

ESPECIES POTENCIALES PARA CULTIVO: CULTIVO DE ESPECIES DE AGUAS TEMPLADO-FRIAS.

1.- PECES SALMONIDOS

1.1.- Introducción.

Si bien el cultivo de peces bajo condiciones controladas se ha practicado por cientos de años, se puede decir que el referido a los Salmónidos (truchas y salmónes), constituye desde el punto de vista industrial, una actividad de reciente data.

Desde el siglo XVIII, fueron obtenidos alevinos de trucha, en condiciones artificiales de reproducción. Primariamente, con el objeto de repoblación de las aguas para incremento de la pesca deportiva y, posteriormente, los daneses se convirtieron en los pioneros de la producción en cultivo (1890), para el caso de la trucha arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*) con un amplio acceso a mercado para consumo de mesa. Más recientemente, el consumo de trucha “ración o tamaño plato” se volvió popular en varios continentes; siendo de gran aceptación, especialmente en los países europeos y Estados Unidos y más actualmente, el cultivo de la trucha grande en mar, compite con el salmón en los mercados, ganando espacios.

Fueron los países como Noruega y Gran Bretaña (Escocia) y Chile, los que desarrollaron además del cultivo del Salmón del Atlántico (*Salmo salar*), el de la trucha de tallas altas, hasta 2 kg.; mientras Canadá y Estados Unidos dedicaron su esfuerzo al desarrollo del cultivo del salmón del Pacífico (*Oncorhynchus spp*). En la Tabla siguiente se mencionan las producciones de trucha arco-iris, tamaño ración y tamaño mayor de 1 kg. para los países europeos.

Tabla 1: producción trucha arco-iris (*O.mikys*) en Europa, por países productores.

País	Producción (en toneladas)			
	1998	1999	2000	Promedio de los últimos 5 años
Francia	44.498	38.602	41.143	45.070
Italia	48.000	44.000	44.500	47.100
Dinamarca	39.696	39.729	40.681	39.638
UK	16.563	17.113	10.911	15.373
Alemania	25.030	25.027	25.027	25.027
Noruega	48.431	48.691	49.040	40.485
España	30.000	30.000	33.133	29.427

Fuente: FAO, 2000

El cultivo de salmón comenzó a nivel mundial en el penúltimo siglo, pero el mismo evolucionó altamente durante el siglo pasado, debido al intenso avance en las



investigaciones en piscicultura y a la fuerte disminución de las pesquerías naturales, como resultado de las represas construidas en varios de los ríos de Estados Unidos, sobre la costa del Pacífico. Estas obras impidieron el paso de los peces durante el período de su reproducción (peces anádromos) cuando ellos retornaban desde el mar hacia las cabeceras de los ríos donde habían nacido; produciéndose como resultado, la disminución de sus efectivos naturales.

Tanto las truchas como los salmones, se incluyen en la familia denominada **Salmonidae**, y dentro de ella se encuentran las especies más conocidas, que son cultivadas con fines comerciales deportivos o de consumo; constituyendo una industria de amplio espectro en varios países del mundo.

Varias especies de salmones y truchas son naturalmente, migradoras entre el río y el mar (diadromas). Algunas variedades, sin embargo, se consideran "de encierro", cumpliendo su ciclo de vida completo, en agua dulce, como el tan conocido "**salmón encerrado**" (*Salmo salar sebago*) del lago Traful y de otros lagos y ríos, de nuestro país. Las introducciones efectuadas a principio de siglo y posteriormente, de salmón del Atlántico en Patagonia, no dieron el resultado esperado, por lo que no existieron poblaciones autosostenidas de esta especie, aunque actualmente, los salmones del Pacífico que provienen de Chile, a través de las cuencas compartidas, son capturados deportivamente en territorio argentino. Las variedades "cabeza de acero" (arco-iris, Río Santa Cruz) y "marrón" del Río Grande (Provincia de Tierra del Fuego) migran hacia el mar y vuelven a los ríos en la época de su desove. En el caso de la "arco iris" común, por el contrario, no es una especie migradora, pero su cultivo de engorde puede realizarse también con éxito en el mar, en estructuras de encierro.

El cultivo de los salmones y truchas en forma industrial, se produjo en el hemisferio sur, a raíz de los trasplantes efectuados con objeto comercial, que han permitido la mundialización de la acuicultura. De esta forma, Chile se convirtió en el segundo productor de salmónidos (del Atlántico, del Pacífico y trucha arco iris, especialmente) a nivel mundial actualmente; debido a su expansivo desarrollo logrado a partir de las primeras importaciones efectuadas para ese desarrollo industrial y a partir del impulso brindado a la acuicultura desde la creación de Fundación Chile en 1976 por parte del gobierno.

1.2.- Generalidades sobre las principales especies de cultivo o especies potenciales para cultivo

1.2.1.- Género *Salmo*.

El más famoso de los salmónidos, es el conocido "**salmón del Atlántico**" (*Salmo salar*). El cultivo de este salmón, comenzó en Noruega (el país de mayor producción actual) en el año 1965 y tomó inmediatamente gran impulso. Para proceder a su cultivo, fueron adaptadas las metodologías utilizadas a partir de 1912 para el caso de la trucha arco iris en mar. Esta producción fue iniciada, cuando los noruegos consideraron prácticamente imposible invertir rentablemente en producción de trucha arco iris en tierra, con la metodología desarrollada por Dinamarca, iniciada en



1890. Las temperaturas en Noruega no permitieron que prosperara este tipo de cultivo. En las décadas del '60 y '70 se produjo la mayor expansión de la producción de trucha en mar efectuada por ese país, que avanzó rápidamente alcanzando en 1974, las 2000 toneladas. A mediados de la década del '60 varias compañías comenzaron a pensar en el cultivo del salmón. La primera compañía lo desarrolló en cerramientos en el mar, en 1965, y posteriormente, en 1969, fue diseñada la primera jaula suspendida para cultivo de esta especie, en la isla de Hitra. Este diseño se volvió estándar y se diseminó ampliamente a nivel mundial para ese y otros cultivos actuales. En 1976, Noruega sobrepasaba el tonelaje obtenido en trucha, alcanzando entonces las 2000 toneladas de salmón y continuando activamente su expansión hasta la actualidad (Edwards, 1978).

El género **Salmo**, se encuentra estrechamente relacionado a la trucha marrón o de mar (*Salmo trutta*), nativa de Europa y el Oeste de Asia (Wegrzyn & Ortubay, 1991). Naturalmente, estas especies europeas, desovan en las cabeceras de los arroyos o ríos tributarios de los sistemas hidrográficos, siempre que el sustrato sea apto para ello. En estos sitios, las aguas son de poca profundidad, frías y límpidas y el lecho de depósito de los huevos debe contener guijarros y piedras limpias de depósitos arcillosos o arenosos (Edwards, 1979). El salmón del Atlántico, a diferencia de aquel del Pacífico, no muere posteriormente al desove; aunque suele sufrir altas mortalidades. En su desarrollo artificial, en cultivo, los pasos en el ciclo de vida son cumplidos similarmente, aunque con el avance de los conocimientos biológicos, los productores pueden modificar las condiciones ambientales según su conveniencia.

En su fase de juvenil, el salmón es conocido con el nombre de "**parr**" hasta el momento en que evidencia claros cambios fisiológicos que le permiten su pre-adaptación al mar (mostrando entonces una coloración plateada). Cuando migran, ya se los considera en el estadio de "**smolt**". Estos cambios fisiológicos se conocen como "smoltificación". En esta fase es cuando se los siembra en ese medio, respondiendo a programas de diseminación llevados a cabo en varios países del mundo (especialmente en Europa y Estados Unidos). Su estadía en medio marino abarca entre tres y cuatro años, cuando alcanzada la etapa de maduración sexual, y vuelven a desovar a los ríos, momento en que se los denomina "**salmones**". A menudo, es difícil distinguir entre un salmón joven y una trucha marrón, o entre una trucha grande de mar y un salmón del Atlántico adulto. El mercado de los salmones "silvestres" es importante y sus precios cambian anualmente, dependiendo del tonelaje capturado y de su estacionalidad en cuanto a desembarcos; modificando de acuerdo a estos parámetros, los precios del mercado, que influyen a su vez en el producto procedente de cultivo.

En los cultivos desarrollados en cautiverio, los pasos que se cumplen son similares a los de la naturaleza. El ciclo de vida se divide en dos fases principales: desde la reproducción y obtención de huevos hasta pasar las fases juveniles ("parr") realizada principalmente en agua dulce hasta alcanzar la fase denominada de "smolt"; mientras que el resto del ciclo trata del acondicionamiento y traslado al mar de los smolts, donde se prosigue su cultivo en jaulas de diverso diseño y tamaño donde crecen rápidamente, a expensas del alimento artificial ofrecido, hasta el momento de su cosecha con el peso comercial requerido.



1.2.2.- Género *Oncorhynchus*

El "**salmón del Pacífico**", se encuentra naturalmente, junto a otros salmones, en la mayoría de los ríos tributarios de las costas del Océano Pacífico de Estados Unidos hasta Alaska en el continente americano. A raíz del desarrollo de sus cultivos intensivos, puede encontrárselo, comúnmente, en establecimientos de cultivo de ésta y otras áreas del mundo; en ambos hemisferios. Las fases o estadíos del ciclo de vida de estos salmónidos, son más marcados que los encontrados en el caso del salmón del Atlántico, y todos los individuos mueren, luego de su reproducción.

Dentro del género *Oncorhynchus*, se ubican varias especies *O. tshawytscha* o "salmón rey", *O. kisutch* o "salmón coho", *O. nerka* o "sockeye", *O. gorbuscha* o "salmón rosado" y el *O. keta* o "salmón chum". El **salmón rosado** y el **salmón chum**, difieren de los otros salmones del Pacífico porque sus juveniles migran al mar directamente después de nacidos, en lugar de pasar por un período de alimentación en aguas dulces. El salmón rosado es encontrado también en aguas del océano Atlántico, debido a las siembras efectuadas por Rusia (Edwards, 1978). La especie de *O. masou* es semejante a la *O. nerka*, y es una de las más conocidas en Japón.

En Argentina existen naturalmente, especies de este género que se han introducido a partir del amplio desarrollo de la salmonicultura en Chile y a expensas de las conexiones acuáticas existentes entre ambos territorios. De esta forma, han sido detectadas en el siglo XX, ingresos correspondientes al *O. tshawytscha* o salmón rey, que es el más buscado por los pescadores deportivos, debido a su gran tamaño y su interés en la captura y el salmón chinook o plateado o *O. kisutch* (Wegrzyn y Ortubay, 1991).

Entre todas las especies conocidas, las más utilizadas en cultivo comercial son el "**salmón coho o plateado**" y el "**salmón del Atlántico**", ambas producidas en Chile y otros países.

La **trucha arco iris**, actualmente incorporada al género *Oncorhynchus*, es la de mayor producción a nivel mundial. Esta trucha, antiguamente ubicada por sus relaciones filogenéticas dentro del género *Salmo*, fue insertada posteriormente (en el siglo XX pasado), dentro del grupo de los salmones del Pacífico, debido al hallazgo de fósiles que permitieron un mejor estudio. Su nombre científico corresponde, actualmente, al de *Onchorhynchus mykiss*.



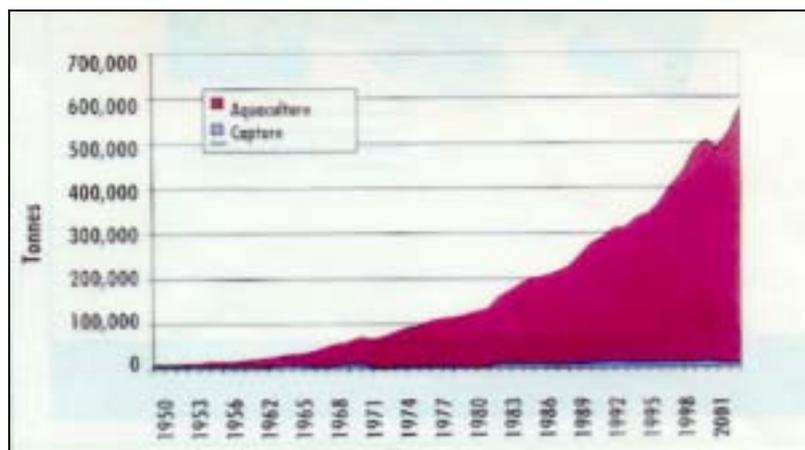


Figura 1: Producción MUNDIAL de trucha arco-iris por acuicultura y por Captura. Fuente: Seafood Int., 2003.

Esta especie fue cultivada durante gran parte del siglo pasado y el anterior solo en las aguas dulces, pero desde mediados del siglo XX, es llevada hasta un tamaño grande (más de 2 kilos), en cultivos que se desarrollan mayormente en ambientes marinos. Su adaptación al mar se produce normalmente, y los investigadores discuten aún, si existe o no, una verdadera "smoltificación" de la especie, como en los salmones; ya que no se evidencian cambios suficientes a nivel fisiológico, que sean del mismo tenor que los ocurridos en aquellos, en el momento en que los ejemplares son traspasados al mar. Es también considerada, como la trucha de mayor distribución a nivel mundial.

