especie es de cultivo “marginal” en Argentina (por temperaturas) y muy especialmente, en el clima templado a templado cálido de varias provincias donde fueron instalados. Lamentablemente, el asesoramiento aportado entonces no fue realizado por personas idóneas con capacitación en el tema acuicultura y menos aún en el específico de ranicultura, no existiendo hasta hoy día ni investigación en dicha área, ni centro alguno de desarrollo acuícola que se ocupe del tema en el país. ***Aún hoy día se presenta a la ranicultura como un “micro-emprendimiento”, cuando la realidad es totalmente diferente si el inversor desea obtener rentabilidad y alcanzar como generalmente se pretende, un nivel de volumen apto para un***

mercado interno y/o de exportación con calidad y continuidad. De esta forma, una de las tareas emprendidas al crearse la Dirección de Acuicultura en la década de 1990, fue obtener un relevamiento estadístico de estas pequeñas producciones. A fines de 1994, se pudo realizar el mismo (con la colaboración de la ex Asociación Argentina de Ranicultores existente entonces), alcanzándose a determinar la cifra de 70 de esos emprendimientos (Luchini, 1995) y calculándose una producción en vivo de 30 y hasta 50 TM. Ya para dicha fecha quedaban, sin embargo, muy poco productores habiendo desertado una gran mayoría de la actividad por diversas razones, aunque las principales a mencionar fueron: a) defectuoso asesoramiento provisto de realidad y ausencia de capacitación a todo nivel (profesionales, técnicos y productores); b) inversiones mal contempladas (generalmente el estudio previo fue abocado a las inversiones fijas, desatendiéndose los números de operación); c) enfermedades y problemas surgidos en función de a) y b), con registro de altas mortalidades, y d) creencia general de que las ranas “al ser vistas” por el productor son más fáciles de cultivar que otros organismos que viven inmersos en el agua.

A lo anterior se sumó la ausencia de éxito en las fases iniciales del ciclo de vida de los animales, especialmente en lo referido al proceso de imágación, (al finalizar la metamorfosis) con grandes mortalidades, junto a otros problemas, como el costo de faena y procesamiento, la inserción en mercado interno con continuidad, la ausencia total de datos sobre demanda de tal mercado, etc. En décadas posteriores, la producción disminuyó tanto que se recurrió inclusive a importación de material desde Brasil.

Un productor deberá contemplar en su anteproyecto los costos fijos y operativos (la rana se cultiva en super-intensivo, y a partir de su metamorfosis se convierte en un animal carnívoro, por lo cual el alimento balanceado aportado diariamente ocupa un 70 % de los costos operativos y es de mayor costo). Deben contemplarse además los costos correspondientes a la obtención de ranitas vivas, luego de su metamorfosis (adquiridas de existir producción de ellas en el país, o bien, obtenidas en ciclo verticalizado). Costos de mantenimiento de unidades y de manejo del cultivo, Factor de Conversión Relativa (cantidad de alimento relacionado a kilos de rana producida), climatización acompañante total o en períodos en nuestro territorio y deben contemplarse los costos de la infraestructura de cultivo cerrado (en bandejas o cajas) que constituye la mejor solución y el mejor aprovechamiento de espacio para la alta densidad en este sistema de cultivo en Argentina.

El 20 % del producto, saldrá como “cabeza de lote” en 6 meses (con climatización constante). En la página web www.sagpya.gov.ar se encontrarán desarrollos económicos con los ítems a contemplar debiéndose actualizar los números en los costos.

La rana accede a un mercado típicamente “gourmet” y más aún con el turismo existente hoy en día en las grandes ciudades del país, pero su abastecimiento a los restaurantes debe ser en forma continua, de lo contrario no existirá interés de los mismos. Sin calefacción, esta continuidad no podrá cumplirse. Igualmente, debe contemplarse la faena de procesamiento para ofrecer el producto en condiciones sanitarias impecables y contemplar la organización de un sistema de ventas acorde.

De todos los sistemas analizados, el que responde ampliamente para la mejora de los costos de producción y tiempos de terminación, es el de encierro llevado

a cabo en cajas o boxes en plástico que se apilan en 7 pisos. Los pocos emprendimientos (Córdoba, Buenos Aires) que mantienen este tipo de infraestructura o similar en el país, muestran haber progresado tanto en prevención de enfermedades (mejor limpieza), buena alimentación, como inclusive en el mantenimiento de reproductores y acceso a una reproducción controlada. La única fase cultivada en estanques en cemento es la correspondiente a los renacuajos, que pueden mantenerse a temperaturas entre 18 y 21°C durante su fase. En transformación, pre-engorde y engorde, las ranas necesitan entre 26 y 27°C de temperatura para crecer con adecuada rentabilidad y sostenidamente. Si bien han quedado funcionando actualmente unos pocos ranarios (algunos de carácter artesanal y baja producción), otros han ampliado y rectificado las instalaciones y mejorado las técnicas de cultivo, produciendo entre los más importantes, más de unas 10 ton/2007.

IV.- CULTIVOS EN AGUAS MARINAS.

IV.1.- Cultivo y producción de Moluscos Bivalvos (*Mytilus edulis*, *M. chilensis* y *Crassostrea gigas*)

El cultivo de Moluscos Bivalvos (MB) a nivel mundial, especialmente referido al rubro “mejillones” es liderado por China y España, con producciones altamente significativas. Australia, Nueva Zelanda, varios países de Oriente (además de China) y muchos otros países de América Latina también aumentan sus producciones. Dentro de esta última región han crecido sensiblemente los cultivos de ostras, mejillones y vieiras.

Según McLeod (2007), la característica más importante del sector de los MB en los años recientes ha sido su rápido y sostenido crecimiento en volumen. Mientras los productos provenientes de las capturas naturales duplicaron, desde un registro de 1 millón de TM en 1970 hasta casi 2 millones en el 2005, los volúmenes de producto originado en cultivo pasaron en igual período desde 1 millón de TM hasta 12 millones, constituyendo una significativa proporción de la acuicultura mundial y representando casi el 26 % del total alcanzado por volumen y el 14 % por valor.

Durante los últimos 15 años (período de más rápida expansión) la producción global alcanzó una tasa promedio de crecimiento cercana al 6 % anual. Este impresionante crecimiento fue producido principalmente por la expansión de China (que pasó de cerca de 2 millones de TM en 1990 a 9,5 millones en el 2005, representando el 80 % del total del volumen de bivalvos producidos en el mundo). Estas producciones varían según las especies, notándose también una mayor expresión en referencia a la producción de almejas. En el 2005, el producto ostra abarcó 4,6 millones de TM; almejas, 4,2 millones; mejillones, 1,7 millones y vieiras, 1,4 millones. La producción correspondió en total a cerca del 90 % para ostras y mejillones y 85 % para almejas. Solo en el sector de las vieiras se notó un importante porcentaje proveniente aún de la extracción marina. La acuicultura de vieiras representó en total, un 64%.

Los MB son reconocidos por su eficiencia como organismos filtradores que convierten al fitoplancton y los nutrientes disponibles en el mar, en proteína animal de alta calidad; frecuentemente su presencia en el ambiente natural permite la captación de “semilla” de bajo costo, muestran ausencia de costos en alimento durante su engorde, son relativamente fáciles de transportar (no requieren ni tanques, ni oxigenación, etc.); contribuyendo a la nutrición de las poblaciones de

numerosos países y a diferencia de los emprendimientos de cultivo de peces o crustáceos, los MB constituyen una fuente accesible de provisión de alimento en todo el planeta. Por último, la acuicultura de bivalvos produce un mínimo impacto ambiental. En general, al filtrar nutrientes del mar, estos moluscos pueden cultivarse de diferente forma, suspendidos en la columna de agua o bien desde balsas, o colocados en mesas en las costas aptas para su producción u otro sistema de cultivo.

La exportación de MB a nivel mundial se inició alrededor de 1990 con unas 250.000 TM, alcanzando en el 2005 alrededor de 500.000, aunque en el total de su producción, corresponden en un 16 % para mejillones, un 6 % para vieiras y menos del 2 % para ostras y almejas. El éxito de las exportaciones dependerá de la disponibilidad de un exceso de producto, de la demanda doméstica en los mercados de cada país productor; de la competitividad de precios y de los sistemas de transporte, las organizaciones de sus productores o comerciantes y de los mercados demandantes.

Dentro de América Latina, países como Chile, Perú, Ecuador y Brasil, se perfilan como productores importantes, habiendo mostrado el último de los mencionados un crecimiento reciente muy notable. En Europa, Oriente, USA y Oceanía se cultivan volúmenes de ostras, almejas, vieiras y otros moluscos que ingresan al consumo interno y son también exportados. El consumo se realiza en vivo, congelado entero, media valva, en preparaciones, etc. Tres países que constituyen ejemplos notables del aumento de sus producciones en MB, son Chile, Brasil y Nueva Zelanda.

La producción de mejillones en Chile aumentó fuertemente en los recientes años, pasando de cerca de 70.000 TM en el 2004 (a casi 160.000 mil para el 2007) con mayores inversiones en el sector, habiendo aumentando en un 37 % sus cosechas en los últimos 10 años. En el 2007 las exportaciones alcanzaron las 35.000 TM siendo valoradas en M. U\$S 85,8 y compuestas por presentaciones en carne, congelado y enlatado. Muchos de estos productos alcanzan a Europa, encontrándose los comúnmente en los supermercados de varios de estos países.

Del total de moluscos (bivalvos y no bivalvos) cultivados en dicho país en el 2006, 27.104 TM fueron exportadas como mejillón; 1.933 como ostiones (vieiras); 708 como ostras y 322 como abalón (ingresado a la producción hace pocos años). Las TM cosechadas de abalón, aumentaron desde 50 (en el 2000) hasta 205 en el 2005. Este producto es estimulado por los precios internacionales (24-30 U\$S/kilo) y su mayor mercado actual es el Japón.

En los últimos 5 años, Chile se convirtió en el principal abastecedor de mejillón procesado a Francia, Italia y España, habiendo además aumentado sus exportaciones a Alemania (los precios en Euros alcanzaron los 2,58/kilo). Las principales exportaciones se efectúan en carne congelada, que luego las industrias europeas reprocesan y reempacan (especialmente en España). Chile espera duplicar su producción total de mejillón para el 2010; y para ello, determinadas empresas han colocado capitales millonarios.

En la Figura 11 se pueden observar las cosechas logradas y las exportaciones registradas para Chile desde 1995 al 2007.

Argentina, dispone actualmente de sencillas tecnologías desarrolladas para el cultivo de dos tipos de MB: mejillón y ostras. Los primeros cultivos se iniciaron hacia fines del siglo pasado o a principios del actual en escala artesanal en provincias como Buenos Aires y luego en Chubut y Tierra del Fuego. Otra

especie, como la vieira, también es conocida, pero aún existe extracción de dos especies de mar (mercado interno y exportación). La ostra plana (*O. puelchana*) tiene su tecnología desarrollada, pero al tratarse de una especie que necesita mayor tiempo para alcanzar su talla de venta, por el momento, no es cultivada comercialmente. Otros MB, como la cholga paleta, la almeja amarilla, la navaja, etc., constituyen especies que poseen potencial para cultivo, pero que no disponen aún de tecnologías aunque en algunos casos ya se haya avanzado en parte. Las semillas de mejillón y ostra cóncava pueden captarse directamente del mar, disminuyendo así sus costos de producción; pero por caso de necesidad en un futuro, sus tecnologías de reproducción bajo techo son ya conocidas.

