

**PRODUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DE SALMÓNIDOS
CULTIVADOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

Preparado por

**Aliro Bórquez Ramírez
Iván Valdebenito Isler
Patricio Dantagnan Dantagnan
Juan Bariles Sanhueza**

Departamento de Ciencias de la Acuicultura
Universidad Católica de Temuco
Chile

PREPARACIÓN DE ESTE DOCUMENTO

La elaboración del presente documento fue financiada por el programa de nutrición en acuicultura del Servicio de Recursos Acuáticos Continentales y Acuicultura (FIRI) de la Dirección de Recursos Pesqueros, Departamento de Pesca, FAO. El estudio fue comisionado por el coordinador del programa de nutrición en acuicultura, Dr. Albert G.J. Tacon y se enmarca en las recomendaciones emanadas del subgrupo de nutrición, del grupo de acuicultura de la COPESCAL (Reunión de Tegucigalpa, julio de 1995). El documento final del presente estudio fue terminado en el mes de junio de 1996.

El objetivo principal de este documento es entregar una visión actualizada del cultivo de salmónidos en América Latina, con especial énfasis en los aspectos de alimentos y alimentación. Con excepción de Chile, en los países donde se cultivan salmónidos la documentación escrita sobre este tema es escasa o no existe. La mayor parte de la información entregada aquí, está basada en una recopilación bibliográfica y en encuestas respondidas por personas ligadas a la actividad acuícola. Por esta razón queremos expresar nuestros agradecimientos a las personas que nos aportaron información de sus respectivos países, sin la cual no hubiese sido posible realizar este trabajo: Bióloga Hilda Bastardo (FONAIAP, Venezuela), Biólogo Italo Salgado (FONDEPES, Perú), Ingeniero Alvaro Cespedes (Productos TITIKAKA S.A, Bolivia), Biólogo Joao Luis Sauer D. (ABRAT, Brasil), Dr. Daniel Camevia (Instituto de Pesca, Uruguay), Ingeniero Francisco Nieto Sanchez (Dirección General de Acuicultura, Mexico), Biólogo Jorge Salinas Rincón (Proyecto Lago de Tota, Boyacá-Colombia), Técnico Carlos Luizón (Piscicultura Río Olivia, Argentina) y Dra. Laura Luchini (Dirección Nacional de Pesca y Acuicultura, Argentina).

Un especial agradecimiento al Dr. A. Tacon por la confianza depositada en los autores para la elaboración del presente documento, Dr. Manuel Martinez, Oficial de Recursos Pesqueros (FAO, Roma), por la revisión del manuscrito y a la Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe, en la persona del Dr. Andrés Mena Millar, Secretario de la COPESCAL, por el apoyo prestado al Curso Internacional de Nutrición y Alimentación de Salmónidos realizado en octubre de 1995 en la Universidad Católica de Temuco, Chile, sin el cual gran parte de la información entregada en este documento difícilmente hubiese sido conseguida.

Bórquez Ramírez, A.; Valdebenito Isler, I.; Dantagnan Dantagnan, P.; Bariles Sanhueza, J. Producción y alimentación de salmónidos cultivados en América Latina y el Caribe. *FAO Circular de Pesca*. No. 918. Roma, FAO. 1996. 88p.