Tabla 2: Especies más conocidas y empleadas en cultivos (Familia Salmonidae).

FAMILIA SALMONIDAE		
GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Salmo	Salmo trutta	marrón o trucha de mar
	Salmo salar	salmón del Atlántico
Oncorhynchus	Oncorhynchus masou	salmón japonés
	Oncorhynchus kisutch	salmón coho
	Oncorhynchus tshawytscha	salmón chinook o salmón rey
	Oncorhynchus keta	salmón chum
	Oncorhynchus gorbuscha	salmón rosado
	Oncorhynchus mikyss	trucha arco iris

Fuente: Robert y Shephard, 1974.

1.2.3.- género *Salvelinus*

Las truchas del género *Salvelinus*, constituyen un grupo particular dentro de esta familia; abarcando cuatro especies, que en general, se cultivan con objetivo de



re poblamiento (conocidas mundialmente como "charrs"). Actualmente, países como Noruega, Canadá, Francia e Islandia, principalmente, someten a varias especies de ellas a cultivo comercial.

Tabla 3: Especies del género *Salvelinus*

GENERO SALVELINUS	
ESPECIE	NOMBRE COMUN
<i>Salvelinus fontinalis</i>	trucha de arroyo
<i>Salvelinus malma</i>	Dolly Varden
<i>Salvelinus namaycush</i>	trucha de lago o canadiense
<i>Salvelinus alpinus</i>	char o omble chevalier

Fuente: Robert y Shephard, 1974.

Normalmente, estas truchas habitan aguas extremadamente frías, y algunas son encontradas en lagos, a grandes profundidades.

Las *Salvelinus*, ingieren y asimilan muy bien los alimentos a bajas temperaturas (mucho menor que las correspondientes a la trucha arco-iris y la marrón). Por lo tanto, en los climas muy fríos, son capaces de ganar mayor peso que aquellas (especialmente en comparación con la arco-iris); que inversamente, se desarrolla con rapidez a temperaturas mayores.

La especie *Salvelinus fontinalis* (trucha de arroyo), es una especie endémica de Estados Unidos, que fue posteriormente distribuida en otros países y continentes, encontrándose en Argentina en la mayoría de los arroyos fríos y cristalinos de la región patagónica; mientras que la *Salvelinus namaycush* (trucha canadiense o de lago), está registrada para la cuenca del lago Argentino, lago Viedma y parte del río Santa Cruz en nuestro territorio. Esta última, no es una especie cotizada en pesca deportiva, debido a su escasa combatividad y no muy gustoso sabor de su carne. Todas estas especies son exóticas y se han adaptado a las condiciones encontradas. La *Salvelinus alpinus*, por el contrario, no fue introducida al país en el momento en que fueron efectuados los mayores ingresos de especies exóticas, a principios del siglo pasado.

Para mayores informaciones respecto de aspectos biológicos y referidos a introducciones de las especies de Salmónidos en general, se recomienda recurrir a Wegrzyn y Ortubay, 1991, así como Baigún y Quirós, 1985

2.- Principales Cultivos de Salmónidos

2.1.- TRUCHAS





Figura 2: trucha arco-iris

Para el cultivo de estos salmónidos, hemos tomado como ejemplo la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) ya que esta especie, como fuera comentado, es la que se produce en mayor cantidad a nivel mundial. Sin embargo, para el conocimiento de potenciales productores y pensando en un futuro desarrollo (cuando el país haya entrado en una etapa de asentamiento y crecimiento de su producción) hemos incluido además en el texto, datos sobre el cultivo de las **charrs**: la **trucha salmonada o de arroyo** (*Salvelinus fontinalis*) y la **artic charr u omble chevalier** (*Salvelinus alpinus*); dos especies que últimamente están elevando su producción mundialmente y que pudieran ser interesantes para un futuro de diversificación acuícola. Estas producciones aún crecientes, son ínfimas comparadas con las de trucha arco-iris.

Tabla 4: Producción europea de truchas por especies (volumen en toneladas)

Especies	1997	1998	1999	2000	2001
Char	734	822	990	1.028	1.393
Trucha de arroyo	751	670	693	609	616
Trucha arco iris	284.511	295.710	289.269	289.269	317.901
Trucha de mar	4.790	4.775	6.500	6.938	7.200
Otras truchas	399	335	801	717	470
Total	291.185	302.312	298.253	298.561	327.000

Fuente: Seafood International, 2003.

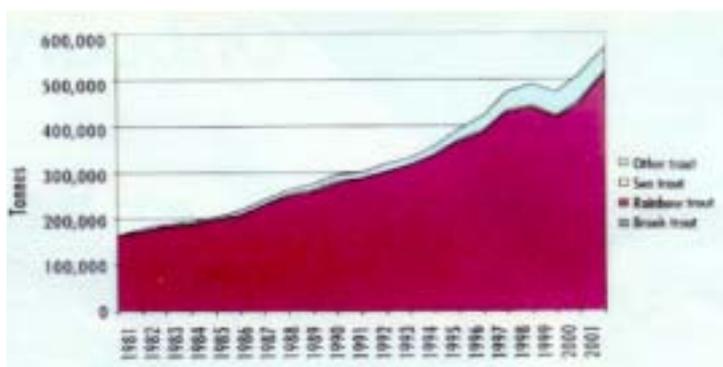


Figura 3: Producción total especies de truchas en el mundo.

Fuente: Seafood, 2003.



Se trate de un cultivo artesanal de poca producción, o se trate de uno de carácter industrial, las bases tecnológicas para cultivo de la trucha, así como las metodologías a utilizar, serán las mismas, por tratarse de peces carnívoros, cuyos cultivos se desarrollan en sistemas intensivos, y parte de estas tecnologías son aplicables además, en general, a los salmones.

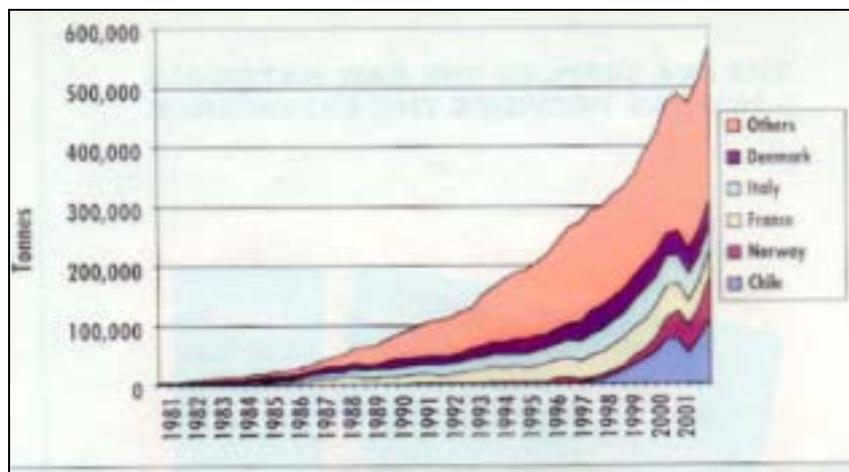


Figura 4: Producción MUNDIAL de truchas por países
Fuente: Seafood, 2003.

En el caso de producción comercial, los huevos se obtienen prácticamente a partir de los reproductores estabulados por los mismos productores en estanques o jaulas acondicionadas, o pueden ser adquiridos a otros establecimientos (nacionales y/o extranjeros). Esto último ocurre cuando el productor carece de hatchery o laboratorio; o bien si el mismo desea importar genética foránea u obtener una mayor continuidad anual en su producción. En el caso de aquellos productores que practican los cultivos en jaulas, el abastecimiento podrá provenir de juveniles comprados directamente en establecimientos reconocidos por su calidad de producto (truchas o salmones) o bien, posteriormente junto al crecimiento en producción, obtener ellos mismos sus subproductos.

Si el inicio de una producción, se efectúa partiendo de ovas ya fecundadas, se requerirá en tal caso, contar con una producción de alta calidad, de buena certificación sanitaria en origen. Esta fase de la producción constituye una actividad especializada, con alto grado de destreza en el manejo.

La producción de huevos de trucha existente en Argentina, proviene fundamentalmente de ejemplares “donaldson” (no-puros) introducidos primitivamente al país. Algunos productores importan, ocasionalmente o con continuidad, huevos embrionados y desde 1995 a la fecha, todas las partidas de trucha aro-iris, introducidas con fines comerciales de cultivo, han provenido del Estado de Washington. Para la introducción de huevos o alevinos de peces se necesita cumplimentar la reglamentación 987/97 de la SAGPyA y las que tengan dictaminadas aquellas provincias en las cuales el



productor esté o desee asentarse, además de cumplir con los requisitos que oportunamente determine el Servicio Nacional de Sanidad Agroalimentaria (SENASA).

El período de incubación de las ovas, depende estrechamente de las temperaturas ambientales, pero en promedio, se acerca a las tres semanas después de producida su fertilización y hasta la eclosión (con alrededor de 12-13°C constantes); o bien, dentro de los 4-7 días luego de haber recibido un stock, en “estadío de ojos” (si provienen del exterior o de fuera del establecimiento). En general, especialmente en el sector de cultivos de aguas frías, se maneja la información de cantidad de grados de temperatura acumulados por las ovas, concepto conocido como de Unidad Térmica Acumulada (UTA) durante el período de su embriogénesis (comúnmente denominado “incubación de ovas”) hasta el máximo de UTA correspondientes a la especie, para que se produzca la eclosión de las mismas y el nacimiento de las larvas.

Al recibir ovas embrionadas del exterior del establecimiento, ellas llegan acondicionadas (bajo hielo) y portan la información sobre UTA, hasta producido el envío. El primer paso a la llegada de las mismas, es el aumento de la temperatura, gradualmente, hasta igualarla a la propia del agua a utilizar en la hatchery o laboratorio y el reemplazo de la cantidad perdida del embarque. El acondicionamiento de los huevos ya embrionados a la temperatura mencionada, debe ser realizado en artesas limpias o en otro tipo de contenedor utilizado por el productor, con regulación de la temperatura. El proceso de acondicionamiento suele abarcar desde 30 minutos hasta 1 hora y durante el mismo, se agregan pequeñas cantidades de agua limpia. Se necesita remover suavemente las ovas, para asegurar una buena circulación de agua para todas ellas. Los contenedores (cajas, etc.) donde hayan sido transportadas, se deben destruir o desinfectar con cloro o formol en lugar alejado, para prevenir cualquier contaminación de la hatchery con organismos patógenos.

Los huevos pueden haber sido desinfectados previamente por el abastecedor, pero constituye una buena práctica volver a desinfectarlos nuevamente. Los desinfectantes utilizados para esta fase contienen **iodina** y debe administrarse durante 10 minutos solamente, en forma de baño, a una proporción de 100 ppm (partes por millón) de iodina libre. El iodóforo comercial, más utilizado como desinfectante, es la Argentyne o la Betadina que contienen 1% (10.000 ppm) de iodina disponible. Otros, como el denominado Wescodyne, contienen 1,6% o más de iodina disponible y requiere mayor dilución. **Es necesario asegurar la exacta concentración del desinfectante a utilizar.**

El desinfectante se mezcla suavemente al stock recibido de huevos, de tal forma que la superficie de todos y cada uno, entre en contacto con la solución. Posteriormente se lavan con agua limpia para remover todo el residuo de iodina, antes de colocarlos en recipientes adecuados. Una vez finalizada la operación, pueden ser contados y dispuestos en los incubadores hasta su eclosión final.

En la incubación, pueden utilizarse diversos sistemas de incubadores: las incubadoras clásicas ubicadas en las bateas o raceways de tipo horizontal, las bandejas californianas o bandejas verticales, etc.



Al momento de la eclosión, las larvas (que pasan a través de las mallas de las artesas) quedarán dispuestas en el fondo de los contenedores (raceways para larvas) durante un determinado período hasta el inicio de su alimentación. Este abarca aproximadamente dos semanas, durante las cuales los pequeños peces deberán ser cuantificados semanalmente. Para promover el óptimo crecimiento durante la etapa de alimentación, el alimento debe corresponder en calidad, tamaño y tasa de alimentación a esa fase; acorde a la talla y temperatura, densidad de cultivo y oxígeno disponible.

El ajuste de la densidad es también muy importante, para prevenir una sobrepoblación. Igualmente, se requiere un monitoreo de oxígeno disuelto (OD) para determinar la calidad de agua y la necesidad o no, de proceder a oxigenar mecánicamente. En forma ideal durante esta fase, el OD no deberá ser inferior a 6 mg/litro. Los alevinos estarán listos para ser traspasados a grandes tanques o directamente a jaulas, cuando pesen alrededor de 1,8 a 2,5 g.

La sanidad en la sala de incubación y de alevinaje, debe mantenerse óptima, reduciendo al máximo el tránsito de personal, evitando introducciones de enfermedades desde el exterior (incluido del propio establecimiento). Deben instalarse y utilizarse los baños para pies a la entrada de la misma para prevenir contagios. El equipo utilizado en la hatchery debe ser de uso exclusivo de ella. Es importante realizar la desinfección de la sala y del equipo en forma regular, con el empleo de soluciones apropiadas de hipoclorito u otro desinfectante (incluyendo la infraestructura, tanto se trate de suelos como de contenedores). Una manera adicional de evitar que las infecciones se expandan, es ventilando bien el ambiente, previniendo condensaciones de agua sobre techos y paredes.