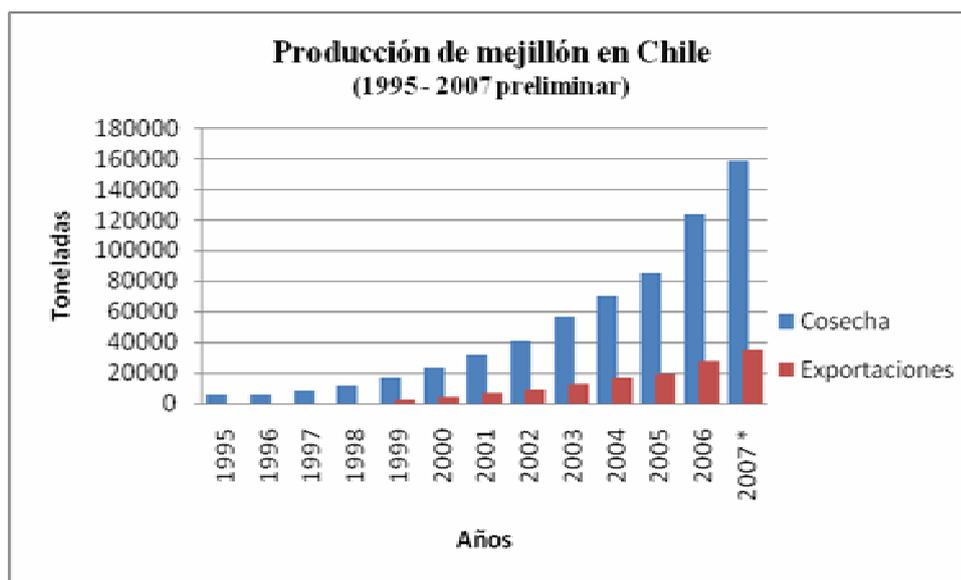


Figura 11: Producción Chilena de mejillón
Fuente: IFOP - Association of Scottish Shellfish Growers

La ostra japonesa o cóncava (*Crassostrea gigas*) posee un rápido crecimiento y rendimiento en carne hasta talla de mercado (cerca de 1 año). Se la cultiva en el sur de la provincia de Buenos Aires (San Blas, Los Pocitos); pudiendo abarcar sus cultivos desde el clima templado al templado-frío llegando hasta el norte de Santa Cruz (aunque tratándose de una especie de carácter exótico se la produce solamente en la provincia de Buenos Aires donde se asentó accidentalmente en la década del 1980 formando bancos en continua expansión actual). Su producción puede desarrollarse fácilmente para mercado interno y/o externo. Si bien el consumo en el mercado doméstico no está determinado, el mismo es escaso, aunque favorecido en los últimos años por el turismo actual en la capital del país. Es requerida en mercados internacionales. La primera producción de esta ostra fue obtenida en experiencias piloto-comerciales en la década de 1990, debido al empeño mancomunado de pequeños productores, el Instituto Storni de San Antonio Oeste (SAO-Río Negro), la Dirección de Pesca de la provincia de Buenos Aires y la Dirección de Acuicultura de Nación. En el laboratorio o hatchery de SAO se obtuvo por primera vez su reproducción a partir de ejemplares reproductores controlados sanitariamente (IFREMER-Francia) provenientes del banco del sur de Buenos Aires, con gran éxito. Posteriormente, dado los conocimientos adquiridos por investigadores sobre las dimensiones y crecimiento del banco formado en las costas bonaerenses, las autoridades provinciales otorgaron permisos de

extracción de animales y los cultivadores emplearon y emplean actualmente, semilla extraída del propio banco, llevando a los animales a un pre-engorde y engorde final hasta talla de mercado. Estas producciones pueden dar cabida al aumento de las economías familiares para poblaciones de pescadores artesanales o marisqueros de la región, así como para empresas familiares y de mayor porte. Los cultivos de ostra en el litoral bonaerense se practican en sistema “sobre-elevado o en mesas submareales” de simple construcción y relativo fácil manejo (Figura 12). La metodología de “suspensión en aguas costeras o abiertas” (long-line) es empleada en el caso de mejillón, así como también la de “balsas” con cuelgas; dependiendo en estos casos de las características de las costas y profundidades de trabajo en el litoral argentino.

- **En el “Sistema sobre-elevado en mesas submareales”,** las estructuras son de hierro, cuadrangulares, con las patas hincadas en el sedimento. Las ostras se cultivan dentro de bolsas de trama plástica (fabricadas actualmente en el país), amarradas a las estructuras por bandas de caucho. Solamente se cambian las mallas (más abiertas) al pasar de la fase de pre-engorde a la de engorde (pasando al mismo tiempo, de mayor a menor densidad de animales en cultivo) y se realiza un manejo periódico adecuado. Esta técnica de bajo costo, se realiza en aguas de baja profundidad, costeras y el cultivador se independiza del buceo autónomo necesario en el siguiente sistema de long-line, utilizando solo un bote para transporte y colocación de mesas, etc. Las tecnologías de cultivo han sido desarrolladas específicamente para el caso de las costas bonaerenses. Para el 2006, se produjo en el país aproximadamente 110 TM de ostras cóncavas. Actualmente, al terminar la clasificación de zona y control de parámetros exigidos, comenzaron a exportar hacia Hong Kong producto clasificado ½ valva congelado en la nueva planta inaugurada en el 2007.





Figura 12: Cultivo de ostra cóncava o japonesa sobre mesas.
Fuente: empresa Puelchana Patagónica.

- **En el “Sistema suspendido en aguas costeras o abiertas, con metodología de long-line” o de “balsas”:** en el caso del long-line, las estructuras se instalan a mayores profundidades, debido al tipo de litoral existente (Chubut, Tierra del Fuego, Río Negro, Santa Cruz). En las tres primeras de estas provincias se han realizado experiencias exitosas y en dos de ellas existen cultivos comerciales actuales. Si bien en Tierra del Fuego, se emplea la metodología de long-line, también debido a la calma de las aguas en la bahía en que se desarrollan los cultivos, el uso de balsas es empleado con éxito. En el caso de Río Negro, una empresa actualmente ha recibido concesiones en mar para trabajar también en cultivos de mejillón en balsas. Las provincias más adelantadas en cultivos de mejillón son las de Chubut (*M. edulis*) y la de Tierra del Fuego (*M. chilensis*) tratándose en la primera de ellas de pequeños productores o pescadores artesanales dedicados a esta actividad, mientras que en la lejana Tierra del Fuego se trata de una empresa que mantiene balsas con cuelgas, así como otros pequeños productores con instalación de long-lines que realizan captación de semilla y proceden a su pre-engorde y engorde en las aguas de la Bahía de Almanza. El total de producción de mejillón para el 2006, fue de 35,2 TM, con colocación en mercado interno. Para el 2007, solamente en Tierra del Fuego, la producción fue menor al año anterior, alcanzando aproximadamente las 21,7 TM en vivo y para el caso de Chubut, unas 25 TM, habiendo crecido favorablemente (en este caso) con respecto al año anterior.

Los resultados de los análisis financieros efectuados oportunamente en la época de estudio de las tecnologías para ostras, mostraron que los proyectos requerían una inversión inicial poco significativa en relación a los ingresos netos obtenidos y los saldos generados, permitiendo a los productores dedicarse a este tipo de cultivo e inclusive solicitar créditos, financiando sus producciones en los casos de interés. Los proyectos resultaban en todos los casos viables o compatibles con las posibilidades de los pequeños productores, aún en el caso de solicitar créditos. En la ostra cóncava, los estudios mostraron entonces que las inversiones eran recuperadas en 16 meses a partir del inicio.

El Estado Nacional apoya fuertemente la producción de Moluscos Bivalvos, desde la Dirección de Acuicultura y el SENASA en conjunto con las provincias involucradas en cultivo y los propios productores, con la puesta a punto de la "clasificación de zonas para MB", al igual que en la sanidad y control de las producciones con el objetivo de alcanzar su reconocimiento en mercados internacionales para proceder a demandas existentes en varios países externos (Plan Nacional de Sanidad de Moluscos Bivalvos - Dirección de Acuicultura/SENASA). Uno de los principales problemas para la resolución de ventas al exterior, está asentado sobre la falta de cumplimiento por Argentina de las normativas de otros países y de la Unión Europea, principalmente.

En el caso de Brasil, que se perfila como un país de amplia proyección en acuicultura, el estado de Santa Catarina es el mayor productor de MB con cultivos de ostra japonesa, mejillones y vieiras (estas últimas en los años recientes). Santa Catarina es responsable del 95 % de la producción de ostras del país y el cultivo se concentra (60 %) en Florianópolis, principalmente en San Antonio de Lisboa, Sambaquí, Ribeirão da Ilha; mientras otros municipios producen el restante porcentaje. La producción de ostras en ese Estado creció en un 25 % en el 2007, alcanzando los 3 millones de docenas y duplicó la cantidad comercializada en el mercado interno.

El gobierno central y estatal incentiva la maricultura a través de estas producciones a lo largo de las costas, apoyando al pescador artesanal acuciado por la disminución de la pesca comercial en los últimos años. El cultivo de MB en las costas de Santa Catarina se ve favorecido por las características propias de su litoral, dado las innumerables bahías y ensenadas protegidas existentes; a la inversa del litoral argentino, que debido a sus características propias, carece de gran cantidad de sitios que puedan seleccionarse para proceder a este de cultivo.

Las primeras producciones en Brasil, fueron iniciadas por medio de investigaciones y proyectos piloto con comercialización local en el año 1988 y desde entonces el fortalecimiento de las cooperativas e instituciones ha dado crecimiento y sustentabilidad a la actividad, consolidándola; representando una alternativa excelente de trabajo para las comunidades pesqueras involucradas. Existen actualmente, unos 800 productores organizados en diferentes asociaciones. Según el EPAGRI, en el 2007 la cadena productiva de la maricultura de MB, abarcó directa o indirectamente a cerca de 8.000 personas en producción, recolección, y comercialización. La región comprende 12 municipios. La producción total en el 2006 fue de 14.757 TM con un modesto crecimiento frente a lo obtenido en el 2005. En el 2006, Santa Catarina registró la primera producción de vieiras, además de mejillones y ostras, produciendo 23.738 unidades.

Nueva Zelanda por su parte, combina un bajo índice de población con un consumo doméstico limitado (similar al de Argentina) con una línea litoral extensa y aguas no contaminadas, cuyas características le han permitido

expandirse ampliamente en cuanto a cultivos de MB en los años recientes, abarcando ostras y mejillones. La producción de mejillones se triplicó durante el período de 1990 al 2005, abarcando desde 24.000 TM hasta 85.000 TM, creciendo sus exportaciones desde 6.300 hasta 35.000 TM. Los productos más comercializados son la carne y la media valva que se distribuyen a todo el mundo, usualmente en congelado. La producción de ostras, por su lado, alcanza cerca de 2.500 TM y las exportaciones de este producto aumentaron a cerca de 2.300 TM, representando el 80 % del total y en general, en producto congelado.

IV.1.1.- Cultivo y producción de un molusco univalvo, con interesante mercado: el abalón rojo (*Haliotis rufescens*).

Uno de los moluscos de una sola valva que presenta una mayor importancia económica, por los precios pagados en mercados internacionales, es el abalón. En este grupo de moluscos, también conocidos comúnmente como “lapas”, existen varias especies de Occidente y de Oriente, con interesantes perspectivas de producción. Entre ellas se cuenta el *Haliotis rufescens* (de Occidente) y dos especies *Haliotis* de Oriente. Tres especies han sido introducidas por Chile en su territorio y una de ellas, el abalón rojo, ya se encuentra creciendo en producción. Es importante conocer que uno de los cultivos de abalón rojo en este país se desarrolla en el sur, en la Comuna de Corral, en la XIV Región, con exitosos resultados. El proyecto pertenece a la empresa Cultivos Marinos Pacífico Austral, que nació en el vecino país en el año 2002.

La especie es de origen californiano y la empresa desarrolló investigación y adaptó, experimentando en el lugar, las posibles técnicas ya existentes para adaptarlas a los requerimientos de la especie y las características de la zona que fuera seleccionada para cultivo. Este, es realizado en tanques, según el requerimiento de las normas chilenas, y nos pareció importante dar a conocer algunos datos obtenidos de un reciente artículo aparecido en Mundo Acuícola (2008), dado que la producción de abalón en Argentina debería también desarrollarse en encierro, por el carácter exótico de la especie y las normativas actuales que rigen en nuestro país.

En febrero del 2004, la empresa ingresó 350 mil unidades de semilla de abalón de 21 mm de talla para desarrollo de la etapa de engorde. Su producción anual de entonces, fue planificada a 40 TM, siendo los tanques de cultivo tipo “raceways” emplazados sobre tierra. La semilla provino de productores chilenos instalados con cultivo en la zona norte del país y adquiridas con certificación sanitaria externa. Actualmente, la empresa sureña cuenta ya con una hatchery para abastecimiento de semilla propia, que se volcará en parte a su producción. Con la infraestructura actual, se espera abastecer el 30 % de la misma y el modelo de cultivo desarrollado comprende además de la hatchery, una nursery primaria y una secundaria.