RESUMEN

América Latina ocupa el segundo lugar, después de Noruega, en la producción mundial de salmónidos de cultivo. Dentro de la acuicultura latinoamericana, el cultivo de salmónidos constituye el segundo grupo en términos de producción y generación de divisas. En orden de importancia los países productores son: Chile, México, Colombia, Brasil, Perú, Argentina, Bolivia, Venezuela, Ecuador, Costa Rica y Cuba. Chile presenta también la mayor variedad de especies cultivadas; en los restantes países el cultivo se limita exclusivamente a la trucha arcoiris. Los orígenes del cultivo de salmónidos, en todos los países que lo practican, son similares y su objetivo fue repoblar las aguas frías interiores e incentivar la pesca deportiva. Solamente a partir de la década del ochenta se vislumbra la salmonicultura como una actividad comercial de importancia. En los últimos años, la salmonicultura ha sido la actividad con más rápido crecimiento dentro del sector acuícola, la producción se incrementó en 5,069% desde 1984 hasta 1994 y en 222% desde 1990 hasta 1994. Chile, alcanzó una producción 141,373 t en 1995 y representa sobre el 90% de la producción de América Latina. Los restantes países que representan casi el 10% de la producción total, obtienen cosechas anuales que fluctúan entre las 35 y 2,000 t. En el presente trabajo, junto con evaluar el estado general del arte, se enfatiza en los aspectos de alimentos y alimentación. De acuerdo a los antecedentes de los diferentes países, el nivel de conversión en el cultivo de salmónidos varía entre 1.5 y 2.0, con lo cual se estima que la producción de alimentos para salmónidos en América Latina varía entre 175,674 y 234,232 t/año, ésta producción representa aproximadamente el 15% de los alimentos balanceados producidos para la acuicultura y tan sólo el 0,46% del total de alimentos balanceados para producción animal producidos en la región. Con excepción de Chile, se ha podido concluir que en la mayoría de los países donde existe dificultad para contar con alimentos de calidad, hay también una carencia total de asistencia técnica por parte del fabricante del alimento. Los principales problemas que determinan no contar con alimentos de alta calidad son: la disponibilidad y costo de los ingredientes proteicos, la distancia entre la fábrica de alimento y el productor, y probablemente, que el nivel de demanda no resulta atractivo para la industria de alimento balanceado animal. La información sobre alimentación y nutrición de salmónidos en América Latina es muy deficiente; no existe ningún centro de documentación donde se concentre toda la información publicada respecto a éste tema, al mismo tiempo hay una gran carencia de información, no existen estadísticas claras de producción de especies y alimentos, el mismo sector truchícola de cada país no tiene bien documentada su actividad. En el campo de la capacitación, la situación no es diferente, el cultivo de salmónidos es básicamente un sistema de producción intensivo donde el crecimiento de los organismos depende casi exclusivamente de la calidad de los alimentos y del manejo de la alimentación, aspectos que por lo general son subvalorados; del mismo modo, existe una gran carencia de formación en los aspectos de nutrición y alimentación del personal técnico que labora en acuicultura intensiva. La investigación sobre alimentación y nutrición de salmónidos es prácticamente insignificante en Latinoamérica. Como en los últimos años el precio de los salmónidos cultivados ha mantenido una tendencia a la baja y el alimento es el ítem más caro en los costos de producción, pareciera lógico orientar la investigación a aspectos de alimentos y alimentación.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	1
CHILE	3
COLOMBIA	13
PERÚ	18
BRASIL	21
MÉXICO	25
ARGENTINA	29
BOLIVIA	34
VENEZUELA	39
OTROS PAISES	43
CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	45
BIBLIOGRAFÍA CITADA	49

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	PAISES CULTIVADORES DE SALMÓNIDOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (Fuente: FAO/FIDI, 1996) con producciones de 1994; SERNAP, 1996 producción de 1995).	55
FIGURA 2.	PRODUCCIÓN DE SALMÓNIDOS CULTIVADOS EN AMÉRICA LATINA (Fuente: FAO/FIDI, 1996 y SERNAP, 1996).	56
FIGURA 3.	PRODUCCIÓN DE SALMÓNIDOS EN CHILE (Fuente: SERNAP, 1996; Mardones et al., 1995; e: proyectado en base a la importación de ovas de 1993 y 1994).	57
FIGURA 4.	PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS <i>Oncorhynchus mykiss</i> CULTIVADA EN COLOMBIA (Fuente: FAO/FIDI, 1996).	58
FIGURA 5.	PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, <i>Oncorhynchus mykiss</i> , CULTIVADA EN EL PERÚ (la subregión de Junín incluye también la piscifactoría Los Andes; Fuente: DRP, 1995 y FAO/FIDI, 1996).	59
FIGURA 6.	PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, <i>Oncorhynchus mykiss</i> , CULTIVADA EN BRASIL (Fuente: FAO/FIDI, 1996).	60

	Página
FIGURA 7. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, <i>Oncorhynchus mykiss</i> , CULTIVADA EN MÉXICO (Fuente: FAO/FIDI, 1996 y Nieto-Sánchez, 1995).	61
FIGURA 8. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, <i>Oncorhynchus mykiss</i> , CULTIVADA EN ARGENTINA (Fuente: FAO/FIDI, 1996).	62
FIGURA 9. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, <i>Oncorhynchus mykiss</i> , CULTIVADA EN BOLIVIA (Fuente: FAO/FIDI, 1996).	63
FIGURA 10. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, <i>Oncorhynchus mykiss</i> , CULTIVADA EN VENEZUELA (Fuente: FAO/FIDI, 1996).	64
FIGURA 11. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, <i>Oncorhynchus mykiss</i> , CULTIVADA EN ECUADOR (Fuente: FAO/FIDI, 1996).	65