2.1.1.- Generalidades sobre el pre-engorde de alevinos y su posterior engorde.

El crecimiento, es un factor estrechamente ligado a la temperatura, calidad del agua de cultivo, nivel de nutrición ofrecido; así como a la composición genética de una determinada línea o raza seleccionada para producción.

La temperatura del agua, como ya se ha visto anteriormente en el texto, es el factor principal que condiciona el crecimiento de los animales en cultivo. El ciclo total de producción en el caso de la especie de trucha "arco-iris" (desde el "estadio de ojos", cuando estos ya se aprecian, hasta cerca de los 200 g) varía típicamente entre 8 a 20 meses, dependiendo, justamente, de las temperaturas que existan en el medio de cultivo.

La estación del año de que se trate, así como el fotoperíodo existente (cantidad de horas - luz, día), influencia ese crecimiento y son factores que afectan, a su vez, el proceso de madurez sexual; jugando un papel crucial en el ciclo de vida del organismo.

La capacidad de carga de cada unidad de cultivo de truchas, será totalmente dependiente del peso de los peces colocados bajo cultivo, de la calidad del agua



utilizada, del contenido de OD, de la temperatura y del flujo del agua; así como de su volumen.

La infraestructura utilizada en los sistemas de cultivo de peces en aguas frías, corresponde a la de estanques rectangulares excavados en tierra, o construidos en cemento; tanques de fibra de vidrio o fibrocemento y raceways; además de jaulas suspendidas en un espejo de agua.

El sistema de cultivo de truchas en Dinamarca, iniciado cerca de 1890, continúa siendo actualmente de carácter industrial importante, con una estabilidad de producción de más de 15.000 ton/año y se desarrolla en estanques excavados en tierra. Ellos han sido utilizados por los daneses desde el inicio de la truchicultura, lo que demuestra que esta metodología de cultivo es, hasta hoy en día, aún eficiente (Fig. 2). Cada establecimiento, utiliza un conjunto de estanques agrupados de tal forma, que el canal de recepción de todos las unidades puede ser colocado centralmente (también se utilizan estanques en paralelo). Las profundidades son, en general, de entre 1 y 2 m, trabajándose con nivel a 0,80 m o más de agua. El flujo de agua en este tipo de cerramiento es suficientemente bajo y continuo, de tal forma que los peces realicen poco gasto de energía, favoreciendo así, una eficiente conversión de alimento a carne. El arte evidenciado por los dinamarqueses reside en su agrupación en cooperativas importantes y su alta performance en cuanto a comercialización y marketing del producto; que ingresa a la mayoría de los países europeos, compitiendo actualmente con grandes producciones de trucha y salmón que antiguamente no existían.

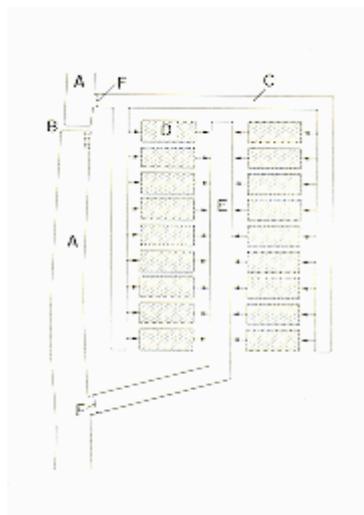


Figura 5: Estanques tipo danés. Leyenda: A río; B presa y escala para peces silvestres; C canales internos; D estanques; E canal de salida de agua; F pantalla de filtro para peces (de Shepherd y Bromage, 1988).

En contraste con estos cerramientos tradicionales, se encuentran los estanques estrechos, construidos en cemento, denominados raceways, que ofrecen ventajas de mayor producción, observación, manejo y mantenimiento más accesible de la calidad de agua, por efectos de su alta renovación.





Figura 6: raceways utilizados en producciones mayores.
(Turli, 1978 2nd ed.)

Los tanques circulares, con desagote central (Fig. 4), son también ampliamente utilizados. El agua muestra mejor circulación, no se producen espacios muertos y aumenta la posibilidad de autolimpieza. Las desventajas en este caso, es que los peces permanecen en mayor contacto, con posible aumento de enfermedades y mayor dificultad para aplicación de tratamientos, llegado el caso. Los cerramientos tipo jaulas, suspendidos en embalses o en el mar, se encuentran adaptados al cultivo de salmónidos en general y la inversión para un proyecto de estas características es de menor costo, si se lo compara con el de tierra (el productor puede realizar solamente el pre engorde y engorde en los cerramientos hasta alcanzar la talla comercial), alcanzando volúmenes mucho más rentables.

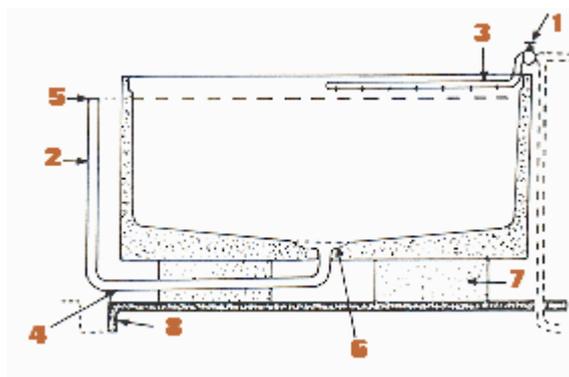


Figura 7: Tanque circular con desagüe interno

Leyenda: 1) regulador de caudal; 2) tubo exterior acodado; 3) tubería perforada, de aporte de agua; 4) codo de tubo evacuador; 5) extremo tubo regulador caudal; 6) rejilla de evacuación agua; 7) soportes tanque; 8) canal de evacuación (de Blanco Cachafeiro, 1995, 2nd ed.).



Siempre que la calidad de agua se mantenga en condiciones óptimas, la densidad podrá aumentarse desde un mínimo de 5 kg./m³ hasta cerca de 15 Kg./m³, sin pérdidas en producción, aunque en la bibliografía general se señalan datos sobre cargas más altas.

La capacidad de carga de cada uno de los cerramientos, se expresa comúnmente en términos del peso de los peces por volumen (o sea que: 10 Kg/m³, significa 10 Kg de peces por cada m³ de agua existente). Existen una serie de fórmulas para determinar esta capacidad, tomando en cuenta la cantidad de OD disponible, la tasa de crecimiento en peso y largo de los peces bajo cultivo, el volumen de agua, la temperatura, las tasas de alimentación; así como otros factores. A medida que los límites apropiados de estos factores sean monitoreados por el operador, cada uno adoptará el que prefiera en particular.

La estimación de la cantidad de peces (densidad), que se siembra en cada contenedor de acuerdo a su dimensión, no tiene en cuenta el volumen del flujo en el sistema. La tasa de flujo del mismo determina cuán rápido otra agua, de otra característica, entra en cada unidad. Para estas determinaciones se asume que el agua entrante al sistema, está o se acerca a la saturación en oxígeno disuelto.

Para el caso de cultivos en raceways que, en general, presentan cerca de 30 m de largo por 2,5 de ancho y menos de 1m de profundidad y que se abastecen con gran flujo de agua, se deberá obtener una renovación de 3 veces/ hora o más. Las densidades entonces, podrán aumentarse hasta 15 Kg/m³ o más.

Un tanque circular típico, por ejemplo, de 4 m de diámetro con profundidad de agua de 0,75 m, tendrá un flujo de recambio de cerca de 4 litros/sec. Estos factores así regulados, permitirían un cultivo de cerca de 200 Kg de truchas. Aparte de la temperatura, las concentraciones de oxígeno y de amoníaco son los principales limitantes una vez iniciado el sistema de cultivo. Normalmente, el oxígeno es el factor más crítico, siempre que el recambio de agua permita la limpieza de desechos.

Cada sitio elegido para cultivo tendrá sus propias características, incluidas las del agua de abastecimiento, que influye directamente sobre los animales.

La carga de los estanques deberá disminuirse cuando el OD disminuya por debajo de 6 ppm. Cada productor debe poseer un medidor de oxígeno. Los modelos existentes son varios y se pueden obtener en determinados comercios del país.

Durante el ciclo de producción, los peces deberán ser periódicamente clasificados por tallas, manteniendo la mayor uniformidad posible; ya que ello influye sobre una mejor producción y mayor rentabilidad. Las truchas se clasifican generalmente cuatro veces durante el período de cultivo, desde juveniles de cerca de 7,6 cm. hasta que se alcanza el promedio de talla de comercialización de “ración plato o pan size” (30 a 40 o más cm de LT). La frecuencia de estas clasificaciones variarán según las circunstancias individuales, pero deberá ser rutinaria.



Los clasificadores más simples y antiguos, se fabrican en marcos de madera, del ancho de los raceways y altos como el nivel del agua en los sistemas. Se utilizan piezas de PVC, o tubos de aluminio (de cantos suaves) que se colocan espaciadamente a intervalos regulares, atravesando el marco. Estos clasificadores, dentro de la unidad tratada, agrupan a los peces, que se enfrentan a ellos. Aquellos, que por su tamaño y volumen no pasan a través de las barras, quedan en el fondo del cerramiento monitoreado y son trasladados a otros sistemas de cultivo. Los más pequeños pasan a través de las barras, aunque un 10% de ellos queda entre los dos tamaños. Este método es efectivo para peces grandes, de 30 a 40 cm de largo. La clasificación de peces menores no se realiza o se efectúa con clasificadores “tipo cajones” (con barras en el fondo), dentro de los mismos raceways, estanques o tanques (Fig. 8a). No es productivo efectuar clasificaciones sobre peces muy pequeños, ya que produce estrés. En cultivo en jaulas, los clasificadores se adaptan a esas estructuras (Fig. 8b).

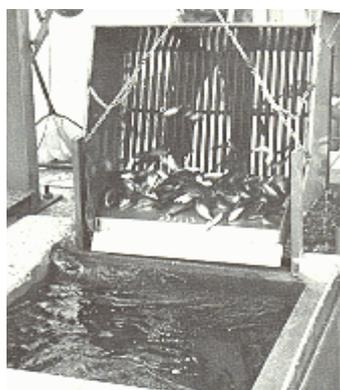


Figura 8a: clasificadores tipo “cajón”.

(de Stevenson, 1980 1997).

Figura 8b: clasificando truchas en jaulas en el mar

(Isla Redonda, Canal de Beagle – Argentina, 1997).

El muestreo se realiza, en general, entre tres jaulas y se separan los tamaños (pequeños, medianos y chicos), recomponiendo las poblaciones.

Para realizar un inventario de los peces de cada unidad, debe contárselos. Para ello, se almacenan en los 2/3 finales de la unidad (en caso de raceways o estanques) y se los mueve siempre hacia la cabecera del cerramiento. Los peces más pequeños y débiles no son representativos de la población general y se descartan. Con la población confinada en la cabecera de la unidad, se procede al muestreo con red de copo y se los coloca en un balde plástico, procediendo a su pesada (restando el peso del agua del contenedor). El peso y el número de ellos serán anotado, a medida que se los devuelve al sistema. Los registros de cada una de las poblaciones en cada cerramiento, deberá ser anotado en fichas o cuadernos posibles de mantener a través del tiempo, de tal forma que el productor pueda contar con todos los datos de las producciones efectuadas, mes a mes y año a año. Si la clasificación es normal, con 3 o 4 muestras, tomadas al azar, en distintas áreas de cada uno de los sistemas, será suficiente. En caso de mayores producciones en estanques, se pueden utilizar clasificadoras automáticas,



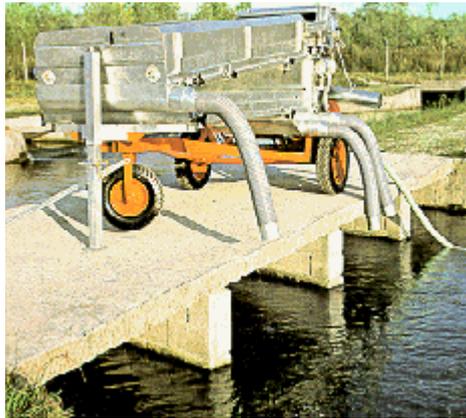


Figura 9: clasificadora automática pra truchas.
(Il Pesce, 6/1994)

que pueden a su vez seleccionar tres tamaños. En la Fig. 9, se muestra una clasificadora que separa en tres tamaños (a) peso de faena, (b) peso de engorde y (c) peso de descarte para continuidad del engorde; utilizadas en España e Italia, actualmente.

El peso total de la población de cada cerramiento (expresado en número/peso), se calcula dividiendo el número de peces de cada muestra, por el total del peso de la misma. El promedio resultante en cada unidad, es utilizado para calcular el peso total de peces existentes (biomasa viva) y posteriormente para efectuar los cálculos de modificación de alimento en forma quincenal, como mínimo. Los peces muertos deben ser retirados y contabilizados diariamente. Ellos no deben permanecer en los sistemas ya que pueden ser potenciales focos de enfermedades, señalando además una notoria falta de higiene en el establecimiento. Por otro lado, el análisis de la mortalidad en cada unidad en forma diaria, apoyará el diagnóstico de cualquier enfermedad que pueda presentarse, antes de que la misma se vuelva severa. Las mortalidades contabilizadas, deberán restarse (en forma semanal o mensual) de las poblaciones estimadas; manteniendo así, un inventario seguro de la producción.