A la latitud donde se encuentra ubicado el cultivo (Los Liles) la fase de hatchery abarca 2 meses, alcanzándose durante este período los 2 mm, a una densidad de cultivo de 3.000 a 4.000 abalones por estanque (con capacidad de 300 litros cada unidad). Los 5 meses siguientes responden a la etapa de nursery primaria, donde los individuos llegan a los 10 mm a una densidad más baja de 1.000/raceway; para continuar posteriormente su crecimiento en la fase de

nursery secundaria, por cinco meses más, hasta el logro de 20 mm de talla total.

La etapa completa de esta fase del cultivo abarca casi un año (12 meses) antes de pasar los animales a la fase final de engorde. La alimentación en esta primera etapa se realiza con microalgas bentónicas obtenidas en la costa marina. Se trata de una mezcla de microalgas nativas compuesta por diferentes géneros y especies desarrolladas sobre un "biofilm" (película). Las microalgas conviven y se reproducen sobre la superficie de los tanques, en un período que abarca unos 20 días, alcanzando densidades de entre 0,7 a $1,0 \times 10^6$ células/cm² en cada tanque de cultivo que posee una superficie de 10.000 m². Esta gran cantidad de células algales es consumida por los abalones en cerca de 5 días a la densidad de siembra empleada.

La alimentación en la etapa correspondiente del engorde se basa en un 100 % en la oferta de alimento natural, con algas pardas frescas obtenidas en el mismo sector de costa. Entre ellas se destacan *Macrocistys pyrifera* y *Durvillea antártica*, dependiendo ello de la época del año y de su disponibilidad natural. La empresa ha desarrollado un programa específico de capacitación para los recolectores de algas, lo que le permite abastecerse en forma sustentable y con disponibilidad para los abalones y que le permite a su vez, disponer de material algal permanentemente, por lo que asimismo el plan asegura también, la sustentabilidad de las praderas algales del sector de extracción.

La temperatura del agua de mar en la zona fluctúa entre los 7 y los 18° C y es bombeada a través de filtros y elevada hasta los 30 m de altura para ser distribuida en los tanques de cultivo. Dichos tanques están ubicados como indica la Figura 13 en terrazas, cayendo el agua por gravedad de un tanque a otro. La tasa de renovación del agua asegura el mantenimiento de las variables necesarias para que las condiciones de vida de los animales, así como su crecimiento, sean las apropiadas, junto al alimento ofrecido. A medida que la empresa adelanta en los cultivos, emplea densidades más ajustables, aplica los conocimientos logrados a través de la experiencia in situ y los resultados obtenidos. Las densidades utilizadas no son mayores a 200 semillas/m², dependiendo del estanque (primario o secundario) y además del clima. En verano, por ejemplo, las densidades son más bajas que en invierno.



Figura 13: Tanques raceways, ubicados en terrazas para cultivo del abalón.

La semilla en engorde alcanza los 20 mm. Transcurrido un año, se realiza el primer desdoble, cuando han alcanzado los 40 mm. Luego del segundo año, al alcanzar la talla de 50 a 60 mm, se realiza el segundo desdoble y posteriormente el tercero al llegar a la talla de 80-90 mm. Finalmente, se realiza el último desdoble o calibración, al momento en que todos los animales de los distintos estanques son agrupados por tallas. Los tanques están dimensionados como para sostener una biomasa de 500 kilos al término del cultivo. El promedio de crecimiento estimado durante el engorde es de 1,8 mm/mes y los abalones demoran aproximadamente 30 meses en alcanzar las tallas comerciales, definidas en 90 a 100 mm y 90 gramos de peso mínimo, con una mortalidad del 25 %.

Una vez obtenido el peso comercial, los animales son enviados a una planta de procesado, donde también se los etiqueta; y se los acondiciona para los puertos de embarque, vía Estados Unidos, Japón, Corea, China y Hong Kong.

El abalón es uno de los moluscos más apreciados y apetecidos en el mercado mundial y su forma de entrega dependerá del mercado objeto. Por ejemplo, el “abalón cocktail” es un producto que se envía congelado IQF, en tallas que abarcan desde los 80 mm hasta tallas mayores, con pesos aproximados entre 80 a 100 g, incluyendo la conchilla. Se trata de aproximadamente 9-10 unidades/kilo. Este producto está destinado a los exigentes comercios de sushi, delikatessen y productos naturales. El abalón “vivo Premium”, tiene diferentes destinos.

Para mayores contactos, Iván Fuentes, es el Jefe de Desarrollo y Seguridad, mientras que Gabriel Contreras es el Gerente de Operaciones de la empresa.

IV.1.2.- Oportunidades futuras para moluscos

Según MaLeod (2007), existen claras y altas oportunidades de expansión del comercio de MB, con China obviamente a la cabeza como el principal candidato, visto su escala de producción. Sin embargo, aún siendo el principal productor mundial, sus exportaciones de cerca de 50.000 TM, correspondieron en el 2005 al 0,5 % de su producción; ya que el mercado chino absorbe virtualmente toda la producción doméstica (e importa inclusive, alrededor de 6.000 TM). Los mercados internacionales constituyen una atracción para colocación de producciones con volúmenes aceptables. Europa es uno de los mayores mercados para exportación de estos productos y su dependencia se verá aumentada en el tiempo. Sin embargo, el comercio de MB debe cumplir con las regulaciones determinadas en sanidad para los mismos.

Japón, Estados Unidos, la Unión Europea y en el caso del abalón, Corea, Hong Kong y la misma China son los mayores importadores de estos productos y poseen todos ellos estrictas regulaciones en cuanto a áreas de cultivo clasificadas, así como limitaciones debido a presencia de contaminantes en sus carnes. Los criterios de sanidad cubren además los aspectos microbiológicos, químicos y de toxinas, debiendo efectuarse monitoreos regulares específicos, debido a que, de lo contrario, los MB son considerados de alto riesgo en materia de alimentos para consumo. Por lo tanto, cualquier intento de los países productores en aumentar sus producciones deberá tener en consideración estas regulaciones siempre que las mismas se refieran a barreras respecto de la sanidad. Las regulaciones sobre sanidad deben ser cumplidas con cuidado, utilizando métodos apropiados de determinación,

seguridad y frecuencia suficiente. Los programas de evaluación deberán ser efectivos y tanto los gobiernos como los productores deben entenderlos como prioridad primaria. Lo mismo sucederá en el caso del cultivo del abalón. La Figura 14 muestra un emprendimiento de producción de abalón en Taiwán, que ya procedía a su cultivo en 1994, en otro tipo de sistema.



Figura 14: Cultivo intensivo en fase de engorde en jaulas en bloques, mantenidas en estanques bajo techo. Momento de alimentación con algas marinas (Taiwán, 1994).
Fuente: Dirección de Acuicultura.

IV.2.- Cultivo y producción del lenguado de aguas templadas (*Paralichthys orbigny*) y del besugo (*Pagrus pagrus*).

Desde hace varios años ya, el INIDEP, en conjunto con el aporte de infraestructura y conocimiento tecnológico del Japón, viene desarrollando las tecnologías de cultivo para la especie de un lenguado nativo en su Estación de Maricultura (donada por el gobierno japonés). Dichas tecnologías incluyeron además el avance en el desarrollo de las correspondientes a la especie de "besugo argentino", iniciadas en el mismo instituto anteriormente. Ambas tecnologías han sido desarrolladas básicamente y comprenden desde la producción de "semilla" y juveniles para dar paso a los cultivos posteriores de estas especies, así como varias técnicas elementales de cultivo, acompañadas de las imprescindibles sobre manejo de la producción de estas especies, en sistemas cerrados, de recirculación, implementados en laboratorio.

En ambos casos se inició el desarrollo con la obtención de ejemplares de reproductores de buena calidad sanitaria a fin de lograr un stock aceptable en cantidad suficiente. Posteriormente, se desarrolló la fecundación artificial de los óvulos de estos peces ya maduros y la incubación de los mismos, avanzándose sobre el conocimiento básico respecto de su anatomía y comportamiento en encierro.

Al mismo tiempo se iniciaron las tareas para complementar los cultivos intermedios necesarios en su alimentación inicial (fase de larvicultura), desarrollándose los imprescindibles para su posible cultivo en cautiverio. Los alimentos primarios están constituidos por microalgas del género **Nanochloropsis**, desarrolladas en cultivos intensivos en forma masiva y controlada en tanques externos e internos. Asimismo, fueron puestos a punto, los cultivos de otro elemento del zooplancton, un Rotífero de la especie **Brachionus plicatilis**, muy empleado en este tipo de alimento, ya que el mismo es necesario para la segunda fase de alimentación de peces de mar con boca sumamente pequeña y finalmente los correspondientes a la **Artemia**, elemento de gran empleo en el cultivo de camarones y peces marinos en sus fases iniciales de cultivo. Estos invertebrados así cultivados, fueron enriquecidos en ácidos grasos, como es de conveniencia en estos casos, debido a los requerimientos nutricionales específicos de los peces marinos.

Otras de las continuas tareas llevadas adelante en el laboratorio de investigación y producción experimental, consistió en la toma y fijación de las variables controladas para cada una de las fases de cultivo inicial de ambas especies, la detección de posibles enfermedades y su tratamiento ocasional, o bien, de las anomalías producidas para el caso de cultivos en encierro (como es la decoloración habitual en los lenguados de cultivo o las anomalías ocurridas en sus estructuras óseas).

Una vez puesta a punto las técnicas necesarias, se procedió a la obtención de "semilla" en forma masiva en laboratorio o hatchery para dar paso al cultivo en tanques internos, procediéndose así al posterior pre-engorde y finalmente al engorde final hasta peso adecuado a lo que sería la demanda del mercado para estas especies, degustaciones de producto terminado, etc., sin lograrse pasividad en las últimas fases por falta de estructuras.

Los pasos cumplidos en las diferentes etapas de investigación y desarrollo abarcaron el estudio del crecimiento de juveniles, tanto para el besugo como para el lenguado en sistemas de recirculación aptos para ambas especies, la influencia primordial de la variable temperatura para el crecimiento correspondiente y el posible desarrollo de dietas experimentales para cada fase de cultivo. Los requerimientos nutricionales para ambas especies no son conocidos hasta ahora. Evidentemente, se necesitan mayores investigaciones y desarrollo sobre el tema nutrición en ambos casos. Ambas especies son demandadas tanto en mercados externos como internos y proceden actualmente de la extracción pesquera efectuada en el territorio nacional.

Para el caso del lenguado d'orbigny es interesante conocer que los investigadores brasileños que trabajan en el cultivo de esta especie, desarrollaron su cultivo en aguas de baja salinidad (11 por mil) con resultados exitosos, por lo cual es posible que el cultivo de esta especie pudiera desprenderse de la producción estrictamente desarrollada a costa de mar en un futuro (Sampaio & otros, 2001).

Las tecnologías desarrolladas para ambas especies, excepto en lo referente a la elaboración de las raciones alimentarias necesarias, a los costos del empleo de recirculación; así como a alimentos desarrollados, se encuentran en avance para su posible transferencia a productores potenciales interesados en dichos cultivos. Cualquier producción que se desee desarrollar en el futuro podría contar en su inicio con “semilla” proveniente de la misma Estación de Maricultura del INIDEP. Para datos de exportación de ambas especies pueden consultarse las estadísticas de la SAGPyA.

IV. 2.1. - LOS PECES MARINOS

El cultivo de peces marinos ha alcanzado en la última década una importancia cada vez más relevante a nivel mundial, habiendo sobrepasado actualmente en volumen y valores a la producción de peces de agua dulce que fue siempre preponderante en el mundo de la producción acuícola. Especies como el atún de cola amarilla, los peces planos (turbot y lenguados), la dorada y el pargo (simil besugo), el atún, son desarrollados actualmente en jaulas de cultivo instaladas en el mar. En el caso de América Latina, solo cinco países están produciendo peces marinos, mientras otros y entre ellos Brasil apuntan al cultivo del cobia o “bijupirá” (*Rachycentrum canadum*), de extraordinario crecimiento como fue comprobado en Taiwán (el primer país en desarrollarlo) y que es anunciado por muchos expertos como el futuro “salmón de aguas cálidas”.