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PRODUCCIÓN DE SALMÓNIDOS CULTIVADOS EN AMÉRICA LATINA POR ESPECIE Y PAÍS.	66
TABLA 2. PRODUCCIÓN CHILENA DE SALMONES (t) POR ESPECIE DESDE 1980 HASTA 1996.	67
TABLA 3. MERCADO DE DESTINO DE LAS EXPORTACIONES CHILENAS DE SALMÓN Y TRUCHA, TEMPORADAS 1993 Y 1994 (t).	68
TABLA 4. PRODUCCIÓN CHILENA DE SALMONES EN 1994 POR ESPECIE Y LÍNEA DE ELABORACIÓN (t).	68
TABLA 5. PRECIO DE SALMÓN Y TRUCHA EXPORTADOS EN CHILE EN LA TEMPORADA 1993 Y 1994 (US\$/Kg).	68
TABLA 6. VALOR PROMEDIO EN US\$/Kg DE PRODUCTOS DERIVADOS DE SALMÓNIDOS EN LA TEMPORADA 1994.	69
TABLA 7. IMPORTACIÓN CHILENA DE OVAS DE SALMÓNIDOS DURANTE 1994, POR ESPECIE Y PAÍS DE ORIGEN.	69
TABLA 8. EMPRESAS QUE FABRICAN ALIMENTOS PARA SALMÓNIDOS EN CHILE.	70
TABLA 9. FÓRMULAS USADAS EN CHILE EN ALIMENTOS PELLETIZADOS Y EXTRUÍDOS PARA SALMÓNIDOS.	71
TABLA 10. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE UNA DIETA DE ENGORDA PARA TRUCHAS COMERCIALIZADA EN CHILE POR LA EMPRESA ALITEC.	71
TABLA 11. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE UNA DIETA DE ENGORDA PARA TRUCHAS COMERCIALIZADA EN CHILE POR LA EMPRESA BIOMASTER (IANSA).	72

TABLA 12.	NIVEL DE AMINAS BIOGÉNICAS (PORCENTAJE DE ÉSTERES METÁLICOS) DEL PESCADO CRUDO EN DISTINTAS ETAPAS DE DESCOMPOSICIÓN.	72
TABLA 13.	COMPOSICIÓN PROXIMAL (%) DE HARINAS DE PESCADO CHILENAS PROVENIENTES DE DIFERENTES ESPECIES.	72
TABLA 14.	COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS DE ALGUNAS MATERIAS GRASAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL DISPONIBLES EN CHILE.	73
TABLA 15.	COMPOSICIÓN PROXIMAL TÍPICA DE LAS HARINAS Y HARINILLAS DE TRIGO EMPLEADAS EN CHILE.	73
TABLA 16.	PREMIX VITAMÍNICO COMERCIALIZADO POR LA EMPRESA VETERQUÍMICA PARA LA ALIMENTACIÓN DE SALMÓNIDOS EN CHILE.	74
TABLA 17.	COMPOSICIÓN DEL SUPLEMENTO DE MINERALES PARA SALMONES COMERCIALIZADO EN CHILE POR LA EMPRESA VETERQUÍMICA.	74
TABLA 18.	PRINCIPALES FUENTES NATURALES Y ARTIFICIALES DE PIGMENTOS CAROTENOIDES DISPONIBLES PARA LA SALMONICULTURA.	75
TABLA 19.	COMPOSICIÓN PROXIMAL DE UNA DIETA CON MENOR CONTENIDO DE FÓSFORO UTILIZADA EN FORMA EXPERIMENTAL EN CHILE.	75
TABLA 20.	PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DEL AGUA DE LA ESTACIÓN PISCÍCOLA DEL NEUSA. LABORATORIO DE LA C.A.R, COLOMBIA.	76
TABLA 21.	PRODUCCIÓN DE TRUCHAS EN RELACIÓN A LA PRODUCCIÓN TOTAL DE ACUICULTURA EN COLOMBIA (t).	76
TABLA 22.	FABRICANTES Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ALIMENTOS ELABORADOS PARA TRUCHAS EN COLOMBIA.	77
TABLA 23.	COSTO COMPARATIVO DE ALIMENTACIÓN DE TRUCHAS ENTRE COLOMBIA Y U.S.A.	77
TABLA 24.	IMPORTACION DE OVAS EMBRIONADAS DE TRUCHA ARCOIRIS, EFECTUADA POR LA EMPRESA LOS ANDES S.A. DEL PERÚ, DURANTE 1994.	78
TABLA 25.	FORMAS DE COMERCIALIZACIÓN DE LA TRUCHA EN PERÚ EN 1994 SEÑALANDO PORCENTAJES DE INCIDENCIA EN EL TOTAL.	78
TABLA 26.	COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LOS ALIMENTOS ELABORADOS POR LA FABRICA WEG, BRASIL, PARA TRES ESTADOS DE DESARROLLO DE LA TRUCHA ARCOIRIS.	79
TABLA 27.	MEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES PROPORCIONADOS EN LAS DIETAS PARA TRUCHA ARCOIRIS POR KILOGRAMO DE PRODUCTO EN BRASIL.	79