Los sistemas de estanques excavados en tierra, ofrecen mayores problemas de manejo que los otros sistemas. A menudo, los peces se siembran en ellos a una densidad de 8 peces/Kg, y no se los clasifica hasta que alcanzan su peso comercial. La capacidad de carga de un estanque en tierra, se estimará en forma similar al sistema de raceways, si la tasa de recambio del agua es de aproximadamente de 30 minutos o menos. Si el recambio es mayor, la capacidad será función del cociente entre la superficie y el volumen de agua, el flujo de entrada de la misma y la demanda de oxígeno, que será a su vez afectada por el sedimento acumulado en los fondos. La capacidad de carga en estos estanques, se determina mejor, midiendo el contenido de oxígeno disuelto en cada unidad y en la salida de agua; así como manteniendo buenos registros sobre las producciones existentes.



El principal factor, que determina la rentabilidad de una producción de trucha, está dado por el precio final al que será obtenido cada kilo de pescado vivo; en función de la

cantidad y calidad del alimento utilizado, así como *el mercado visualizado para su colocación*. Esta rentabilidad puede aumentarse en función de un manejo más adecuado de la producción (que se aprende con la práctica diaria) y del análisis de los parámetros correspondientes, sumado a un lógico aumento del volumen de producción.

2.1.2.- Alimento y Prácticas alimentarias

El sistema digestivo de las truchas y otros salmónidos está naturalmente estructurado para procesar alimentos que contengan principalmente proteína (proveniente de pescado), y que puedan obtener una cantidad determinada de energía a partir de las grasas y carbohidratos existentes. Las dietas para larvas y alevinos de truchas, requieren un contenido proteico y energía más alta, que las correspondientes a peces más grandes. Los alevinos y juveniles se alimentan con contenidos de cerca del 50% de proteína y el 15% de grasa; mientras que los peces adultos pueden crecer con un 40% de proteína y un 10 a 12% de grasa. Existe disponibilidad continua de un sólo tipo de alimento apto en el país, elaborado por una única empresa, en diferentes unidades de tamaño; aunque últimamente existe interés en producción, por parte de otras empresas. Aunque el productor pudiera elaborar su propio alimento, en general, esta actividad no es rentable tratándose de cultivos intensivos de alta producción.

Los requerimientos nutricionales para truchas se conocen suficientemente, por lo cual los alimentos deben elaborarse respetando los mismos. Existe suficiente bibliografía al respecto, para ser consultada por el productor. En general, este compra el alimento por su calidad y por precio cuando existen líneas diferentes de elaboración. No es este el caso de nuestro país actualmente. La única empresa elaboradora de alimento para trucha, importa el denominado “starter” (alimento inicial) para el estadio de “swim-up”, cuando las pequeñas truchas comienzan a nadar en busca de su primer alimento. Debido al costo de este primer alimento, la mayor parte de los productores no lo emplean, moliendo en general, el primer alimento granulado y mezclándolo en algunos casos, con hígado en fresco.

En la Tabla siguiente se ejemplifican cuatro dietas producidas en Chile para diferentes estadios de producción de trucha (“swim up o starter”; preengorde hasta 80 gramos; producción, desde 80 g hasta cosecha y reproductores).

Tabla 5: distintas dietas para trucha arco-iris

Dieta Inicial “swim-up”		Dieta crecimiento	
Item	Porcentual	Item	Porcentual
Proteína cruda	51,0	proteína cruda	44,0
Lípidos	16,0	Lípidos	14,0
Fibra cruda	2,0	fibra cruda	3,5
Cenizas	10,0	Cenizas	10,0



Humedad	9,0	humedad	9,0
Energía metab.	3.560 kcal/kg.	Energía metab.	3.240 kcal/kg.
Tamaño starter	0,3-0,6 mm	tamaño pellet	1,9-2,5 mm
Tamaño crumble	0,6-1,0 mm		

Dieta producción		Dieta Reproductores	
Item	Porcentual	Item	Porcentual
Proteína cruda	42,0	proteína cruda	44,0
Lípidos	14,0	lípidos	12,0
Fibra cruda	4,0	fibra cruda	3,5
Cenizas	10,0	cenizas	10,0
Humedad	10,0	humedad	10,0
Energía metab.	3.200 kcal/kg	Energía metab.	3.150 kcal/kg.
Tamaño pellet	2,5 a 9,5 mm	tamaño pellet	9,5 mm

Fuente: dietas para truchas, empresa Alitec (Chile).

Para obtener una rentabilidad adecuada en un cultivo de truchas, la forma de ofrecer el alimento, se considera sumamente importante, para obtener un rápido y eficiente crecimiento, manteniendo tallas uniformes en las poblaciones, con una mínima degradación de la calidad del agua de cultivo.

La cantidad de alimento requerido por los peces, dependerá de la temperatura del agua y de la talla de los individuos en cultivo. Durante una producción normal, los peces pueden alimentarse 7 días a la semana, con un alimento formulado de alta calidad. Debido a su alta tasa metabólica, los peces pequeños necesitarán mayor cantidad de alimento en relación a su peso y en relación a la ingesta de los grandes peces. Como los peces son animales poiquilotermos, la temperatura de su cuerpo y su tasa metabólica variará con las temperaturas del medio de cultivo.

La temperatura mínima para crecimiento en las truchas, está situada cerca de los 3,5°C. A esta temperatura o en su entorno, el apetito de los animales disminuye, operando muy lentamente su sistema digestivo. En este caso, se requerirá solamente una dieta de “mantenimiento” (0,5 a 1,8% de su peso corporal/día). Un ofrecimiento de mayor porcentaje, producirá pobres resultados en conversiones alimentarias, mayores desechos de alimento no consumido en los cerramientos y lógicamente, una pérdida de dinero para el productor. Por encima de la temperatura señalada, el metabolismo y la tasa de crecimiento de esta especie aumenta hasta aproximadamente los 18,5°C; dependiendo de la raza genética mantenida en cultivo. Las temperaturas óptimas para un crecimiento eficiente, están situadas entre los 13 y 18,5°C (15°C constantes), pudiéndose emplear tasas de alimentación de máximos niveles (1,5% hasta 6% diario del peso corporal). Por encima de los 18,5°C, la tasa metabólica continúa aumentando hasta que la temperatura se aproxima a los niveles letales; pero la capacidad de carga en oxígeno de las aguas y los requerimientos respiratorios de los propios peces, marcará el



limite sobre la cantidad de alimento que los animales procesen eficientemente (caso de áreas marginales para cultivo de trucha arco-iris en nuestro país).

En aguas templadas (mayores de 18,5°C), el sistema digestivo de las truchas no utiliza bien los nutrientes y mucho del alimento consumido, se digiere sólo parcialmente antes de su eliminación. Este alimento no-digerido, debe evitarse, ya que sus desechos quedan en el agua, incidiendo en la disminución del OD en las aguas (a mayor temperatura); estos factores actúan negativamente en producciones comerciales, produciendo arritmias respiratorias en los peces, con el resultado de altas mortalidades.

La mejor manera de determinar la cantidad y el tamaño correcto del alimento a ofrecer en producción, es utilizar las guías, que proveen las empresas elaboradoras o bien, guiarse por las cartas de alimentación, existentes en la bibliografía general de cultivo de truchas, hasta manejar los propios parámetros físicos del cultivo en producción. Estas guías o cartas, deben ser solamente utilizadas como tales, ya que se necesitará realizar un ajuste, de acuerdo a las condiciones específicas de cada establecimiento individual, en el lugar del sitio elegido. Por eso resulta importante que, desde el inicio del cultivo, el nuevo productor ingrese diariamente todos los datos obtenidos en su establecimiento (temperatura y OD, así como registros sobre cantidades de alimento ofrecido, crecimiento, mortalidades, etc.). El buen crecimiento de las truchas en cultivo, ayudará a predecir la tasa de crecimiento estacional para cada establecimiento en particular y cómo mejorar la producción en beneficio de una mayor rentabilidad.

La primera regla a tener en cuenta en los cultivos, es que los peces necesitarán menos alimento del que ellos pueden realmente ingerir. La sobrealimentación puede llevarlos a utilizar menos eficientemente el alimento y la tasa de crecimiento no aumentará en forma significativa. Por el contrario será una pérdida en dinero para el productor. Para proveer la cantidad de alimento apropiado, se necesita conocer el número y talla de los peces bajo cultivo (muestreos periódicos indicados).

A temperaturas cercanas a los 12,5°C, se realiza un simple recuento de los peces en forma semanal y un ajuste del porcentaje de alimento a ofrecer. En las aguas frías, una muestra cada 2 semanas es suficiente. Si el alimento seleccionado es bueno, y se ha determinado la cantidad necesaria para los peces, la siguiente pregunta a contestar por el productor, es **“cómo alimentarlos”**.

Los métodos específicos de alimentación en truchas, dependen del tamaño de los animales bajo cultivo. El primer alimento ofrecido a las larvas, debe ser colocado en pequeñas cantidades, manualmente y por lo menos, ofrecido entre 8 y 10 veces durante el día; hasta que se observe que todos los peces estén comiendo activamente. Este es el período de mayor atención, puesto que si desde el comienzo, los peces son bien alimentados (con un buen alimento), los animales responderán ampliamente en cuanto a crecimiento durante la producción. Pasado este período y de acuerdo a la producción mantenida, se podrán utilizar alimentadores automáticos que en general, son muy prácticos. De todas formas, es conveniente que el productor, ofrezca él mismo dos o



tres al día alimento en forma manual; observando así, la actividad de los pequeños peces.

La frecuencia de la alimentación disminuye, hasta cerca de 5 veces al día, en el transcurso del cultivo y a medida que los animales crecen. La trucha puede almacenar hasta el 1% de su peso en alimento seco en cada toma, por lo que la frecuencia debe ajustarse de acuerdo a ello.

Los pequeños peces ganan rápidamente en peso, por lo que deberán monitorearse semanalmente (pasadas las 4 a 6 primeras semanas de vida), y la ración será ajustada, de acuerdo al peso promedio obtenido. Mientras los peces sean menores a los 2,0 cm de talla, el alimento se distribuirá en los 2/3 de la superficie del agua, asegurándose de esta forma que todos accedan fácilmente al mismo y posibilitando además, la mayor uniformidad de tallas en los lotes bajo cultivo. El alimento que se hunde es ignorado por las pequeñas truchas y su exceso deteriora la calidad del agua y promueve enfermedades, por ello debe procederse además a una limpieza normal diaria.

Cuando los juveniles así cultivados, hayan sido trasladados a raceways, tanques o estanques en tierra o jaulas, existen otras alternativas para su alimentación. La alimentación manual ya no es práctica y, en general, se usan alimentadores automáticos al tratarse de grandes establecimientos. Los auto alimentadores resultan muy útiles, ya que los peces se entrenan en su uso. Los medicamentos incluidos en el alimento pueden ser proporcionados por medio de estos aparatos. Existen formas variadas de alimentadores automáticos y mecánicos, que estén disponibles para cultivos de truchas, aunque no en el mercado de nuestro país. También los hay de tipo eléctrico, a base de otras energías, incluida la solar. Los automáticos funcionan solos, con un timer y últimamente existen también alimentadores automáticos con sensores, que son denominados “alimentadores inteligentes”. Las truchas de más de 13 cm se acostumbra rápidamente a autoservirse en los alimentadores de autodemanda, ganando rápidamente en peso y usando el alimento en forma eficiente. Sin embargo, estos artefactos presentan la desventaja de que los animales “juegan” con el sistema, produciéndose en determinados casos, un mayor gasto. Actualmente, el uso de alimentadores en las altas producciones de truchas, ha eliminado las grandes deficiencias de oxígeno que se producían antiguamente y ellos colaboran además, en reducir la mano de obra asociada a la alimentación y por ende, parte del costo operacional del proyecto.

Los alimentadores pueden cargarse por varios días (Fig. 10). Estos artefactos ofrecen dos desventajas: un ajuste impropio lleva a la sobrealimentación y sólo ofrecen alimento en una sección reducida del sistema. La sobrealimentación se convierte en problema especialmente, en los cultivos de truchas de tamaño grande ya que como mencionamos, los animales raramente captan el alimento del fondo del cerramiento.





Figura 10: alimentador automático (Il Pesce, 1/1995).

La alimentación para trucha, debe restringirse o detenerse, cuando la temperatura del agua se encuentra por debajo de los 3°C o por encima de los 18,5°C. Es importante además reducir adecuadamente la tasa de alimentación cuando los peces están enfermos o bien, si el productor se notifica de que el apetito de los animales ha disminuído. En los períodos en se efectúan traslados o si se efectúan manejos (por ejemplo clasificaciones o muestreos) se evita alimentar con 24 hs de anticipación. Si los traslados son a grandes distancias o si se los traslada para su procesamiento, se suspende la alimentación por un mínimo de 3-4 días previos a la operación y con mayor razón, cuando las temperaturas son bajas, debido a que a menores temperaturas, disminuye la tasa de digestibilidad.