La producción de peces marinos se retrasó en relación a la amplia producción de peces de agua dulce, en gran parte por las dificultades encontradas a través de la ausencia de conocimiento biológico, de desarrollo de tecnologías para sus ciclos de cultivo, falta de infraestructura de mayor inversión, equipamiento mayor y más costoso, mayor mano de obra necesaria, alimentos aceptables, mayor inversión para los cultivos, etc. La investigación en el campo de estos peces se inició solamente hace varias décadas y las pruebas se consideraban de alto riesgo y de altas inversiones, que sólo eran posible de ser encaradas por los estados de países desarrollados junto a las grandes empresas y que mantenían amplios desarrollos encarados en acuicultura de agua dulce a mayores volúmenes de producción, como en el caso de los peces salmónidos.

En el caso del “cobia”, su crecimiento impactante responde a cerca de 6-8 kilos en el término de un año y medio. Lamentablemente, se trata de un pez de aguas cálidas marinas cuya distribución no alcanza a llegar a nuestras costas, ya que su requerimiento en cuanto a temperatura se encuentra alrededor de los 26-27° C.

Mientras en Europa se cultiva en volúmenes masivos la “dorada” (*Sparus auratus*) de la familia de los Espáridos (a la cual pertenece el *Pagrus pagrus*, nuestro besugo) existiendo una competencia muy alta en los mercados, siendo Grecia su mayor exponente en cuanto a producción en jaulas marinas, Noruega cultiva el “turbot” (*Psetta maxima*), con su mayor producción en las costas españolas y en Oriente se cultiva a gran escala el “hirame” (*Paralichthys olivaceus*), el besugo japonés (*Sparus japonicus*), los “groupers” (*Epinephalus spp*) y también los túnidos. En este último caso, hasta el momento actual, se practica una “semi-acuicultura” o “ranching”, ya que los juveniles son aún capturados en el medio natural y llevados a su engorde hasta peso de

mercado, en jaulas flotantes de grandes dimensiones instaladas en el mar (Caribe y Oriente, principalmente).

En América Latina la investigación sobre peces marinos destinados a cultivo es aún muy reducida, en gran parte por cuestiones de presupuesto y de las inversiones necesarias de gran porte para efectuar progresos y pasar a la fase de pruebas directamente a mayor densidad y volumen de producción.

Entre los estudios más destacados se pueden mencionar principalmente los cultivos experimentales que se desarrollan en Chile, Ecuador, Perú y Brasil y en menor escala los desarrollados en Argentina, con diferentes aportes desde los estados nacionales y en algunos casos con grandes aportes de los privados. Chile produce como especie exótica comercial el “turbot” y en pequeña escala comercial su lenguado (*Paralichthys adspersus*) en el norte del país y que requiere de hasta dos años de cultivo total para alcanzar su peso de venta de 1 kilo. Este país, ha progresado intensamente en el desarrollo del cultivo en cautiverio de la “merluza austral” (*Merluccius australis*) cuyo desarrollo en la XI Región se encuentra aún en fase experimental piloto y abarca una investigación que ya lleva varios años, pudiendo producir a término, un inmenso volumen de producto que sería de gran aprecio en el mercado internacional. Se calcula que este pez necesitará 22 meses para alcanzar su talla comercial de 2,7 kg/pieza. Otros peces marinos que se encuentran en diferentes grados de experimentación en este país son: el “hírame”, antes mencionado; el “halibut” (*Hipoglossus hipoglossus*), ambas especies exóticas introducidas, y como especies autóctonas, Chile apunta a avanzar en los estudios sobre la corvina chilena (*Cilus gilberti*), el pez limón (*Seriola lalandi*), el “congrío” (*Genypterus chilensis*), el “bacalao de profundidad” (*Dissostichus eleginoides*).

Argentina, por su lado, viene desarrollando desde hace ya unos cuantos años las tecnologías de cultivo para el “besugo” (*Pagrus pagrus*) y el “lenguado de aguas cálidas” (*Paralichthys d'orbigny*). Por el momento no se observa inclinación para desarrollo de otras especies autóctonas marinas posibles de ser visualizadas para exportación a mercados internacionales, aunque se estima que se debería avanzar en investigación, sumando conocimientos acerca de otros peces marinos que podrían ofrecer buenas respuestas en cuanto a crecimiento en cautiverio, como son el “mero” (*Acanthistius brasiliensis*), la corvina (*Micropogonias furnieri*), la “chernia” (*Polyprion americanus*), el “sargo” (*Diplodus argenteus*), el bacalao criollo (*Dissostichus eleginoides*), el “congrío” (*Genypterus blacodes*), el pez limón (*Seriola lalandi*) y otros. Para ello se necesita apoyo desde el estado nacional y de las empresas privadas para aumentar el número de Centros de Desarrollo Experimental, con aporte de adecuado presupuesto.

El sistema de jaulas suspendidas en el mar es el más empleado para las especies marinas en su fase de pre-engorde y engorde final y que en nuestro país podría realizarse con especies de carácter autóctono. A partir de fines de los años '60, este sistema fue aceptado ampliamente por la industria de peces marinos, produciéndose considerables cambios en los modelos y materiales empleados en su construcción, a tal punto que hoy en día existe tecnología habilitada para cultivos offshore. Gradualmente, las jaulas empleadas han ampliado sus tamaños, a medida que las experiencias demostraron que los peces al contar con mayor espacio muestran mejores respuestas en crecimiento y sanidad. Actualmente, la mayoría de las jaulas empleadas en maricultura para peces poseen operaciones con volúmenes que abarcan entre

1.000 y 3.500 m³. Sus estructuras primarias de madera fueron reemplazadas por caños galvanizados y luego, en los '90 por material plástico y su perfil variado al circular, robusto y menos costoso. Las desventajas de los cultivos marinos en jaulas se refieren en general, a los altos costos operacionales, la pérdida de raciones alimentarias y los costos de mantenimiento (por efecto de las incrustaciones marinas), aparte de problemas que pueden estar relacionados al ambiente. Las tempestades, los vandalismos y los robos aún inciden sobre estos sistemas. Las jaulas semi-sumergibles, actualmente utilizadas en operaciones off-shore, que ofrecen capacidades de entre 2.500 a 6.000 m³ son más estables y resisten temporales bravos. Este tipo de tecnologías suelen ser complejas, restrictivas y muy costosas.

En la mayoría de los países de la Región latinoamericana, se carece de laboratorios y centros con infraestructura acorde para estos desarrollos, con personal especializado y de producción masiva de cultivos intermedios (como microalgas, rotíferos y artemia) y falta mucho por desarrollar en cuanto a raciones alimentarias adecuadas para los peces marinos, desconociéndose la mayor parte de los requerimientos en las especies deseables de cultivar. La falta de investigación y conocimientos no ayuda al desarrollo de sus ciclos de cultivo, especialmente tratándose de las especies autóctonas. En algunos casos, como en nuestro país, se ha avanzado en el desarrollo de algunas etapas, pero se encuentran trabados los avances de mayor alcance (desarrollo de las últimas etapas por falta de infraestructura, desarrollo de raciones balanceadas adecuadas y tampoco existen datos disponibles sobre evaluaciones económicas que indiquen a los futuros y posibles productores el monto de inversiones aproximadas, requeridas (fijas y operacionales) como para proyectar un modelo de producción piloto. Sumado a ello, es notorio que las costas del litoral marítimo argentino no son muy propicias para el caso de instalaciones de cultivos marinos en jaulas de tipo convencional y costeras debido a las altas corrientes de mareas y a las mismas mareas existentes. Las provincias mejor posicionadas para el desarrollo de estos cultivos, especialmente los de aguas de carácter templado-cálido a templado, son las de Buenos Aires y Río Negro, especialmente para producciones del tipo del lenguado d'orbigny u otros lenguados patagónicos, el besugo y sargo, u otras especies posibles de ser desarrolladas, como las mencionadas anteriormente. Para el desarrollo de estos cultivos falta aún mucho, inversión en investigación y experimentación en el país, pero se podrá comenzar por plantear desarrollos mixtos entre estado y privadas, para hacer posible un avance más rápido en vista de la necesidad de disponer de tecnologías apropiadas para el futuro, complementando las extracciones pesqueras a partir del aporte de los cultivos, con la finalidad de acceder a un mayor volumen de peces destinados a cubrir exportaciones.

V.- CULTIVO DE MICROALGAS.

V.1.- Cultivo y producción del alga *Spirulina* (*Arthrospira* = *S. platensis*)

Para desarrollar un cultivo algal como el de la Cianofícea *Spirulina*, se necesita en principio, proveerlo de luz solar y nutrientes. Las algas convierten por medio del proceso de "fotosíntesis" los nutrientes captados, en materia celular (su cuerpo) y liberan además oxígeno hacia el medio. Los nutrientes que ellas necesitan son: agua, fuentes de carbono, nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y otros oligoelementos.

El cultivo de cualquier microalga de las que se producen comercialmente en el mundo, se realiza en estanques o tanques al aire libre, en presencia de luz solar y es necesario contemplar el sistema completo como “un todo”. Un tanque o un estanque se comportan como un “ecosistema” (similar a una laguna, por ejemplo) y es necesario manejar dicho sistema de tal forma que se mantenga su equilibrio; ya que así, el cultivo se hará sostenible en el tiempo. Como los cultivos algales tratan con seres vivos, se deben contemplar todos los aportes que ellos necesitan para su ciclo de vida y se observará que al cambiar uno de estos aportes, puede cambiarse rápidamente todo el medio del estanque de cultivo. Las algas crecen rápidamente y el resultado de este crecimiento puede observarse en horas o días y no al cabo de varias estaciones (meses o años) como otros tipos de cultivos acuáticos o terrestres.

Un cultivo de ***Spirulina*** se convierte en una máquina de producir alimento vegetal que no deteriora el medio ambiente. Se las cultiva principalmente en estanques poco profundos, tapizados con revestimiento plástico adecuado para producción de alimentos y donde el alga puede duplicar su biomasa (materia viva) en el término de 2 a 5 días. Esta productividad extraordinaria supone un rendimiento en proteínas que supera en 20, 40 y hasta 400 veces el que se obtendría dedicando la misma superficie de cultivo a producir soja u otro cereal, por ejemplo, o bien, ganadería.

La ***Spirulina*** necesita aguas salobres o alcalinas (de alto pH) por lo que los estanques deberán ser construidos en suelos fértiles, al tratarse de cerramientos excavados en tierra apta.

A primera vista, esta alga parece ofrecer una buena fuente de proteínas, ya que su contenido es, en promedio, superior en un 65 % al de cualquier otro alimento natural existente. Su concentración en vitaminas, minerales y otros nutrientes es aún más elevada. La ingestión de 3 a 10 gramos de ***Spirulina*** diaria, aporta cantidades extraordinarias del pigmento denominado betacaroteno (provitamina A), vitaminas B-12 y complejo B, hierro, oligoelementos esenciales y ácidos grasos (gammalinolénico) aptos para personas subalimentadas. Estos nutrientes suponen una mejora rápida, una vez detectada una malnutrición en niños, jóvenes o adultos.

El cultivo y explotación de la ***Spirulina*** ha evolucionado muy de prisa. En Estados Unidos, Tailandia, Taiwán, Japón, México e Israel, además de otros países, se han desarrollado varios y diferentes métodos comerciales o no-comerciales para su cultivo. En general, los cultivos artificiales funcionan en estanques en forma de canales de poca profundidad, en los que el agua se mezcla y circula movida por aireadores a paleta. Su profundidad oscila entre 15 y 25 cm, aproximadamente.

El cultivo de esta especie presenta diferencias considerables con respecto al de otras algas utilizadas también en el mundo. Existe la posibilidad de cultivarla en sistemas con muy baja tecnología destinados a abastecer a los países del Tercer Mundo, hasta sistemas de alta tecnología y gran densidad, como los actuales consistentes en tubos, espirales, que son empleados generalmente en empresas de alta producción de cultivo, destinados a la obtención de productos bioquímicos o farmacológicos de altos precios. Algunas producciones, como la muy conocida realizada por la Earthrise Farms, de Estados Unidos, fue construida en 1982, siendo la primera explotación de ***Spirulina*** en ese país, luego del resultado de varias investigaciones iniciadas anteriormente en California. En pleno desierto californiano, esta alga crece rápidamente en

estaques tipo canales y produce 20 veces más proteína por unidad de superficie, que la soja. El período útil de crecimiento del alga en esta empresa productora, es de 7 meses y se obtienen cerca de 14 TM /hectárea/ año. En 1989 la superficie de estanques se amplió hasta 10 hectáreas y su capacidad de producción alcanzó las 120 TM /año.

Las explotaciones de más de 50 hectáreas muestran cultivos de alta producción sumamente rentables, con costos más bajos; mientras las pequeñas y medianas explotaciones mantienen costos más altos. Si el clima donde se sitúa el emprendimiento es el tropical (por ejemplo México, Cuba, Hawai y países asiáticos, etc.); es evidente que las producciones se mantendrán en crecimiento durante todo el año y constituyen las más productivas del mundo, con rendimientos de 36 TM por hectárea/año, como las de Tailandia (empresa de capitales japoneses). También existen construcciones realizadas en invernaderos protegidos, dentro de los cuales se instalan los estanques de cultivo. Este sistema de cultivo es empleado en zonas frías (en Okinawa en Japón, por ejemplo) y el producto obtenido es, en consecuencia, más caro.

Los estanques de cultivo, constituyen verdaderos ecosistemas, ricos en nutrientes y que reciben abundante luz solar (dependiendo del sitio donde se encuentren instalados) y en ellos pueden crecer innumerables organismos acuáticos, entre ellos, varias clases de algas (azules, marrones y verdes). Mantener un solo cultivo algal (prácticamente puro) en una infraestructura de este tipo no es tarea sumamente fácil. El secreto del cultivo consistirá en evitar la aparición de otras algas que invadan el estanque y fomentar el crecimiento de una sola especie, en este caso la ***Spirulina*** y es ahí donde se demuestra el éxito del cultivo.

La única posibilidad de eliminar las algas no deseadas, para el caso de un cultivo de este tipo, es equilibrando la dinámica del ecosistema, sin recurrir a cualquier otro procedimiento que esté por fuera del marco ecológico. Por otra parte, es necesario tener en cuenta que además de que puede llevar tiempo el entender y adquirir experiencia en cómo funcionan en la práctica estos sistemas de cultivo, en cuanto a su equilibrio, los métodos empleados en un determinado sitio, no son totalmente replicables en otro.

En pequeñas producciones se emplean al inicio estanques construidos en tierra, de 200 m² (experimentales) hasta mayores que no sobrepasan la 0,5 hectárea de superficie y que deberán ser abastecidos con agua de excelente calidad. En este sentido, la mejor fuente para abastecimiento suele ser el agua obtenida por bombeo subterráneo de napa, exenta de toda contaminación. Si se tratara de agua superficial, deberá efectuarse el bombeo hacia canales que aporten luego a los estanques de cultivo, a través de filtros de zarandas adecuadas en malla milimétrica que impidan la entrada de elementos ajenos al cultivo deseado. Los estanques deberán estar provistos de paletas aireadoras que mezclen el agua continuamente, de tal forma que se garantice el acceso de los necesarios nutrientes a todas las microalgas constituyentes del cultivo y que, asimismo, se obtenga un crecimiento óptimo.

La fuente de nutrientes a emplear deberá estar compuesta por minerales limpios y puros y que se disuelvan rápidamente en el agua sin necesidad del agregado de otros materiales.

En el caso de los vegetales (como las plantas de un jardín) se necesita carbono para su óptimo crecimiento y las hojas de los vegetales lo toman del anhídrido carbónico existente en la atmósfera. En el caso de las algas, que como vegetales también necesitan de esta sustancia para su vida y producción, el anhídrido carbónico es captado desde el agua. El problema, radica en poder mantener dentro del estanque, la cantidad de anhídrido carbónico necesario y suficiente, de tal forma que el ritmo de captación sea el necesario para mantener el desarrollo algal; ya que estos microorganismos crecen tan rápido que lo agotan de prisa.

Este problema es solucionado en los cultivos algales y en el de ***Spirulina*** también, con bombeo de anhídrido carbónico dentro de los estanques, abasteciéndolo desde la parte inferior de los indispensables flotadores de aireación dispuestos en cada uno de los cultivos. Este anhídrido carbónico, debe ser de la misma calidad que el empleado en la fabricación de las aguas carbonatadas bebestibles.

Cuando se seleccionan los nutrientes a emplear, deberá tenerse en cuenta que aquellos minerales como el nitrógeno, potasio, hierro y oligoelementos que se emplean como abonos agrícolas contienen en general cantidades altas de metales pesados y materiales tóxicos; mientras los nutrientes minerales empleados cuando se trata de productos alimentarios, son de alta calidad y limpios de toda sustancia exótica. Estos son los mejores para un cultivo de ***Spirulina*** de alta calidad, aunque también es posible utilizar tipos de abonos de menor calidad.

Cuando los cultivos de esta alga están situados en sitios seleccionados que presentan un buen asolamiento y se le adjuntan los nutrientes necesarios, crecen tan rápido que se deben efectuar las cosechas casi constantemente durante los meses que abarca la llamada "estación de crecimiento" (cerca de 7 meses y según el sitio). En estos casos, las cosechas deben efectuarse diariamente, ya que los estanques vacíos vuelven a llenarse enseguida. En los grandes cultivos, como el de Earth Farms, las cosechas continuas se efectúan por bombeo, enviándose las aguas (ricas en ***Spirulina***), desde los estanques, directamente hacia la planta de recolección. Las algas pasan a través de los filtros de recolección y de la estación de secado, sin que la mano del hombre intervenga durante este proceso. Los primeros filtros retienen los residuos de los estanques y los demás recogen las algas microscópicas; mientras que el agua que es rica en nutrientes es reciclada nuevamente hacia los cerramientos de cultivo.

La ***Spirulina***, al estar húmeda, adquiere la consistencia del yogur al atravesar los primeros filtros, convirtiéndose hacia el final del filtrado en una pasta espesa, de color verde. Las células del vegetal contienen en su interior un 80 % de agua, por lo que, inmediatamente debe procederse a su deshidratado.

En la cámara de secado, la pasta de ***Spirulina*** se pulveriza en forma de diminutas gotas que muestran una superficie justa para evaporar rápidamente toda el agua. Mientras el polvo cae, se lo expone a una temperatura de 60° C durante algunos segundos. Por aspiración, este polvo pasa hacia una tolvera situada en la sala de envasado y el producto es guardado en tambores herméticos resguardándolo de la penetración de gases externos. En dichos tambores puede conservarse hasta por cinco (5) años o más sin degradación del pigmento betacaroteno. No deben utilizarse conservantes, ni aditivos o estabilizantes y el producto no debe ser sometido a los efectos de radiaciones.

Este método de secado rápido, utilizado en grandes empresas, es el más interesante para la conservación de elementos de calidad en el alga, pero en otros establecimientos se emplean otros métodos de secado (tambores o bandejas) con varias horas de procesamiento que ofrece el producto obtenido en forma de copos, debiéndose emplear varias horas de exposición al calor. El secado en frío, en cámara de vacío también es posible, pero insume gran cantidad de energía y eleva los costos de producción. Cualquiera de los tres métodos de secado es apto siempre que sea empleado correctamente y mantenga el valor nutritivo del material. La elección del método se relaciona más con el interés de obtención de un producto final en forma de polvo, copos o cristales y según su empleo posterior.

El control de los estanques de cultivo es diario y se realizan docenas de determinaciones en ellos. Las grandes empresas mantienen laboratorios que realizan continuamente control de calidad sobre las partidas, determinando así, la cantidad de pigmentos, proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales, metales pesados, ácidos grasos, etc. y solo después de dichos controles, se certifican los lotes para su posterior comercialización. Cualquier planta de producción de ***Spirulina*** debe cumplir con las normas requeridas por el organismo de inspección sanitaria y alimentaria de nuestro país (SENASA). Para mayores datos se puede consultar el libro de Robert Henrikson (1994).

V.2.- Cultivo y producción de microalgas para biocombustible.

Últimamente, el tema “biocombustible” ha sido puesto en relevancia debido a la necesidad mundial de buscar respuestas en los combustibles alternativos al petróleo y sus derivados; dado el futuro agotamiento de los combustibles fósiles (estimado en 50 a 100 años según diversos pronósticos). Un biocombustible es cualquier material, sea de origen animal o vegetal e inclusive microbiano, del que se pueda extraer energía útil. Todos estos materiales constituyen lo que se denomina “biomasa”. Los combustibles fósiles y vivos de “biomasa”, son equivalentes, con la diferencia de que los primeros forman parte de los vegetales que vivieron hace miles de años (biomasa fósil) y quedaron sepultados en sedimentos; mientras los segundos están vivos.

Los vegetales vivos transforman la energía captada del sol por medio del proceso denominado “fotosíntesis” (sintetizan su biomasa en función de la luz solar), absorbiendo dióxido de carbono del aire y los nutrientes desde el agua; liberando oxígeno a la atmósfera. Este proceso se produce tanto en los vegetales superiores (plantas) como en los inferiores: algas de agua dulce, agua marina y también en algunas bacterias. La energía captada, es transformada en energía química y acumulada en estos organismos en forma de azúcares, almidones, celulosa y aceite o grasas. A través de la combustión, la energía es liberada. Los biocombustibles pueden ser sólidos (leña, carbón vegetal) o líquidos (biodiesel, etanol o alcohol común) y gaseosos (gas metano).

La productividad de las algas microscópicas es mucho mayor que la de los cultivos agrícolas y además tienen la ventaja de que en su producción pueden utilizarse tierras no aptas para otros cultivos de corte alimentario. Las algas que son aptas para biocombustible son aquellas que poseen un alto contenido de aceites que pueden ser extraídos para su uso con dicha finalidad, a partir de las tecnologías actuales desarrolladas, que se perfeccionan cada vez más. Las

microalgas son los vegetales de mayor y más rápido crecimiento existentes en el mundo. Las proteínas producidas por estas algas constituyen además valiosos insumos, que son empleados en los alimentos para animales. Una especie de microalga marina puede generar una alta productividad de aceites útiles para biodiesel, mucho más que cualquier cultivo vegetal clásico, con velocidades de producción anual, 10 veces mayor que el aceite de palma o 130 veces mayor que la soja.

Algunas microalgas pueden tener entre el 50 y 80 % de su peso seco en aceites (por eso es necesario seleccionar las especies más rentables en producción). En condiciones industriales óptimas algunas microalgas producen 70 a 140 TM de peso seco en biomasa por hectárea y por año. Esta velocidad de producción es superior a la mayoría de los cultivos tradicionales, debido fundamentalmente a su característica de elementos unicelulares y al ambiente acuático en que viven; lo que facilita la asimilación de los nutrientes necesarios para su vida y reproducción. Lo ventajoso de estos cultivos es que no necesitan de tierras valiosas desde el punto de vista de fertilidad, ni tampoco agua potable.

Las operaciones de cultivo de algas microscópicas no pueden interrumpirse. Utilizando el sol como fuente de energía, las algas convierten el anhídrido carbónico en compuestos valiosos. Ellas pueden ser regularmente cosechadas para su conversión en combustible y alimento. Los tres pasos importantes para decidir sobre este tipo de cultivos, son:

- Determinar las condiciones del sitio a seleccionar, así como las especies de algas adecuadas;
- Minimizar los riesgos y asegurar la viabilidad económica del cultivo; y
- Optimizar su escala de producción, determinando la tecnología a emplear.

En realidad, las microalgas son cultivadas desde hace tiempo y existen varias tecnologías para poder producir altas biomásas. Estas tecnologías pueden abarcar desde:

a) estanques de baja profundidad, de hasta 30 cm, para que el cultivo (a cielo abierto) esté totalmente iluminado. Estos estanques están totalmente desconectados de los ambientes acuáticos naturales. Una planta industrial debería considerar por lo menos una superficie de unas 100 hectáreas para infraestructura, pensando en una rentabilidad apta. Su cultivo industrial no compite por suelo o agua de regadío para agricultura y a diferencia de los cultivos tradicionales, las microalgas se producen durante todo el año, no existiendo fuertes restricciones estacionales.

b) cultivos en estructuras tubulares (como las utilizadas en acuicultura marina para alimentación de larvas de organismos marinos), pero con producción industrial.