En general, se producen alimentos especialmente elaborados con antibióticos (oxytetraciclina u otros) o carotenos (para coloración de la carne), que están disponibles en el mercado argentino o pueden ser solicitados al fabricante. Estos alimentos, son más caros que los comunes y deben utilizarse en las ocasiones o períodos correspondientes. Los antibióticos se emplean solamente una vez que se ha realizado en el laboratorio, el diagnóstico de la presunta enfermedad ocasionada por determinado microorganismo, de forma tal que se aplique el medicamento adecuado y en la dosis correspondiente. *No deben utilizarse antibióticos sin diagnóstico previo o en dosis menores que las indicadas, ya que en el primer caso, es probable que la enfermedad no responda al medicamento y en el segundo caso, probablemente se favorezca la creación de cepas resistentes de microorganismos y posteriormente, la enfermedad se convierte en crónica.*

En el caso de los pigmentos carotenoides, los mismos se utilizan en producción de trucha y salmón, para conferir una coloración rosada a la carne de los peces, no afectando ni su salud, ni su tasa de crecimiento. Una pigmentación exitosa puede lograrse en tres meses de alimentación cuando los peces ingieren activamente el alimento, y en 6 meses, si las temperaturas son menores a la óptima. En general, existen dietas especialmente formuladas para peces reproductores, que necesitan alimentos especialmente diseñados, de tal forma que sean aptos para que los animales respondan a la preparación gonadal para su maduración y desove posterior y además porque los productos sexuales deben ser aptos.



Las producciones en tierra (estanques en tierra, en cemento, raceways y tanques) de diferente tonelaje existentes en nuestro país, abarcan desde unas pocas toneladas anuales, hasta un potencial máximo de 70 tn/año actual y utilizan en general, sitios favorecidos por una muy buena calidad de agua (proveniente de las sierras), desde Jujuy hasta Córdoba (e inclusive provincia de Buenos Aires), con emprendimientos situados a nivel de mar o bien a una determinada altura, que podría ofrecer mejores expectativas con respecto al abastecimiento continuo de agua y al mantenimiento de las adecuadas temperaturas para el cultivo de la trucha. Otros cultivos, de mayor volumen, se desarrollan en embalses y/o lagos, en jaulas.

2.1.3.- Cultivo de truchas en jaulas suspendidas en cuerpos de agua aptos.

Los cerramientos denominados “jaulas”, se hicieron populares desde hace más de una década y se los utilizó inicialmente en el cultivo comercial de salmónidos (del Atlántico, del Pacífico y trucha arco-iris, principalmente) para engorde realizado en mar o también, para el caso de cultivo en agua dulce. En varios países se efectúa o se efectuó el cultivo de los juveniles de salmón en la fase de agua dulce, hasta alcanzar el juvenil denominado smolt, apto para su traslado al mar, en lagos (Canadá principalmente), debido a su mejor rentabilidad.

Las truchas pueden cultivarse en mar o en agua dulce en el sistema de jaulas suspendidas (Fig. 11, 12 y 13). En el mar, el cultivo se realiza hasta que ellas se aproximan a la madurez sexual, alcanzando durante ese período 1,5 a 2,0 kg. de peso o más; mientras que en agua dulce los cultivos que se desarrollan en el país, alcanzan la talla que abarca desde el “pan size o plato”, hasta las más grandes, cercanas a 2,5 kg. La mayor parte de los productores argentinos, llevan su producción hasta peso de 250 a 300 g o más en agua dulce, dependiendo de la rentabilidad que se busque y de acuerdo a la demanda; así como los precios ofrecidos en el mercado mayorista. Solamente una empresa, situada en nordpatagonia ha realizado cultivo en agua dulce, de trucha arco-iris, (individuos triploides) hasta alcanzar un peso cercano o más de 3 kg.



Fig. 11: tren de jaulas en cultivo de trucha en agua dulce
(embalse de Alicurá – Argentina – Truchas Alicurá).



El sitio elegido para un cultivo en jaulas flotantes (en mar o agua dulce), debe ser protegido, con suficiente renovación de agua para asegurar la oxigenación normal, no siendo suficiente el propio movimiento continuo de las balsas jaulas. Se debe considerar la acción de las olas, las mareas y las velocidades de las corrientes detectadas. La profundidad por debajo de las jaulas es importante y deberá ser suficiente durante los más bajos movimientos del agua (mareas en mar o desniveles en embalses de generación eléctrica u otros usos). Las tormentas y los movimientos fuertes (mareas sumadas a fuertes vientos) podrían afectar las estructuras, por lo cual los sitios deben elegirse cuidando de evitar pérdidas en la producción; descartando aquellos sitios accesibles, pero con vientos continuos durante todo el año. En general, las costas marinas probables para estos cultivos, presentan baja contaminación.



Figura 12: cultivo de “smolt” en jaulas en agua dulce
(Chile - Salmoamérica).

La elección del sitio deberá adecuarse además a la legislación existente en cada una de las provincias con litoral marítimo, ya que algunas áreas protegidas son restringidas y están destinadas a zonas de pesca, puertos, turismo u otros usos y las reglamentaciones definirán en cada caso, la carga autorizada por concesión, etc. Los fondos rocosos en mar, al igual que en agua dulce, se descartan debido a la dificultad de los anclajes; mientras que tratándose de fondos arenosos en el medio marino, se deberá considerar las fuertes corrientes que pudieran afectar el crecimiento de los peces en cautiverio.





Figura 13: cosecha de “smolts”, cultivo en agua dulce en jaulas para su transporte al mar (Salmoamérica - Chile).

Las temperaturas en el mar no fluctúan tan ampliamente como en las aguas dulces y las del invierno no son bajas, manteniendo el crecimiento en los meses invernales, obteniéndose peces de 1,5 a 2 años, cercanos a 2 Kg., requeridos en casas de familias, hoteles o catering. Por ello, el crecimiento de estos peces es más rápido en el medio marino. Chile produce un alto tonelaje de trucha arco iris (de diferentes variedades) en mar, existiendo actualmente producciones hasta la altura de la localidad de Punta Arenas. La producción total de exportación (prácticamente toda la producción de ese país) para el rubro truchas en 2003, fue de 47.721,2 toneladas (Aquanoticias, 2004).

Los mayores cultivos de trucha en mar, comenzaron primariamente al norte de Escandinavia, donde los inviernos son largos y fríos. Las temperaturas de los cuerpos de agua dulce, sólo alcanzan (a esa latitud), a promover el crecimiento de los animales en los pocos meses del verano. Los juveniles de 1 año no llegarán entonces a un tamaño suficiente para venta a talla de “plato o pan size”, no pudiendo competir en el mercado con el producto proveniente de otros países más cálidos; ya que se necesitan para finalizar el producto, aproximadamente 18 meses de cultivo; siendo el costo de producción muy alto para obtener rentabilidades aceptables. Por esa razón, los cultivos marinos ofrecieron mejores alternativas para una alta comercialización, como es el caso del cultivo de truchas realizadas en varios países con costa marítima.

En el clima templado - frío de la región patagónica, donde las temperaturas son bajas y los períodos de engorde se prolongan, el cultivo de animales en el mar, favorecería su crecimiento hasta mayor tamaño. Durante 1998-99, la provincia de Tierra del Fuego, realizó una experiencia piloto de cultivo en mar con una línea de trucha arco iris, importada de Chile. El cultivo se realizó dentro del Programa de Incorporación de Tecnologías de Especies de Salmónidos y el sitio elegido fue la costa del Canal de Beagle (Isla Redonda), que presentó las mejores características para la instalación de los sistemas flotantes (fig. 8b). Los parámetros ambientales del sitio mostraron profundidades adecuadas (máxima de 35 m y mínima de 9 m a 15 m desde costa), salinidad de 21 a 27 por mil y temperaturas de agua de entre 4 a 10°C. Los 15.000



juveniles trasladados, poseían a su llegada 60 gramos promedio en peso y fueron aclimatados antes de su colocación, en tres jaulas. La mortalidad por traslado desde origen (cerca de 2.200 km) hasta la provincia fue mínima, pero la correspondiente al traslado por mar fue más alta (12 y 1000 ejemplares, respectivamente). La condición sanitaria del plantel fue en general satisfactoria y su crecimiento muy bueno, abarcando el período de cultivo cerca de 18 meses.

Las densidades de siembra para cultivo en agua de mar, son en general más bajas que en los cultivos en agua dulce; considerando que la cantidad de oxígeno en mar a saturación, es del orden de un 25% menor que en las aguas dulces a la misma temperatura.

En la región nordpatagónica, existen cultivos comerciales de esta especie en agua dulce, realizados en jaulas, por empresas que desarrollan producción desde un mínimo de 6 hasta un máximo de 600 tn/año, actualmente y que se encuentran asentadas en el embalse de Alicurá, sobre el río Limay (límite entre las provincias de Neuquén y Río Negro). Cada productor instalado ha concesionado la superficie de agua que utiliza, así como una base en tierra. Este embalse, al igual que otros de la región, muestra características muy interesantes para producción truchera, debido principalmente al mantenimiento de la temperatura anual promedio. Este factor, permite obtener la “cabeza de lote” de la producción a los nueve meses del inicio, habiendo partido de juveniles con pesos promedios de 1,5 a 2,0 gramos y alcanzando la cosecha total a los 12 meses, cuando se trata de tallas “plato o pan size”. En la provincia del Chubut existe producción en el lago Rosario y en la de Tierra del Fuego, producciones en tierra, con un período de cultivo más extenso en tiempo con respecto a los embalses del norte de Patagonia.



Figura 14: cultivo de trucha arco-iris, lago Rosario,
Chubut (Arauco Truchas – Argentina)

En los cultivos en jaulas suspendidas, los dos factores principales a contemplar son la disminución del estrés ocasionado por manejo y el contar con un buen alimento



nutricionalmente completo, así como con buenas prácticas de alimentación. El estrés está asociado al manejo. Durante el período de crecimiento en las jaulas, el manejo debe ser tal, que los peces sufran las menores perturbaciones. El movimiento de las jaulas, la observación de los individuos, las clasificaciones, redadas para submuestras, presencia de animales externos (lobos u orcas y aves en el mar; aves piscívoras en agua dulce) son todos factores que producen estrés en los peces y como consecuencia, la reducción en el consumo de alimento, disminuyendo su crecimiento; pudiéndose además, manifestarse enfermedades.

El taponamiento de las redes por organismos (algas o invertebrados) que se asientan sobre las estructuras, produce una disminución de oxígeno disuelto a través de las mallas, lo que es solucionado con la utilización de un material previamente tratado, o efectuando recambio de las redes y su hidrolavado en tierra (Fig. 11). Un cultivo de este tipo necesitará contar con un acceso al “tren de jaulas” que puede cumplirse por medio de embarcaciones o conexiones directas a tierra, con estructuras que están ubicadas medianamente cercanas a la costa.

Los problemas asociados a prácticas incorrectas de alimentación son particularmente agudos en este tipo de cultivo debido, por un lado, a la ausencia de alimentos naturales disponibles para los peces confinados y, por el otro, al deterioro de la calidad del agua, como consecuencia de los desechos alimentarios que pueden afectar posteriormente, en forma directa, a los peces en encierro. Estas prácticas erróneas, incluyen: utilización de una pobre calidad de alimento, alimento incompleto, alimentación inadecuada, sobrealimentación o alimentación fuera de los horarios establecidos. Los peces cultivados en jaulas, se encuentran confinados en una pequeña área y a altas densidades, por lo que es obvio que estarán más expuestos a un estrés frecuente.



**Figura 15: lavado en tierra de redes de jaulas marinas
(Chile – Salmoamérica)**

Varios de estos problemas carecen de solución simple, pero en la mayoría de los casos, se reduce con un mejoramiento en el manejo de la producción.



En general, cuando los productores utilizan jaulas, inician su producción comprando alevinos. Si estos provienen de afuera del establecimiento, es posible que por el traslado, sufran cierto estrés. Este estrés puede producirse además en el propio confinamiento, durante las cosechas en el lugar de producción, o durante el transporte; pudiendo además incluir, shocks por altas o bajas temperaturas, así como deficiencias en oxígeno, cambios de pH, alta acumulación o un tratamiento rudo.

El primer contacto del productor con los peces, se produce, en general, cuando recibe los juveniles que compra; por lo tanto, debe ser exigente en cuanto a la calidad de la partida. Para un exitoso cultivo y producción en jaulas, la siembra debe realizarse con juveniles de alta calidad, tamaño uniforme y libres de enfermedades. El productor de alevinos o juveniles que conoce su producto, lo mantendrá en cuarentena y hará inspeccionar las partidas para venta por un ictiopatólogo, obteniendo los correspondientes certificados. El productor o bien, el patólogo, al observar los lotes, deberán comprobar en general, principalmente:

- si existen lastimaduras o decoloración de la piel, si el cuerpo de los peces es muy estrecho y si se presentan variaciones de color dentro del grupo,
- la condiciones que presentan las agallas y las aletas. Si son frágiles, si están erodadas, pálidas o hinchadas,
- si existe comportamiento anormal en el plantel, si la natación es débil o errática, si no evitan las redes o si buscan aire en superficie.