Por comparación de estas tecnologías, según diversos autores, los cultivos abiertos (en estanques) son los menos productivos debido a la ineficiente utilización de la luz solar y a la variabilidad de las temperaturas, si bien son los más simples y menos onerosos; mientras las estructuras tubulares también tienen sus limitaciones. Para evitar cambios en la temperatura de cultivo y además evitar la contaminación del cultivo con otras microalgas, se pueden utilizar estanques bajo invernadero que, inclusive, pueden calefaccionarse.

Teniendo en cuenta que para una alta producción de biomasa de algas destinada a biocombustible en forma simple, se necesita mucha tierra que es uno de los factores limitantes en la mayoría de los países, la empresa GreenFuel, de Arizona (Estados Unidos) desarrolló una tecnología que se aplica en un nuevo sistema que permite aumentar el área de productividad y, que llega a producir hasta 174 g/m²/día. Aunque esta cifra representa picos de producción, ella muestra que la tecnología empleada es de alto potencial productivo. Los costos fijos y operacionales, evidentemente también difieren de los otros tipos de cultivo en forma altamente sensible.

Nuestro país, está considerado por algunos expertos como de gran potencial en producción de biodiesel y podría no solo lograr el autoabastecimiento en un futuro, sino también resolver una exportación en gran escala. En comparación con muchos cultivos tradicionales argentinos, la superficie necesaria para producir biodiesel por medio de microalgas es muy modesta.

Las investigaciones mundiales para estos desarrollos están centradas en la obtención de biodiesel a partir del aceite de las microalgas a un costo competitivo. La comunidad científica, económica y política se orientan hacia este tipo de producciones (D'Andrea, 2007). En nuestro país, investigadores de la UBA trabajan en convenio con la empresa Oilfox para estudiar los procesos enzimáticos que resulten más económicos para elaborar biodiesel a partir del aceite de microalgas. También las Facultades de Farmacia y Bioquímica y de Ingeniería de la UBA, suscribieron con dicha empresa un convenio de desarrollo de tareas en conjunto e intercambio, con el interés centrado en el biodiesel, desde el aceite de microalgas. La parte experimental del emprendimiento se realiza en la costa de la provincia de Chubut, donde la empresa cuenta con piletones para cultivo de las algas y donde se extrae el aceite que constituiría la base del biodiesel. El gobierno de esta provincia está muy interesado en esta producción y ya ha estado haciendo contactos con posibles compradores. Los métodos para extracción (producción) del aceite son de dos tipos: hidrólisis en medio ácido e hidrólisis enzimática. Dentro de estos métodos, el primero presenta la ventaja de ser más económico, pero es necesario poner atención con los desechos que produce. El segundo, utiliza enzimas especiales para obtener el combustible. Este método no desecha compuestos tóxicos y las enzimas pueden reciclarse (es más costoso puesto que las enzimas deben importarse). Por su parte, la Universidad de Salta, estudia la efectividad de una enzima aislada de un hongo y la aplican en ensayos a producir biocombustible a partir de aceites de origen vegetal.

VI.- EI CULTIVO DE VEGETALES Y EL DE PECES.

VI.1.- El cultivo de vegetales macrófitos (Lemnaceas), para limpieza de efluentes y alimentación de peces herbívoros.

Las Lemnáceas son vegetales acuáticos (macrófitas) que se encuentran presentes en forma abundante en aquellos ambientes acuáticos de agua dulce (4g/L de salinidad) de clima templado a cálido (están ausentes en las regiones frías), que posean poco movimiento de agua. Se caracterizan por ser muy eficientes en la absorción de nutrientes (compuestos nitrogenados y fosfatados), reduciendo también los sólidos en suspensión (TDS), las bacterias coliformes fecales, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), así como los metales pesados.

Son plantas diminutas (que miden solo pocos milímetros) pertenecientes al grupo de las Angiospermas. La familia Lemnáceas agrupa a estos vegetales que suelen cubrir prácticamente en su totalidad los ambientes de lenta corriente, como lagunas, esteros, cunetas, canales, etc., flotando libremente en la superficie y propagándose en forma muy acelerada. Los géneros *Lemna*, *Wolffia* y *Wolffia* son los más conocidos y más abundantes.

Existen 35 especies de Lemnáceas a nivel mundial. El género *Lemna*, se caracteriza por tratarse de una diminuta planta que presenta finas raicillas y que no sobrepasa los 5 mm. Es conocida comúnmente con el nombre de “lenteja de agua” (duckweed en idioma inglés) y es muy abundante en las lagunas pampásicas, santafecinas y entrerrianas de nuestro país. Desde 1985, esta lenteja de agua ha sido utilizada como un medio de purificación de las aguas cloacales primeramente en Estados Unidos y luego en varios países asiáticos, con gran éxito; siendo útil además para la purificación de los efluentes provenientes de producciones acuícolas e inclusive muy útil como alimento complementario de peces herbívoros como la tilapia nilótica y el amur. A este respecto existen suficientes experiencias que avalan su utilidad (Almeida M. y otros, 2005).

Al tratarse de un vegetal, en condiciones de radiación solar y presencia de nutrientes se desarrolla bien, expandiéndose por vía vegetativa. Para que su producción sea óptima se necesitan aguas que mantengan un pH de entre 6,5 a 7,5 y una temperatura óptima de crecimiento entre 21 y 30 °C con un rango de vida que barca desde los 10 a 40 °C. Por debajo de 10 °C estos vegetales mueren. En condiciones óptimas, la biomasa (material vegetal vivo) aumentará notablemente, llegándose a cosechar hasta 168 kg/ha/año en aguas bien fertilizadas. Estas plantas son exigentes en cuanto a sus requerimientos en nitrógeno y fósforo en una relación de 5 a 1. (Palafox y otros, 2005). Para que su desarrollo sea eficiente, al iniciar el cultivo, las pequeñas plantas, deben ser distribuidas uniformemente en la superficie de los cerramientos a utilizar (canales, estanques, tanques, piletas en cemento, etc.).

Las especies de Lemnáceas presentan, según los autores analizados, un buen perfil de aminoácidos bien balanceados, destacándose entre ellos: metionina, lisina, treonina, triptofano y leucina. Según diferentes investigadores, la composición química de estas plantas se encuentra situada en un rango de 6,8 a 45,0 % para las proteínas; 5,7 a 16,2 % para fibras y 12,0 a 27,0 % para cenizas. La harina obtenida de la *Lemna* contiene un 40% de proteína (comparándose favorablemente con respecto a la de soja y animales terrestres); de ahí su buena calidad para la alimentación de peces herbívoros. En este aspecto es muy superior a la harina del “camalote” (*Eichornia crasipes*) del cual se ha informado un contenido proteico de 5,9 % de extracto libre de nitrógeno y un 0,412 % de fósforo.

Las investigaciones sobre las Lemnáceas destinadas a alimento para peces fueron aumentando en el tiempo, desde hace varias décadas, obteniéndose por experimentación, especialmente en países como México, Colombia, Bolivia (Apaza y otros, 1994), India, Brasil, Vietnam y Bangladesh especialmente. En este último país en la década de 1990, el Banco Mundial realizó un extenso estudio que abarcó el tratamiento con *Lemna* de los desechos cloacales de pequeñas ciudades y también la alimentación de tilapia con cultivos de este vegetal realizados en estanques adyacentes a los estanques con peces. Para aumentar la superficie de los estanques favoreciendo la rápida reproducción vegetativa de la planta, el perímetro de uno de los lados de estos cerramientos se construyó en forma de “costillas” lo que facilitaba además de su rápida propagación, su recolección o cosechas con redes dentro de los espacios intercostales. Los resultados en la alimentación de peces han sido muy positivos y mostraron una eficiencia económica satisfactoria. Al utilizar este sistema,

en un solo estanque de 0,6 de hectárea, los productores obtuvieron 4,5 TM de tilapia, calculando además que su rendimiento podría duplicarse a 10 TM/ha/año. Al utilizar las plantas en fresco, extraídas del estanque para ser traspasadas a otro conteniendo peces, se obtienen buenos resultados y se abaratan los costos de cultivo y manipulación; demostrándose inclusive que los peces cubren sus requerimientos solamente con este alimento. También se pueden complementar fórmulas alimentarias incluyendo estos vegetales como parte de los insumos (Tabla 9 y 10).

Tabla 9: Composición de la harina de *Lemna valdiviana*

Composición	Porcentajes
Materia seca	88,3
Proteína bruta	36,6
Extracto etéreo	5,2
Fibra bruta	10,3
Cenizas	13,2

Tabla 10: Composición de las dietas utilizadas en experiencias en Brasil

Ingredientes	Dieta con <i>Lemna</i> (%)	Dieta sin <i>Lemna</i> (%)
Afrecho de soja	40,46	38,35
Harina de <i>Lemna</i>	30,00	-----
Harina pescado	-----	13,88
Protenose	8,71	10,00
Afrecho de mijo	7,12	21,25
Aceite pescado	4,15	1,32
Afrecho trigo	4,01	11,31
Fosfato bicálcico	2,78	0,99
Harina trigo	2,00	2,00
Premix vitamínico	0,70	0,70
Aceite de soja	0,09	0,19
PROTEINA BRUTA	33,00	33,00

Fuente: Panorama da Acuicultura, 15 (87), 2005

En experiencias realizadas en Bolivia, se ha observado que se muestran como excelente removedoras de nitrato, nitritos, fosfatos, amonios y sulfatos y a mayor temperatura se ha observado su óptima actividad biológica, reduciendo así la Demanda Biológica de Oxígeno- DBO. Por eso, estas plantas también son útiles en las producciones acuícolas para el tratamiento de los desechos originados en los cultivos de peces y otros animales acuáticos, ya que, similarmente a los desechos domésticos, estos también presentan una elevada DBO y una gran concentración de sólido suspendidos (TDS), compuestos nitrogenados y fosfatados, que pueden afectar los cuerpos de aguas receptores (lagunas, ríos, arroyos). El cultivo de estas plantas en los mismos canales de desagüe de los estanques de cultivo, puede ayudar ampliamente a la purificación de las aguas de desecho.

En Brasil, se han estado realizando estudios sobre las *Lemna*, especialmente referidos a la especie *Lemna valdiviana*, la más común en los ambientes acuáticos y dado que el país mantiene una fuerte producción actual de tilapia nilótica se ha experimentando ampliamente en su utilización para alimento de estos peces, con resultados positivos. Las tilapias se adaptan fácilmente a la ingesta de estas plantas pues poseen placas faríngeas trituradoras y un lago intestino, auxiliando así a la digestión de los vegetales. La exigencia proteica de la tilapia del género *Oreochromis* es suplida por la harina de *Lemna*. Por otra parte, autores americanos han subrayado el hecho de que las tilapias alimentadas con Lemnáceas exclusivamente, poseían poca grasa en su carcasa, debido justamente a la baja tasa de lípidos que presenta este vegetal.

En experiencias llevadas a cabo en la Universidad de Santa Catarina sobre *Lemna* desarrollada en aguas ricas en nutrientes (como las de los efluentes de las pisciculturas) se determinó que estas plantas pueden contener hasta un 45% de proteína bruta, con buen balance de aminoácidos esenciales bueno, además de presentar excelente digestibilidad. En la Tabla 11, se muestran los resultados obtenidos en Brasil sobre el cultivo de *Lemna* en efluentes de una piscicultura, observándose la enorme disminución de los parámetros determinados. El tiempo de residencia de 13 días fue suficiente para remoción de la mayor parte de los contaminantes del agua, a excepción de los nitritos.

Tabla 11: Reducción en los parámetros de calidad de efluentes a través de *Lemna*

Parámetros	¹ AR	² EFL	LEMNA		CONTROL	
			Reducción de los parámetros (%) 13 días	Reducción de los parámetros (%) 26 días	Reducción de los parámetros (%) 13 días	Reducción de los parámetros (%) 26 días
NH ₃ + NH ₄ (mg/L)	0,01	2,69	94,44 a	100,00 A	70,36 b	50,56 B
NH ₂ (mg/L)	0,00	0,01	(-)1900,00 a	100,00 A	(-) 2900,00 b	(-) 3300,00 ³ B
NO ₃ (mg/L)	0,00	0,24	91,72 a	66,77 A	(-) 233,33 ³ b	(-) 920,00 ³ B
DOD (mg/L)	9,96	421,74	84,83 a	90,77 A	77,73 a	84,75 A
PT (mg/L)	0,02	0,90	96,30 a	96,30 A	63,00 b	77,04 B
SST (mg/L)	0,004	1,38	99,87 a	99,37 A	70,33 b	62,21 B
Turbidez (NTU)	38,35	414,00	93,34 a	98,56 A	67,98 b	60,01 B

1AR – Agua del riacho de abastecimiento (valores absolutos)

2 EFL – Efluentes de la cosecha (valores absolutos)

3 valores que sufrieron un crecimiento sobre los valores iniciales.

a y b comparan las medidas entre los tratamientos a 13 días (letras diferentes, indican diferencias estadísticas)

A y B comparan las medidas entre los tratamientos a 26 días (letras diferentes, indican diferencias estadísticas)

Fuente: Almeida Mohedano, R. y otros, 2005).

Otras experiencias importantes realizadas en Brasil, demostraron que puede incorporarse la harina de *Lemna* a las dietas formuladas, en reemplazo del 100 % de la harina de pescado anteriormente utilizada en la fórmula usada como testigo. En la Tabla 10, se puede observar la composición de las dietas empleadas en un experimento realizado, que puede servir de guía a los productores. El diseño experimental se realizó sobre un total de 180 alevinos de nilótica, de los cuales la mitad fue alimentada con la fórmula testigo y la otra mitad con la conteniendo harina de *Lemna*. EL cultivo fue desarrollado durante 2 meses y al finalizar no fue observada

diferencia significativa alguna respecto del crecimiento de los diferentes grupos de peces. La temperatura empleada fue de 24° C. La ración que llevó como ingrediente la harina de *Lemna* tuvo un costo menor en un 30% cuando fue comparada con la ración que contenía harina de pescado. Dependiendo de los ingredientes utilizados, se puede llegar a bajar hasta un 60% el costo de las raciones, sin por ello bajar la respuesta de los peces.

También fueron realizadas experiencias de alimentación con *Lemna* a alevinos de tilapias cultivadas en jaulas. Los resultados mostraron que tampoco existieron diferencias significativas entre las dos raciones ofrecidas en esta caso, concluyendo los investigadores que los mejores resultados fueron aquellos en que la harina de *Lemna* había reemplazado al 50% de la harina de pescado en la formulación, habiéndose logrado hasta un 30% de disminución en los costos.

VI.2.- La Hidroponia

Lo peces y los vegetales pueden trabajar en conjunto en cultivos hidropónicos, aumentando a los productores las ganancias en un establecimiento. Canadá, desarrolló durante la década del '90 tres programas de investigación basados en el estudio de varios aspectos de la producción de diferentes peces (truchas y tilapias) junto a la producción de verduras, empleando la tecnología de "hidroponía". Esta tecnología trata del cultivo de peces y plantas en mutuo beneficio, por medio de un sistema de recirculación de agua de los peces que se encuentra cargada de nutrientes que son provistos así, a los vegetales. Esos programas se llevaron a cabo en la ciudad y alrededores de Alberta. Dichos programas fueron desarrollados a través del gobierno central, con el objetivo de mejorar la economía regional. Los investigadores visualizaron como interesantes a estos programas, ya que permitirían diversificar las producciones obtenidas en las pisciculturas, aumentando los ingresos de los productores.

Estas operaciones pueden proveer una fuente adicional valorable como ingreso económico a los productores. Productores del área, que producen juveniles de trucha arco-iris, además de una cierta cantidad de ganado, granos y pasturas, comercializan sus alevinos a otros productores para siembra en sus estanques. Hace algunos años, agregaron al emprendimiento de peces, un invernadero, bajo el cual cultivan vegetales. Al agregar diversificaciones a sus producciones, pueden disminuir costos y vivir más holgadamente. Los cultivos hidropónicos les permiten obtener ganancias a través de los tomates, zapallitos y otros vegetales que crecen saludablemente en el invernadero. Los consumidores suelen pagar a veces un precio "Premium" ya que se trata de productos "en fresco", que crecen con fertilizantes naturales (originados en las excretas de los peces).

Este tipo de cultivos hidropónicos, no presentan problemas en general, excepto cuando se trata de los períodos invernales en regímenes climáticos muy estrictos, ya que el costo del calefaccionamiento es alto y no es conveniente proceder a ello. También puede limitarse la producción de vegetales si las temperaturas del aire son muy altas.

El mayor problema que presentan los cultivos hidropónicos en Alberta, lo constituye el período invernal, debido a que el calentamiento de los invernaderos es muy costoso para ser económicamente viable. También se limita la producción cuando la temperatura del aire es muy alta. En este caso, se trabaja y cosecha antes de la llegada de los fuertes calores.

VII.- ACUARISMO Y ACUICULTURA

Según Bezard y Maigret (1990), el acuarismo (llamado también a veces, acuariología o acuariofilia) es una actividad de aficionados que a menudo poseen un alto grado de especialización y que pueden alcanzar profesionalismo y obtener resultados excepcionales, pero abarca además el comercio de organismos acuáticos y que puede llegar a ser importantísimo en algunos países y necesita de un mayor control. El cultivo en acuario ha permitido numerosos descubrimientos que han servido a la propia acuicultura actual.

De hecho la acuariología puede considerarse como el inicio de la acuicultura, ya que los primeros peces cultivados en China fueron los ornamentales como los peces rojos (*Carassius auratus*) que fueron totalmente domesticados. Casi todas las especies de ornamentales han sido cultivadas por su belleza y en algunos casos por su rareza. La mayoría de los cultivos pertenecen a especies de agua dulce, aunque últimamente también se están cultivando algunas de agua marina. Los primeros estudios sobre peces marinos para acuicultura también fueron desarrollados en acuarios de centros de investigación y se obtuvieron reproducciones de varias especies de ellos. También en base a los sistemas empleados en acuarismo se han desarrollado tecnologías más sofisticadas para la acuicultura, como las técnicas de filtración para los circuitos cerrados utilizados hoy en día en varios países, especialmente en Europa (cultivos de anguila en Holanda, Dinamarca o de catfish en Holanda). La alimentación, la toxicidad en las especies y otros temas pueden estudiarse gracias a los acuarios y sus sistemas desarrollados; así como estudios previos sobre patologías en peces y sus tratamientos que luego fueron y son utilizados en acuicultura. Sin embargo, la acuariología trabaja con bajo número de individuos y pequeños volúmenes de agua, por lo cual, los resultados obtenidos de estos estudios, requieren una adaptación e interpretación antes de poder ser aplicados a gran escala en acuicultura y a veces no responden a la realidad de los sistemas acuícolas.

Para el acuarismo, las alternativas son importar los peces no existentes en el país o desarrollarlos y lamentablemente, el comercio hace por diferentes motivos que, en la mayoría de los casos (como ocurre también en nuestro país), los peces e invertebrados ornamentales sean importados a través del comercio e inclusive que tratándose de especies autóctonas de las aguas continentales especialmente en lugar de proceder a su cultivo, en general se las extraiga de los ríos u otros ambientes naturales sin el control suficiente y sin la prevención de mortalidades en las provincias donde se extraen. La importación probablemente resulte más fácil y más rentable que el cultivo a corto plazo. Sin embargo, plantea inconvenientes como costo elevado, mortalidad en varios casos, malas condiciones de mantenimiento, riesgos sanitarios importantes, peligro de deterioro del medio natural, etc.

El cultivo, permitiría principalmente disminuir parte de los inconvenientes, disminución de capturas en el medio natural (propio y de países externos); mejor control en riesgos sanitarios; creación importante de empleo en el caso de cultivos ad hoc, etc.

VIII.- EL FUTURO DE LA ACUICULTURA EN EL MUNDO.

En mayo del 2007, se desarrolló por primera vez la **“Conferencia sobre el Mercado Global de la Acuicultura”**, en Qingdao, China, organizada por la FAO y por el país receptor. Las ponencias fueron recopiladas por la misma en **“FAO Fisheries Proceedings, N° 9”**, editadas por Richard Arthur y Jochen Nierentz, **de la cual hemos extractado los siguientes aspectos.**

En la exposición de Gravningen, de Noruega, se expusieron diferentes escenarios para la acuicultura hasta el año 2030, mencionando que en las décadas pasadas, la acuicultura se ha expandido, diversificado, intensificado e integrado a partir de los nuevos avances tecnológicos obtenidos. En el estudio presentado se relevaron las más importantes fuerzas relacionadas con las tecnologías, las políticas, la sociedad, el medio ambiente, la globalización y los aspectos financieros; analizándose los cambios climáticos, las epidemias y el manejo de la sanidad en peces, la disponibilidad de materia prima para alimentos de los animales, la sanidad en los alimentos para consumo, el acceso a sitios y agua, la integración global, el impacto ambiental y el desarrollo de peces transgénicos, así como la nanotecnología. De estas observaciones hemos seleccionado las que a nuestro juicio, se consideraron más importantes relacionadas con una factible expansión de la actividad de acuicultura en nuestro país.

- a) **Epidemias y manejo de la sanidad en peces:** los peces y sus productos son transferidos frecuentemente de un lado al otro del mundo. La transferencia de huevos, larvas y reproductores de peces aumenta en consecuencia el riesgo de la transferencia de enfermedades. El mayor ejemplo en acuicultura es la expansión de la enfermedad de la “mancha blanca” en camarón que se inició en 1991/92 en Taiwán y para el año 2000 ya se la diagnosticaba a nivel de todos los cultivos del mundo referidos a esas especies. Las pérdidas económicas por sus efectos fueron calculadas en millones de dólares anuales. La introducción de nuevas especies, el cultivo de múltiples especies, la intensificación de los cultivos y los cambios ambientales aumentará la probabilidad de nuevas enfermedades y ello puede ser un riesgo serio para el futuro. La vacunación es una práctica común en las producciones de salmón de cultivo. En Noruega, la vacunación redujo fuertemente el uso de antibióticos desde 1kg/TM hasta cero. El desarrollo de vacunas efectivas ha hecho una enorme contribución a la sustentabilidad de los cultivos, reduciendo las mortalidades, mejorando la tasa de conversión alimentaría y disminuyendo el uso de antibióticos y la posibilidad de desarrollo de resistencia posterior. Se espera un mayor desarrollo de vacunas, de tratamientos profilácticos, del uso de probióticos e inmunoestimulantes. El avance tecnológico, las regulaciones y las demandas del consumidor respecto del consumo de productos de alta calidad para su salud, ayudará a mejorar los sistemas productivos.
- b) **Materia prima para alimentos de peces:** la Organización Internacional de Harina y Aceites de Pescado (IFFO) anticipa que la producción de aceites y harinas de pescado se estabilizará en los próximos 10 años. La proporción de aceites en acuicultura aumentó desde un 18% en 1995 hasta un 80% en el 2005; mientras que la de harina de pescado fue del 15% para 1995 y del 50% para el 2005. Sin embargo, se estima una descarga anual de 7,3 millones de TM provenientes de by catch pesquero. Las tecnologías han obligado a reducir dicho by-catch, pero se necesitan aún mayores políticas de control en las pesquerías. El abastecimiento de materia prima de origen marino para alimentos de peces y para un aumento de la producción es crítico. Si la producción de las especies de carnívoros aumenta, se deberán desarrollar tecnologías alternativas. Una fuente de este tipo puede ser la captura de zoo y fitoplancton como

abastecimiento de aceites de alta calidad y proteínas. Las proteínas vegetales y los aceites pueden reemplazar en parte las fuentes marinas; aunque la calidad y el perfil de ácidos grasos de los peces así cultivados se vea alterada. Existe también el uso potencial de bioproteínas producidas por bacterias a partir de gas natural.