Todas estas características indican posibilidades de problemas inmediatos o futuros. Si se inicia una producción de peces, con ejemplares en condiciones anormales, probablemente se presentarán enfermedades acompañadas de pérdidas económicas. Los peces comprados deben presentar óptimas condiciones de salud.

La siembra en las jaulas, significa siempre un estrés para los animales, por lo tanto es necesario que el transporte se efectúe dentro de containers apropiados, con el equipo correspondiente y contando con experiencia en el transporte de peces. El suplemento de oxígeno durante el traslado, la igualdad en las temperaturas del cuerpo receptor a las del agua de traslado de donde se extraen (rango de 5°C) a la siembra, etc., son los factores a tener más en cuenta. Para reducir el estrés y eliminar ciertos parásitos durante el transporte, puede agregarse, Cloruro de Sodio (sal), al contenedor.

Si las temperaturas dentro del contenedor y en las jaulas, difieren en más de 5 grados, deberán se corregidas, controlando con un termómetro. Si no se realiza esta adaptación previa, podrá producirse alta mortalidad o los juveniles perderán sus defensas para resistir infecciones secundarias de parásitos o ataques bacterianos. Los peces sembrados, deberán quedar colocados en las jaulas sin recibir alimentación alguna, durante 1 a 2 días, hasta que se considere que se han recuperado.

El estrés nutricional es muy común durante los cultivos. Hoy en día, las investigaciones sobre nutrición han progresado, existiendo dietas balanceadas y completas; formuladas a partir de alimentos elaborados en forma comercial. Las



raciones específicas para salmónidos, son importantes para un exitoso crecimiento y correcta sanidad dentro de las poblaciones confinadas. El alimento debe ser de tipo completo (balanceados, con los adecuados niveles de proteínas y energía, aminoácidos y ácidos grasos esenciales; suplementados con vitaminas y minerales en forma completa) ya que se trata del único alimento que recibirán los peces en cautiverio. Debe considerarse con atención, principalmente, su contenido en vitamina C.

El alimento peletizado extruido (flotante), especialmente elaborado para truchas, es ideal porque puede ser bien capturado por los peces y permite al productor, al mismo tiempo, observar su actividad. El alimento sumergible se pierde a través de la red y no es capturado por los animales. Las truchas necesitan en engorde, alimentos de alto valor proteico (40-42 %) y en tamaño adecuado a su talla.

Los alimentos medicados son preparados con anticipación para los catorce primeros días posteriores a la siembra, como precaución frente a infecciones secundarias de origen bacteriano, causadas en general por el manejo durante el traslado. No se necesita incluir antibiótico, cuando los peces han sido certificados (exentos de enfermedades) y si se conoce su origen y calidad.

A las temperaturas óptimas de la especie y cuando los niveles de oxígeno son adecuados (cerca del 70% de saturación), los animales capturan e ingieren mayor cantidad de alimento. Los niveles aceptables de oxígeno se registran a media mañana y en las últimas horas de la tarde. En el caso de las truchas, si el porcentaje total del alimento se divide en varias raciones diarias, está comprobado experimentalmente, que la asimilación mejora.

La tasa de alimentación, se calcula sobre la base del peso corporal diario, el tamaño de los animales y la temperatura del agua. Los pequeños juveniles se alimentan al 4-5% de su peso corporal, mientras que los más grandes lo hacen al 3% y cuando se está cercano a la época de cosecha, sólo se ofrece un 2% diario. El alimento se ajusta a medida que los peces crecen.

Así como es importante no sobrealimentar, también es importante no subalimentar, ya que si se alimenta por debajo de la tasa indicada para la fase o periodo correspondiente, los animales reducirán la tasa de crecimiento, al mismo tiempo que la producción y las ganancias del productor. Las truchas suelen comer todo lo que se les ofrece en el término de 20 a 30 minutos. En las jaulas, se alimenta a los peces, 6 a 7 veces a la semana. Existen dos formas de determinar la tasa alimentaria y ambas se basan en la obtención, según datos obtenidos, de las conversiones alimentarias, o bien, sobre la determinación en base a los muestreos corrientes realizados.

Si se conocen los pesos individuales de los peces a la siembra en cada jaula, se podrá calcular el peso total (biomasa) que se mantiene bajo cultivo, al inicio. Por tablas se calcula, aproximadamente, la cantidad de alimento que es necesario ofrecer a la talla conocida de los animales sembrados (% del peso corporal) y se determinará la cantidad de alimento que insumirán diariamente, para la primera semana y así sucesivamente.



Para su recálculo, se realiza una nueva estimación, determinando el crecimiento producido. Conociendo la cantidad dada por día durante esa semana y la conversión estimada, se conocerá la nueva tasa. El método de estimación por muestreo permite conocer el peso de los peces a través de una submuestra de la población. Este relevamiento puede efectuarse cada 2 semanas y se requiere, al menos, la captura del 10% de los peces encerrados en cada jaula muestreada. Se determina el peso promedio de la submuestra y de los individuos, y se estima el porcentaje de consumo en base a tablas, multiplicando por el total de peces en cada jaula. Cuando las condiciones de temperatura son altas, se evita efectuar muestreos sobre los peces. La experiencia de los productores a medida que emplean el sistema de cultivo en jaulas, ayuda a determinar con mayor ajuste, el manejo de estos cerramientos, como se resume más abajo:

- la observación de los peces durante la alimentación es vital y su comportamiento, mostrará la sanidad del lote en ese momento. Un pobre comportamiento alimentario, alertará sobre anomalías en las condiciones de sanidad.
- los niveles de alimento se reducen cuando las temperaturas son muy altas o muy bajas, ofreciendo la cantidad de alimento diaria que los peces sean capaces de capturar.
- los días fuertemente nublados o aquellos con vientos fuertes y constantes, no conviene ofrecer alimento; ya que estas condiciones reducen la concentración del oxígeno, así como la difusión de este gas en el agua (especialmente si el fenómeno se mantiene varios días). El ofrecimiento de alimento en estas condiciones, sólo complicará la situación.
- el alimento, además de cumplir las exigencias en cuanto a requerimientos y calidad, deberá almacenarse en lugar seco y frío. Las compras efectuadas por el productor es conveniente que se conserven solamente 90 días después de su elaboración (el fabricante debe hacer constar la fecha) y no de su compra. El alimento con hongos o decolorado debe descartarse por probable infestación con toxinas (las aflotoxinas son dañinas para los peces) que pueden llevar a grandes pérdidas.

A continuación se incluye una tabla que muestra los precios correspondientes a los productos de Salmónidos corrientemente producidos por acuicultura, en Chile, aunque ellos varían a través de los años (ver tablas en el punto mercado).

Tabla 6: Precio promedio de exportación de salmónidos según línea de elaboración y especie (a agosto del 2003)



Tipo de producto	Valor promedio (US\$/kg FOB)
Salmónidos	
Salmón del Atlántico	4,4
Salmón coho	3,5
Salmón rey	1,9
Trucha	3,4
Congelado	
Salmón del Atlántico	4,5
Salmón coho	3,5
Salmón rey	1,9
Trucha	3,2
Fresco	
Salmón del Atlántico	4,3
Salmón coho	2,4
Trucha	3,8
Conservas	
Salmón del Atlántico	4,8
Salmón coho	4,9
Trucha	3,8
Ahumado	
Salmón del Atlántico	9,4
Salmón coho	0,6
Trucha	8,6
Seco salado	
Salmón del Atlántico	4,9
Salmón coho	6,5
Trucha	3,8

Fuente: Aquanoticias, 2004.

3.- TRUCHA SALMONADA O DE ARROYO (*Salvelinus fontinalis*).



Figura 16: “trucha de arroyo” (*Salvelinus fontinalis*)
(de Wegrzyn y Ortubay, 1993).



Generalidades

La *Salvelinus fontinalis*, perteneciente al grupo de las “charrs”, es endémica de América del Norte y se la encuentra bajo condiciones naturales en el nordeste de ese país y prácticamente en todo el Canadá (“omble de fontaine”). Es la más conocida en sus aspectos biológicos y de cultivo dentro de ese grupo de especies. En el Hemisferio Norte sus poblaciones han disminuido por efectos de la destrucción forestal, las prácticas de la agricultura, el uso industrial de las aguas, los cierres de ríos por represas y la contaminación acuática (Power, 1980). Lógicamente, los cultivos han sido el remedio principal para su continuidad.

Debido a su fama y atracción en pesca deportiva, se la introdujo también con éxito en varias zonas del oeste de Estados Unidos y de América del Sur (incluido las Islas Malvinas), Nueva Zelandia, Asia, y varios países europeos (Mac Grimmon y Campbell, 1969). Los primeros conocimientos sobre sus desoves artificiales se obtuvieron desde mediados de 1800, cuando se produjo la fertilización y nacieron las primeras larvas en cautividad. Desde hace unas décadas se la cultiva en pisciculturas estatales o privadas, existiendo abundante bibliografía acerca de las técnicas sobre su cultivo, nutrición, enfermedades y propagación artificial. Estos conocimientos disponibles y la obtención de gran número de tallas uniformes, han hecho que sea utilizada incluso para trabajos de ensayos sobre fisiología, toxicología y farmacología en general (Geoffrey, 1980).

La reproducción en ambiente natural se manifiesta dentro de un período variable, de acuerdo a la latitud y las temperaturas de los ambientes donde habita. El desove se realiza naturalmente sobre fondos de piedra, en aguas poco profundas, en la cabecera de los cursos de ríos y también sobre fondos pedregosos de lagos a donde acceden los arroyos y donde la corriente es moderada. Una misma hembra puede reproducirse varias veces con diferentes parejas, durante las horas diurnas. Los huevos son grandes, miden de 3,5 a 5,0 mm en diámetro. Su número varía según el tamaño del ejemplar, desde 100 en una hembra de 14 cm de LT, hasta 5.000 en un ejemplar de 56 cm. El período de incubación en ambiente natural depende de dos factores principales: temperatura y oxígeno. A 5°C la eclosión se produce en 100 días, mientras que a 10°C en alrededor de 50. La temperatura letal se sitúa en los 11,7°C. (Scott y Crossman, 1973). Los alevinos que nacen, quedan quietos en el fondo hasta reabsorber el saco vitelino y nadan libremente cuando poseen cerca de 38 mm de longitud, y al alcanzar cerca de los 50 mm aparecen las escamas. El ritmo de crecimiento varía de una región a otra, según las condiciones ambientales.

En estado silvestre, los ejemplares raramente sobrepasan los 5 a 8 años de vida, aunque existen datos de individuos introducidos en California que han alcanzado los 15 años. Llegan a la madurez sexual a los 3 años, y algunos individuos a los 2. Suelen habitar cursos de agua con corriente y lagos fríos, claros y bien oxigenados. En períodos de mayores temperaturas buscan las aguas menores de 20°C. Como todos los salmónidos son de hábito carnívoro y los individuos silvestres, se nutren de una gran variedad de animales según su talla. La ingesta aumenta o disminuye en función de la temperatura del medio. Normalmente, existe un grado de canibalismo (efectuado sobre



huevos y juveniles) y sus más serios predadores, como en todos los cultivos acuáticos, son las aves ictiófagas.

Dentro del grupo de las charrs, es la más común en cultivo. Según los datos estadísticos del 2000 (FAO, 2000) se cultivan en Francia, Eslovaquia, Checoslovaquia y otros países, con un aporte total de 609 toneladas. Es una especie que presenta alta fecundidad en cautiverio, lográndose entre 2500 a 6000 huevos/kg. de hembra desovada. La madurez sexual en cautiverio se alcanza a los dos años para los dos sexos. Las hibridaciones realizadas con la "*crístivomer*" y la trucha "*fario*", han producido ejemplares con mayor resistencia a las enfermedades, especialmente a la forunculosis (a la cual estas truchas son sumamente sensibles) y también se ha mejorado su crecimiento.

En Francia se la cultiva con objeto de consumo y mayormente para pesca deportiva en estanques. El rango de temperaturas para incubación incluye de 1 a 11°C, pero la óptima es entre 6 y 8 °C. Las temperaturas de crecimiento en cultivo se sitúan entre los 14 y 17°C con un óptimo en 16°C. Toleran entre 10 y 19°C y hasta un máximo de 25°C en ambientes naturales. Para su alimentación, puede tomarse como guía las tablas existentes para su cultivo en los países del Hemisferio Norte. La tasa de oxígeno disuelto que necesitan se sitúa en los 6 mg/litro y se puede cultivar en estanques con una densidad de entre 7.000 a 10.000 alevinos por hectárea o bien, entre 1.000 a 1.500 juveniles por hectárea. Presenta carne de excelente calidad y muy fácil de colorear en cultivo.

4.- “TRUCHA ARTICA O ARTIC CHARR” (*Salvelinus alpinus*).