- c) **Salud alimentaria:** los consumidores y los compradores ponen su foco en alimentos sanos, libres de residuos y de acumulación de metales pesados. Los requerimientos en vista de la calidad y la trazabilidad de todos los ingredientes deben ser aplicados a través de la cadena de valores. Existen barreras para entrada de determinados alimentos acuícolas debido al contenido de melanina en el alimento, detección de antibióticos prohibidos, y también debido a presencia de fluoroquinolonas. Estos elementos encontrados son nocivos para toda la industria. La seguridad en alimentos sanos será más importante en el futuro.

- d) **Organismos genéticamente modificados (GM):** En cuanto a estos organismos (GM) no han sido aún aprobados por ninguna autoridad hasta el momento. La ingeniería genética o la tecnología genética no tiene nada que ver con la selección que realizan los productores acuícolas, de generación en generación, que es el método más utilizado para obtener los mejores rasgos genéticos a través de la producción. La base de la ingeniería genética es la de transferir genes desde un organismo hacia otro, aún de organismos no relacionados entre sí. El ADN extraño es insertado en el núcleo y él participa en la replicación cromosómica y comienza a ser parte del material hereditario de la célula. Esto resulta en una nueva variedad de organismos. Primariamente el objetivo de la manipulación genética ha sido el de lograr un crecimiento más rápido, mejor conversión alimentaria, mayor resistencia a las enfermedades y la tecnología puede ser empleada para insertar genes benéficos que provean resistencia al estrés, hipo-alérgicos, aumento de sabor, color, cambio de sexos y reproducción.

Sin embargo, no se conocen las propiedades biológicas de los transgénicos y su expresión genética no siempre altera la respuesta. Los mecanismos de controles de la expresión de los genomas son muy complejos y puede producir efectos biológicos que no pueden ser determinados con total certeza a priori. Esta es una de las principales razones por las cuales los consumidores rechazan y desean prevenir el consumo de alimentos modificados genéticamente. Pareciera ser que los peces transgénicos podrían producir algunos riesgos, incluyendo impactos sobre la biodiversidad y la integridad ecológica. Los peces transgénicos pueden escapar de los cultivos y comenzar a formar parte del pool genético de las poblaciones naturales. Este hecho agregaría diversidad genética a las poblaciones, bajando o aumentando su estado y condición o con efectos no reconocibles (algunos de estos efectos podrían ser temporarios). La tecnología de obtención de transgénicos es controversial, ya que se trata de un nuevo concepto no totalmente entendido aún. La falta de información sobre el potencial ecológico y socio-económico de los peces transgénicos ha contribuido a un enorme debate sobre los problemas de bioseguridad de tales peces (Klinkhardt, 2007).

Excepto en Estados Unidos, los consumidores en general, no se inclinan hacia el consumo de alimentos GM, por lo que su implantación desde el punto de vista económico se considera como muy difícil.

IX.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- Almeida Mohedano, R. y otros, 2005. *Lemna valdiviana*: una planta que además de tratar los efluentes alimenta a los peces cultivados. *Panorama da Acuicultura*, 15 (87).
- Apaza, R. y otros, 1994. Estudio de la purificación de aguas residuales y producción de *Lemna* en estanques. *Tankay*, 1: 295-297
- Asche F. & S. Tveteras, 2007. Five success stories in aquaculture. 2. Salmon aquaculture: production growth and new markets; Session 1: Aquaculture growing strength. En: Global Trade Conference on Aquaculture, Qingdao, China; FAO Fisheries Proceedings (FAO) n° 9, p. 53-57.
- Association of Scottish Shellfish Growers. <http://assg.co.uk>
- Bezard D. & J. Maigret, 1990. Culture of aquarium fish. *Aquaculture* 2:841-846.
- Candían Aquaculture, R & Review, 2005. Los peces y los vegetales trabajan en conjunto en cultivo hidropónico (Alberta-Canadá). *Canadian Aquaculture, R & D Review*, 2005.)
- Catarci C., 2008. Salmon Market Report. FAO Globefish. <http://www.globefish.org/index.php?id=4420>
- D'Andrea L., 2007. Biodiesel a partir de aceite de microalgas. <http://www.biodiesel.com.ar>
- Directorio de Acuicultura y Pesca de Chile: <http://www.dapel.cl>
- Eurofish, 2007. A roundup of the trout markets. <http://www.globefish.org>
- FAO, 1999. Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable.
- FAO, 2003. Resumen Informativo sobre Pesca por Países. Rev. n° 6 FID/CP/COL. <http://www.fao.org/fi/fcp/es/COL/profile.htm>
- FAO, 2007. Estado Mundial de la Acuicultura en 2006. Documento Técnico de Pesca, N° 500. Roma. 134 pp.
- FAO, 2006. Estado Mundial de la pesca y la acuicultura (Informe SOFIA). Roma. 176 pp.
- FAO, 2006. Tercera Reunión del comité de Pesca, Subcomité sobre Acuicultura Nueva Delhi (India). <http://www.fao.org>
- FAO, 2007. Global Trade Conference on Aquaculture. Qingdao, China. FAO Fisheries Proceedings N° 9. Roma, 271 pp.

- Globefish Market Reports. <http://www.globefish.org> (Reportes mensuales varios).
- Gravningen K., 2007. Driving forces in aquaculture – different scenarios towards 2030. En: Global Trade Conference on Aquaculture, Qingdao, China; FAO Fisheries Proceedings (FAO) n° 9, p. 19-34.
- Horvath L., G. Tamás & C. Seagrave, 1992. Carp and Pond Fish Culture, *Fishing News Books*, Blackwell Scientific Publications Ltd., UK. 158 pp.
- Henrikson R., 1994. *Microalga Spirulina, superalimento del futuro*. Ediciones Urano. Barcelona, España. pp. 30-33.
- IBAMA, 2005. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Directoria de Fauna e Recursos Pesqueiros, Estadística da Pesca. <http://ibama.gov.br/>
- Ibidem, 2008. Tilapia Market Report-may 2008 FAO-Globefish. <http://www.globefish.org/index.php?id=4505>
- IFOP, 2007. Boletín sobre Exportaciones Pesqueras y Acuicultura de Chile.
- INCOPESCA, 2006. Depto. de Acuicultura Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura. Estadísticas pesqueras y de Acuicultura. <http://www.infoagr-gov.cr/incopesca/index.htm>
- Josupeit H., 2007. Catfish Market Report, Diciembre 2007. FAO Globefish. <http://www.globefish.org/index.php?id=4365>
- Klinkhardt M., 2007. The blue revolution: feed alternatives for aquaculture; Session 5: Progress - the future. En: Global Trade Conference on Aquaculture, Qingdao, China; FAO Fisheries Proceedings (FAO) n° 9, p. 261-267.
- Klinkhardt M. & B. Myrseth, 2007. New aquaculture candidates; Session 3: Advantages and opportunities. En: Global Trade Conference on Aquaculture, Qingdao, China; FAO Fisheries Proceedings (FAO) n° 9, p. 173-184
- Liao I.C., 2000. Aquaculture Development: challenges for 21st Century. Int. Symp. on the “New Paradigm in Aquaculture” (Japan Aquac. Society), Japan. Chiba city, Feb.2000.
- Liao I.C. & N.H. Chao, 1997. Developments in aquaculture biotechnology in Taiwan. *J. Marine Biotechnology*, 5: 16-23.
- Lopez Rios J., 2008. Salmon and Trout - Abr. 2008. <http://www.globefish.org/index.php?id=4443>.

- Luchini L., 1995. Situación de la ranicultura en la República Argentina. Technofrog '95. ANAIS (vol. II): 3-14. Brasil.
- Luchini L., 2007. Piscicultura Rural en Estanques. Conocimientos Básicos y Prácticos para Técnicos y Productores de Baja y Mediana Producción. CFI y Dirección de Acuicultura, 149 pp.
- McLeod D., 2007. Bivalves – Success in a Shell. En: Global Trade Conference on Aquaculture, Qingdao, China; FAO Fisheries Proceedings (FAO) n° 9, p. 23-26.
- Mundo Acuícola, 2007. Acuicultura en Colombia.
<http://www.mundoacuicola.cl/revista/revistaleer.php?noticia=52>
- Mundo Acuícola, 2007. Acuicultura en Ecuador.
<http://www.mundoacuicola.cl/revista/revistaleer.php?noticia=52>.
- Mundo Acuícola, 2008. “Cultivando el abalón en el Sur de Chile”
- NACA/FAO, 2001. Aquaculture in the Third Millennium. Subasinghe, R.P., Bueno, P., Phillips, M.J., Hough, C., McGladdery, S.E., & Arthur, J.E. (Eds.) Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand. 20-25 February 2000. NACA, Bangkok and FAO, Rome. 471pp
- Palafox, P. y otros, 2005. Perspectivas de la *Lemna sp.* para la alimentación de peces. Rev.Electr.Veterinaria, VI (3).
- Panné H.S. & L. Luchini, 2008. Panorama Actual del Comercio Internacional de Peces Ornamentales. Inédito.
- Pedini M., 1997. Estado de desarrollo de la Acuicultura en 1996, con referencia específica a América Latina (FAO-manuscrito): 24 pp.
- Prieto A.B. & A.E. del Valle. 1996. La salmonicultura en Neuquén y Río Negro. Situación en Octubre de 1996. CEAN-JICA. Editorial Hemisferio Sur S. A., Buenos Aires. 109 pp.
- Rodriguez – Gonzalez H. & otros, 2006. Effect of dietary protein level on spawning and egg quality of red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus*. Aquaculture, 257:412-419.
- Rossi F. & L. Luchini, 2008. Cultivo del “randiá” (*Rhamdia quelen*) para fomento de su producción comercial, en clima templado -cálido. En: Desarrollo de Tecnologías para producción de Randiá (*Rhamdia quelen*). SAGPyA, Serie Pesca y Acuicultura: En Estudios e Investigaciones Aplicadas, pp. 1-37.
- SAGARPA, 2005. Anuarios estadísticos de producción acuícola. En:

<http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/resources/LocalContent/3987/33/Anuario2004.pdf>

- Sampaio L.A. & otros, 2001. Growth of juvenile Brazilian Flounder, *Paralichthys orbignyanus*, cultured at different salinities. *Journal of Applied Aquaculture*, 11 (1/2): 67-75.
- Silfvergrip A.M.C., 1996. A Systematic Revision Of The Neotropical Catfish Genus *Rhamdia* (Teleostei Pimelodidae). Department of Zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History, Stockholm; 156 pp.
- Síntesis Anual da Agricultura de Santa Catarina, 2006/2007. Desempenho da pesca e acuicultura.
- Tacon A.G.J., 2007. Global Aquaculture production highlights and estimated compound aquafeed use in 2005. *Int. Aquafeed*, 10: 40-44.
- Trung T.V., 2007. Pangasius Market Report. <http://www.globefish.org/index.php?id=4338>
- Valenti W.C. & W.H. Daniels, 2000. Recirculating hatchery systems and management. In: New, M.B., Valenti, W.C. (Eds.), *Freshwater Prawn Culture: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii**. Blackwell Science, Oxford, pp. 69–90.
- Wicki G., 2003. Cultivo y producción de pacú (*Piaractus mesopotamicus*): incidencia de dos dietas de diferente composición y de la densidad de siembra, en sistema de cultivo semi-intensivo. Tesis de Maestría en Acuicultura. Escuela de Graduados, Fac. Agronomía, Univ. Buenos Aires, 81 pp. Argentina.
- Wicki G. & otros, 2006. Cría de Bagre Randiá en Argentina. Crecimiento comparado entre dos líneas de diferente origen silvestre. *Infopesca Internacional*, 26: 33-39. Uruguay.
- Wicki G. & otros, 2007. Tecnologías de ensilado desarrolladas en Argentina. En: Desarrollo y utilización de ensilado ácido como componente de alimento para peces. SAGPyA & FAO, Eds. Wicki,G.; Dapello G. & Alvarez, M.:19-30.
- Wicki, G. & otros, 2007. Engorde final de pacú con raciones basadas en subproductos de maíz, girasol y ensilado ácido. En: Desarrollo y utilización de ensilado ácido como componente de alimento para peces. SAGPyA & FAO, Eds. Wicki, G.; Dapello, G. & Alvarez, M.: 45 - 58
- Wicki G., & otros, 2008. Optimización de la producción de pacú por medio de policultivo. *Infopesca Internacional* n° 34: 29-35.

Wielfels R., 2000. Nota del Editor. Infopesca Internacional, n° 6.