4.1.- Generalidades:

La *Salvelinus alpinus*, pertenece también al complejo de especies de truchas circumpolares. Se trata de una especie ampliamente conocida por su alta plasticidad fenotípica. Posee formas de vida residentes en agua dulce y también anódromas. Son especies bentónicas o pelágicas en los lagos, que pueden vivir también en arroyos, desovando directamente dentro de los mismos cursos de agua o en los lagos. Sus formas anódromas, producen smolts a una alta y variada edad que pasan naturalmente varios veranos en el mar, desovando en parte del verano u otoño, residiendo en los lagos o ríos durante el invierno. Esta especie es muy poco resistente al agua salada durante el período invernal, mostrando alta mortalidad a 30 por mil de salinidad y temperaturas de 2 a 4 °C; por lo que su cultivo, no es posible de realizar en el mar. Los noruegos y los canadienses han desarrollado investigaciones sobre esta y otras truchas del complejo ártico, ya que las mismas han despertado el interés de los biólogos en temas que abarcan desde su evolución hasta sus formas ecológicas encontradas en las pesquerías.

Aunque el salmón del Atlántico cultivado en el mar en Noruega, es una especie bien establecida actualmente en el mercado, la charr ártica presenta ventajas para *acuicultores avezados*. Posee rápido crecimiento a bajas temperaturas (por debajo de los 5°C) y se puede cultivar a altas densidades (más de 200 kg./m³). Muestran excelente sabor en carne y son atractivas en cuanto a su apariencia. En 1989, los noruegos presentaron numerosos trabajos científicos en el Simposio de la American Fishery



Society, en Anchorage, sobre esta especie. Varios de estos trabajos se basaban en estudios específicos sobre poblaciones naturales, experiencias realizadas en hatcheries y referidas al potencial de la especie para cultivo. Algunos de ellos, trataban de la transformación del estadio de parr a smolt, secuencia clave para su producción en acuicultura, mientras otros se referían a la habilidad de la especie para captación del alimento balanceado en cautiverio, aspectos fisiológicos, crecimiento, etc.

Esta especie es la última que entró en cultivo en Noruega y actualmente en Canadá, con amplias posibilidades de ocupar un espacio propio en el mercado, como producto exclusivo, sin competir con el salmón y la trucha arco-iris (se la considera un manjar especial para mesas de élite). El crecimiento de los pre-smolt, bajo condiciones de cultivo, es más alto para esta especie que para el propio salmón del Atlántico, de la trucha marrón (*Salmo trutta*) y de la arco-iris; siendo similar al del salmón rosado (*O.gorbuscha*), según Gjærden y Gunnes, 1978. Según otros autores, las altas densidades de siembra (de 100 a 150 peces/m³) no retardan su crecimiento ni aumentan su mortalidad; siendo su cultivo, económicamente rentable. Ugedal, en 1994, mostró los resultados logrados con producción total en agua dulce, aunque para el caso de Noruega, donde las temperaturas invernales en estos ambientes son extremadamente bajas, la especie muestra reducido crecimiento.

Islandia es el mayor productor (no existía en ese momento la producción proveniente de Canadá), mientras como producción de *Salvelinus spp.*, figuran Noruega y Suecia, siendo Noruega el principal productor. Actualmente, en Canadá, existe una empresa con producción comercial dedicada exclusivamente a esta especie, con mercado en el propio país y Estados Unidos y proyección de apertura a mercados de los países asiáticos. La empresa, que trabaja con una línea de cultivo denominada “Yukon Gold”, originaria de individuos silvestres de Canadá, recomienda su cultivo, debido a sus precios premium en mercado, su alta tolerancia a las temperaturas, alto crecimiento y excelente conversión alimentaria. La misma firma propone ventas de huevos y juveniles y ofrece compra de producción y asistencia técnica

5.- "SALMON COHO O PLATEADO" (*Oncorhynchus kisutch*) y "SALMON DEL ATLANTICO" (*Salmo salar*),



Figura 17: salmón plateado (*O.kisutch*) (de Infopesca).

5.1.- Generalidades.



Los "salmones", son peces estrictamente migradores, ya que nacen en agua dulce y migran hacia el mar; retornando posteriormente al agua dulce para su desove. La influencia estacional actúa no sólo sobre el desove, sino también sobre la "smoltificación", el proceso fisiológico por el cual, estos peces nacidos en agua dulce migran posteriormente al mar en su estado silvestre, o bien, están aptos para ser introducidos en el mar (sin problemas para su metabolismo ya preadaptado), cuando se trata de producción en cultivos en jaulas suspendidas en ese medio.



Figura 18: Salmón del Atlántico (*Salmo salar*)
(Chile – Salmoamérica).

El ciclo vital de estas especies en cultivo, abarca en total (desde el estadio de huevos hasta el rango de comercialización) desde 2 años y medio, hasta cerca de 4 años y medio. A veces, el cambio hacia el agua salada no se produce en forma absoluta, por lo que los establecimientos de cultivo, suelen tener abastecimiento de agua dulce y salada, de tal forma que adaptan los pequeños "smolts" al agua de mar, por aumento progresivo de la salinidad, en los mismos tanques de estacionamiento o estabulación. Técnicas similares son utilizadas también en la adaptación de la trucha arco-iris al mar.

Los "smolts" deben ser manejados durante esa fase con sumo cuidado debido a su fragilidad, de tal forma que su traslado, así como su suelta dentro de las jaulas (ya preparadas en el mar), debe efectuarse por medios eficientes como son los transportes apropiados, canaletas o bombas al efecto.



Figura 19: cultivo en tierra de "smolt" de salmón del Atlántico (Chile - Salmoamérica)

Los volúmenes de peces sembrados, deberán ajustarse a las condiciones específicas del sitio elegido y según la especie en cultivo, no sobrecargando las jaulas y



basándose en los estudios efectuados previamente sobre corrientes marinas, profundidades, recambios de agua, etc.

Las jaulas utilizadas normalmente, están construidas con redes para salmónidos, de 1-2 cm² de ojo de malla, en material de nylon, sin nudos y pueden presentar diversas formas (cuadradas, circulares, octogonales, etc.). Jaulas de 10 x 10 x 4m, pueden presentar una capacidad de carga de hasta 1 tonelada de estos peces, si han sido colocadas en sitios adecuados, con buen intercambio de agua.



Figura 20: cultivo de salmón del Atlántico en jaulas circulares (Noruega).

En el caso de los diseños de mayor capacidad, se busca aumentar la producción, pero es importante tener en cuenta la importancia del manejo posterior (especialmente en casos de tratamientos específicos) o a las cosechas. El productor que realice este cultivo, deberá contar con "smolts" que obtendrá él mismo en tierra hasta alcanzar cerca de 60-70 g promedio de peso, trasladándolos posteriormente al mar; o bien, los comprará a otra productora. En nuestro país no existe actualmente producción de salmónes. Años atrás una empresa efectuó una prueba piloto demostrativa de salmón coho o plateado, con resultados relativamente buenos, en Bahía Huevo (Chubut) y la provincia de Santa Cruz (Bahía de San Julián) efectuó también una experiencia de producción, cuyos smolts fueron introducidos desde Chile en 1996, con resultados disímiles y no alentadores, por lo menos, en lo inmediato en cuanto a la necesidad de mayores estudios medio ambientales para la selección de sitios con parámetros correctos. Se necesitarán mayores estudios, de corte oceanográfico, para dar paso a este tipo de producciones en la costa del Atlántico suoccidental. Los salmónes introducidos en San Julián entraron a cultivo con un peso promedio de 78,6 gramos. El rango de pesos fue alto y al mes estaba situado entre 90 y 280 gramos (promedio de 200 g).

Ambos salmónes se producen en la costa Pacífica de Chile, habiendo sido su producción de cerca de 137.000 toneladas en 2003 (Aquanoticias, 2004).

El salmón plateado o coho (*O.kisutch*) presenta (según los japoneses) que iniciaron su cultivo en 1975, cuatro razones por lo cual su cultivo en jaulas en el mar, es considerado sumamente rentable, con respecto al de otras especies (incluido el salmón del Atlántico):



- debido a que su período de vida en agua dulce es naturalmente corto y su fácil aclimatación al medio marino,
- el plateado es, entre otras especies el que tiene mayor tolerancia a las temperaturas. Prefiere temperaturas de entre 7 y 12 °C; mientras su rango de potencial distribución esta situado entre los 5° y los 15°C,
- una vez en el mar, su crecimiento es excepcional. Alcanza de 2 y 3 Kg dentro del año transcurrido en este ambiente. Su tasa de crecimiento durante el primer año es 3 veces superior a la del salmón rojo y 12 veces la del salmón rosado.

Su ciclo de vida se inicia con la incubación de los huevos fertilizados, que pueden provenir de cosechas propias o comprados a empresas productoras. En hatchery son obtenidas las primeras eclosiones y los juveniles se cultivan en tanques en agua dulce. Durante este período, el peso corporal puede alcanzar entre 120 y 250 g y su LT entre 20 y 30cm. Cuando las aguas costeras aptas para su cultivo en mar, han alcanzado los 18°C, se pueden sembrar a los peces en las jaulas de aclimatación con transporte adecuado. Este período para estos salmones puede llevar cerca de 3 a 4 días antes de su traslado definitivo hasta las propias jaulas de cultivo. Una vez en ellas, los peces se alimentarán durante 13 meses, aproximadamente. La cosecha total, debe realizarse antes de que la temperatura del agua disminuya por debajo de los 18-20°C.

El cultivo del salmón del Atlántico (*S. salar*) se conoce desde hace más de 100 años. Su reproducción, obtención de huevos, fertilización e incubación es semejante a lo ya explicado para el caso de trucha arco-iris o del salmón plateado. Es el pez de mayor producción en cultivo actual a nivel mundial. Los jóvenes peces que pasan parte de su vida en los tanques de producción, se denominan “parr” y ellos son posteriormente sembrados en otros tanques en tierra o bien, en jaulas en agua dulce y cultivados hasta su estadio de “smolt” como en el caso anterior. Al alcanzar esta fase, el cultivo puede ser continuado en mar (para repoblamiento son sembrados en las aguas dulces). Naturalmente, el salmón del Atlántico es de hábitat alimentario piscívoro y muy territorial en los océanos. Alcanzan el estado de “grilse” en su primer año de vida, mientras que los adultos retornan a desovar a las aguas dulces. Sus cultivos se han desarrollado ampliamente en Noruega (el primer productor) seguido de Chile, Columbia Británica en Canadá, Gran Bretaña y otros países, debido a su alto precio en mercado, aunque hoy en día ha disminuido sensiblemente (al igual que otros salmones) debido a la alta producción mundial existente. En general, cuando los parr alcanzan los 30 a 50 mm de LT son traspasados a tanques en el exterior de los establecimientos y posteriormente (en un lapso de tiempo que dependerá esencialmente de las temperaturas del sitio seleccionado) se alcanza el estadio de smolt y los juveniles son traspasados al mar, en jaulas adecuadas. Luego de un tiempo adicional que puede alcanzar hasta los dos años, se obtienen peces comercializables de 2 y hasta más kilos, dependiendo de la demanda existente en los mercados. Es un pez importante para la acuicultura ya que es fácil de operar en cultivo, crece rápidamente en cautiverio y no madura sexualmente tan rápido como lo hace el salmón plateado o del Pacífico. Ultimamente, Chile ha volcado la mayor parte de su producción de salmones hacia el cultivo de esta especie.

6.- PRODUCCION MUNDIAL, MERCADOS Y COMERCIALIZACIÓN DE



SALMONIDOS.

Estos datos sobre generalidades del mercado de Salmónidos, pueden constituir solamente una guía para un productor interesado, ya que los mismos cambian a menudo y en el caso de los salmones, a partir especialmente, de su conversión en una commodity; debido en parte, a la extraordinaria producción actual y a la proyectada que, según varios expertos, alcanzará a más de 2 millones de toneladas para el año 2.010

Los mercados de salmónidos (principalmente del Atlántico, del Pacífico y trucha arco iris) han ido cambiando a través de la última década por lo ya manifestado y, en los últimos años, debido a los problemas económicos y financieros producidos en el Este Asiático (donde se encuentra Japón), su principal comprador. Este país con una población de 122 millones de habitantes, ejerce el mayor consumo de “productos del mar” a nivel mundial (cerca de 70 kg./persona/año). Este consumo, supone aproximadamente, un 40% del suministro de proteína animal en la dieta japonesa. Históricamente Japón mismo abastecía su propio mercado, pero desde la década del '80, con las restricciones pesqueras establecidas por todos los países a nivel mundial y la disminución en cuanto a su pesca de altura, aumentó drásticamente sus importaciones de pescado.

Los cambios en los mercados mundiales producidos en los últimos 30 años, favorecieron a los productores en sus exportaciones hacia Japón, que crecieron ampliamente. Dentro de los productos de mar importados por ese país, fue ciertamente el salmón el que el que sufrió los más duros cambios en el esquema de abastecimiento (Fishery Journal, Yamaha, 1990). Desde siempre, fue el pescado más comúnmente buscado por los japoneses. En 1990, cada japonés consumía 44 kg. de pescado fresco y casi 14 kg. entre producto seco y salado por año. Dentro de este consumo, el salmón constituía un promedio de 1,1 kg en fresco y 3,3 kg. de seco y salado; con un total de 4,4 kg/año, por lo cual estaba considerado como el segundo producto consumido después del calamar.

Para 1987, el total producido mundialmente de peces salmónidos era de 904.000 toneladas según la FAO y en ese entonces Chile, prácticamente, no existía en la escena de la producción. En ese año, el total de salmón producido e importado por Japón fue de 293.000 toneladas, con lo que ese país efectuaba un consumo de no menos del 32% de la producción de salmón a nivel mundial. El salmón del Pacífico (*O.kisutch*) y el salmón chum (*O.tschawytscha*) son los considerados como de mejor calidad, aunque sin embargo, merced al fuerte marketing de Noruega a favor del salmón del Atlántico, el mercado japonés y actualmente el chino, los han introducido, sumado al que exporta actualmente Chile; con lo que, prácticamente, este mercado ha alcanzado su madurez.

Los modelos de consumo difieren en Japón según las áreas geográficas, siendo en general, menor en las grandes ciudades que en las áreas rurales. El consumo per cápita de productos del mar ha variado también según las edades, observándose últimamente, un menor consumo en la población juvenil, debido a los cambios de estilo de vida y a las condiciones de comercialización, que han conducido a cambios en los



gustos, unido además al menor precio de la carne. En los últimos 10 años ha aumentado el consumo de proteína (carnes rojas y productos lácteos).

Cuando Chile nació a la acuicultura de Salmónidos y comenzó inmediatamente a crecer en forma rápida, se convirtió “naturalmente” en el proveedor del tradicional salmón plateado o coho y de trucha para Japón. Estas dos especies eran, primitivamente las de mayor cultivo en Chile. Posteriormente, también entró el salmón del Atlántico al mercado japonés en forma muy fuerte y reemplazando básicamente al “king” fresco de Nueva Zelandia y al salmón silvestre, proveniente de pesquerías. Aunque el mercado japonés se orienta por calidad, últimamente lo a hecho más por precio (Ovalle, 1999). Noruega también accionó sus recursos de marketing en el mercado japonés y actualmente lo hace en el chino, lo que significa una competencia fuerte en comercialización de salmónes, especialmente luego de la crisis económica ocurrida en los países asiáticos durante fines del siglo pasado. Sin embargo, el interés por el producto de salmón del Atlántico es muy creciente en Japón. Chile también compite por su producto trucha, con Noruega. *Actualmente los productores deben seleccionar cuidadosamente las especies a producir, ya que además de la enorme producción salmonera mundial, existe también la producción silvestre que es cambiante según las temporadas pesqueras.* Evidentemente, el tipo de cambio juega mucho en la comercialización hacia Japón y puede ser determinante para los productores de Chile, por ejemplo. El mercado de Estados Unidos continúa siendo interesante, debido al aumento del consumo que se ha producido en cuanto al salmón del Atlántico; lo que significa una buena perspectiva actual y futura (Seafood Int., 1/2000).

Tabla 7: PRODUCCION DE SALMON EN CHILE 1998-2000

SALMON DEL ATLANTICO		SALMON COJO		TRUCHA	
AÑO	TON.	AÑO	TON.	AÑO	TON.
1998	107,000	1998	77,050	1998	75,100
1999	102,400	1999	66,500	1999	46,200
2000	77,100	2000	52,200	2000	30,900

Fuente: Kontali, Informe Mensual del salmón (Sept.2000). El dato del año 2000, abarca hasta julio. (Extractado de Seafood Int., 1/2000).

Tabla 8: TOTAL DE EXPORTACIONES CHILENAS DE SALMÓNIDOS POR ACUÍCULTURA PERÍODO JULIO-AGOSTO 2002-2003

Tipo de producto	Cantidad (en toneladas)	Valor (en miles de US\$ FOB)	Valor promedio (US\$/kg FOB)
Salmón del Atlántico	101319,3	450539,3	4,4
Salmón coho	35206,6	123949,5	3,5
Salmón rey	32,2	60,6	1,9
Trucha	47721,2	164349,1	3,4
Total salmónidos	184999,2	744473,2	4,0

Fuente: Aquanoticias, marzo 2004



El mercado europeo está abastecido por Noruega y Escocia principalmente, por lo cual no existen muchas posibilidades de aumentar las ventas en el futuro para otros productores, ya que los costos de los fletes aéreos para abastecimiento en fresco son muy altos desde América del Sur y últimamente se han estabilizado. El congelado constituye una posibilidad, que utiliza Chile. El mercado alemán poco afecto a productos frescos (mostró una tendencia al aumento entre los años '95 a '98 para el salmón en fresco) y el mercado francés es considerado como posible y atractivo por los analistas chilenos, pero especialmente para salmón ahumado o salmón para ahumar, ya que el producto de origen chileno presenta menor contenido graso y ofrece mejores rendimientos. Últimamente Chile abrió nuevos mercados en América Latina, especialmente en Brasil. Este país ha importado en cantidad, pero los precios se han deteriorado algo con el tiempo, aunque el mercado continuaba siendo potencialmente importante hasta recientemente.

Las importaciones desde el exterior de productos de salmón en Argentina, fueron mayoría desde Chile con categoría de fresco-enfriado-entero y fresco-congelado-entero, habiendo aumentado en 1998 para prácticamente cesar luego del último proceso económico de Argentina.

7.- PERSPECTIVAS DE AUMENTO DE PRODUCCION Y CONSUMO EN EL FUTURO.

En lo referente al aumento de producción de salmón, la Asociación Internacional de Productores, ha publicado un estudio, que informa que ésta sobrepasará los 2,5 millones de toneladas en el transcurso del decenio (de cultivo y silvestre). Los estudios tomaron en cuenta la posibilidad de oferta tanto del salmón de cultivo como del salmón silvestre proveniente de pesquerías para el año 2010, pero las conclusiones obtenidas ofrecen cifras muy próximas. Productores de Noruega, Canadá, Chile y Escocia, evalúan un crecimiento correspondiente a un 7 % y a un 12% para cinco años (CFCE/VIPP, 1998). Estas cifras han sido calculadas en base a las siguientes premisas principales:

- el crecimiento actual de los mercados asiáticos, de países como Hong Kong, Taiwán, China y Singapur que puede verse frenado por dificultades económicas,
- el mercado japonés del salmón que se considera ya maduro y por lo tanto no debería crecer más,
- los Estados Unidos colocaron tarifas aduaneras para la importación del salmón chileno (y las mantienen para el noruego), pero igualmente se estima que este país seguirá expandiéndose en cuanto a consumo per cápita.
- debería promoverse una demanda basada en productos con valor agregado.

El alza de las ofertas visualizadas, debería llevar a una caída de los precios, como ya sucedió en la última década del siglo pasado. Hoy en día, el desarrollo de la industria ha permitido que un alto porcentaje de poblaciones anteriormente restringidas en su consumo debido a los precios, acceda al producto a medida que la producción aumenta. El principal productor de salmón y trucha de cultivo, Noruega, invirtió en 1998, millones de dólares en promover su consumo, a través del Norwegian Seafood Export



Council (NSEC). De los primeros 14,5 millones, 56% han sido colocados en los principales mercados importadores de Europa y un 22% en Japón. A fines del '98 duplicó la cifra y para el '99 prometía una inversión de 23 millones. En la promoción de nuevos mercados en Asia ha invertido un 10 por ciento. Comenzando por Singapur (3 millones de habitantes) con hábitos de ciudad "gourmet" donde el producto era desconocido y donde ya existe un restaurante con chefs noruegos, clases de cocina china que incluyen al salmón, libros de cocina, promociones, avisos en periódicos y videos en supermercados; además de otras innovaciones. Noruega apareció realizando un marketing muy agresivo en un punto donde la economía asiática pasaba por un mal momento y actualmente alcanza los mercados de Hong Kong, China, Corea del Sur y otros.

Chile basó su acuicultura en el desarrollo primario del cultivo de la trucha y el salmón del Pacífico o plateado y pasados unos años impulsó el cultivo del salmón del Atlántico. Durante un período, su fortaleza comercial fue la del cultivo diversificado de tres especies de Salmónidos (trucha, salmón del Atlántico y del Pacífico) lo que le permitió además de colocar ampliamente los productos obtenidos, mantener un desarrollo prominente; convirtiendo a la salmonicultura en la "estrella" durante gran parte del período explosivo de producción acuícola. Sin embargo, ello ha ido cambiando con el andar del tiempo, y varios productores se han especializado en Chile en un monoproducción, debido a que el resto fue estimado, como económicamente no rentable. El salmón del Atlántico ha sido el que ha ganado en todas las preferencias de las empresas de Chile.

Según Seafood Int. (1/2000), que tomó la información de la compañía Dicom-Equifax, los precios para 1999- 2000 fueron: \$ 5,85-5,69/kg. para filete de salmón del Atlántico en Estados Unidos; \$ 5,0- 4,1/kg. para coho sin cabeza en Japón y \$ 4,02 – 3,66 /Kg. para salmón del Atlántico, sin cabeza, en Brasil.

Las exportaciones de salmón chileno enfrentaron algunas dificultades serias en Estados Unidos luego de la acusación de dumping efectuada por ese país y la imposición de un arancel promedio para el salmón del Atlántico fresco, chileno que ingresa a ese mercado. A su vez, el mercado japonés depende de la evolución de su economía global, que aunque atravesó una seria crisis financiera y de credibilidad (perdiendo valor el yen) se recuperó a partir de fines del '98, pero los precios disminuyeron.

Todo ello hace que se hayan producido movimientos en la industria salmonera chilena, con compras y ventas de empresas y fusiones de otras. A partir del 2000, no se esperaban crecimientos, pero si, reordenamientos en los niveles actuales de producción y la defensa de los mercados existentes en Estados Unidos y Japón evitando exceso de ofertas.

A continuación, se muestra la oferta de salmón del Atlántico para el período 2002-2003.

Tabla 9: Exportaciones de salmónidos de acuerdo al mercado



Toneladas					
Años	Japón	EEUU	U. Europea	Latinoamérica	Otros
2002	112.688	72.935	15.814	13.485	16.084
2003	74.943	76.440	10.107	10.554	12.956
Miles de dólares FOB (Chile)					
Años	Japón	EEUU	U. Europea	Latinoamérica	Otros
2002	211.321	264.752	42.777	32.208	31.435
2003	271.037	354.666	40.825	34.669	43.275

Fuente: Aquanoticias, 2004.

Tabla 10: Oferta de salmón del Atlántico (2002-2003).

	UE	EE.UU	Japón
Enero-Sept. 1999	300.000	300.000	45.000
Enero-Sept. 2000	310.000	145.000	38.000
Variaciones	+3%	+18%	-16%

Fuente: Aquanoticias, 12 (57), 2000. Las cifras del año 2000, han sido estimadas.

El producto principal es el salmón fresco eviscerado y su comercialización, en general, aumentó. Este mercado, está muy fuerte actualmente en Noruega. Las exportaciones de Chile, mostraron un aumento (las cosechas también) en todos los mercados. El mercado principal para el salmón del Atlántico de Chile sigue siendo USA y durante el período de enero a julio del 2000, se enviaron 53.000 ton equivalentes a pescado entero (+41%). El producto de mayor importancia que se registra son los filetes frescos, siendo las exportaciones para enero-julio del 2000 de cerca de 25.000 ton (un aumento del 40% con respecto al '99).

Este panorama general, muestra que el período de crecimiento explosivo que se produjo en Chile, con pequeñas compañías productores, a partir del inicio de la salmonicultura, finalizó. La industria salmonera enfrentó un proceso de ajuste que obligó a fusionar compañías para bajar costos y minimizar riesgos. Chile mantiene sus condiciones naturales y ha expandido su área de salmonicultura a la XI y XII región, donde las condiciones climáticas son más adversas y la lejanía a las plantas de procesamiento mayor; pero ello le permite por otra parte, aumentar su producción. Los negocios noruegos especialmente, han sido muy importantes con la compra de dos grandes compañías de cultivo (Tecmar y Salmoamérica) por la Fjord Seafood.

Según Seafood International (1/2000) el florecimiento de la salmonicultura chilena seguirá adelante debido a las excelentes exportaciones que ha realizado la industria en los últimos años y al aumento de producción proyectado para este siglo (640.000 ton para el 2010, solamente de salmón).

Tabla 11: Porcentaje de peces cultivados respecto de las capturas en Chile



AÑO	TOTAL (toneladas)	TOTAL CAPTURAS (toneladas)	TOTAL DE PECES CULTIVADOS (toneladas)	% CULTIVADO
1980	2.816.798	2.816.165	633	0,022
1990	5.195.194	5.162.747	32.447	0,62
2000	4.691.747	4.300.160	391.587	8,35
2001	4.363.239	3.797.143	566.096	13

Fuente: FAO

Tabla 12: PORCENTAJE TOTAL DE EXPORTACIONES DE PECES CULTIVADOS 1998-2000

AÑO	TOTAL PESCADO (000 TON.)	TOTAL DE PECES CULTIVADOS (000 TON.)	% CULTIVADO
1998	1,764	774	43.2
1999	1,784	885	49.6
2000	551.5	365.8	66.3

Fuente: Seafood Int., 1/2000 (El año 2000, toma los datos hasta marzo) (Fuente: Chile, Subsecretaría de Pesca y Aduanas).