	Página
TABLA 28. UNIDADES DE PRODUCCIÓN TRUCHÍCOLAS POR ESTADO EN MÉXICO.	80
TABLA 29. PRODUCCIÓN POR ACUICULTURA DE LA TRUCHA ARCOIRIS, <i>Oncorhynchus mykiss</i> , EN MÉXICO, PERÍODO 1990-1994.	80
TABLA 30. FÁBRICAS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA TRUCHA ARCOIRIS EN MÉXICO.	81
TABLA 31. PRINCIPALES PROVINCIAS PRODUCTORAS DE TRUCHA ARCOIRIS (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) EN ARGENTINA.	82
TABLA 32. FÁBRICAS QUE PRODUCEN ALIMENTOS PARA PECES EN ARGENTINA.	82
TABLA 33. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE ALIMENTOS CON DIFERENTES CALIBRES PRODUCIDOS POR UNA FÁBRICA ARGENTINA.	83
TABLA 34. COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL ALIMENTO BALANCEADO FABRICADO EN BOLIVIA PARA LA TRUCHA ARCOIRIS.	83
TABLA 35. COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL ALIMENTO IMPORTADO POR BOLIVIA DESDE CHILE.	84
TABLA 36. APARICIÓN CRONOLÓGICA DE LAS EMPRESAS DEDICADAS AL CULTIVO COMERCIAL DE TRUCHAS EN VENEZUELA.	84
TABLA 37. TIPOS DE TRUCHICULTURAS EN VENEZUELA EN RELACIÓN A SU VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.	85
TABLA 38. UBICACIÓN Y PRODUCCIÓN ESTIMADA EN Kg DE ALGUNAS PEQUEÑAS TRUCHICULTURAS EXISTENTES EN EL ESTADO DE MÉRIDA, VENEZUELA.	85
TABLA 39. CALIDAD DEL AGUA DEL CAMPO EXPERIMENTAL TRUCHÍCOLA LA MUCUY, VENEZUELA, DURANTE EL AÑO 1982.	86
TABLA 40. FÁBRICAS Y TIPOS DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA TRUCHAS PRODUCIDOS EN VENEZUELA.	86
TABLA 41. ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS ALIMENTOS CONCENTRADOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE TRUCHAS EN VENEZUELA.	86
TABLA 42. ANÁLISIS PROXIMAL DEL ALIMENTO PARA TRUCHAS COMERCIALIZADO POR LA EMPRESA PURINA DE VENEZUELA.	87
TABLA 43. DISPONIBILIDAD DE INGREDIENTES PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN VENEZUELA.	87
TABLA 44. VALORES PROMEDIO DEL FACTOR DE CONVERSIÓN DEL ALIMENTO UTILIZANDO TRES DIETAS DIFERENTES.	88
TABLA 45. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL ALIMENTO UTILIZADO EN EL CAMPO EXPERIMENTAL LA MUCUY, VENEZUELA.	88
TABLA 46. RESPUESTA REPRODUCTIVA DE LA TRUCHA ARCOIRIS UTILIZANDO TRES DIETAS DIFERENTES (+/- DS).	88

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las últimas estadísticas de FAO (FAO/FIDI, 1996) la producción total de la acuicultura en América Latina y el Caribe en 1994 fue de 472,429 t (toneladas métricas), en términos comparativos, equivale aproximadamente al 1,85% de la producción mundial y representa ingresos sobre los US\$ 1,884.74 millones. La producción total de la acuicultura dentro de la región incrementó aproximadamente un 288% en biomasa y 240% en aporte de divisas desde 1984 a 1994. En 1994, el cultivo de peces teleósteos representó el 40.9% y el cultivo de crustáceos el 32.1%, ocupando ambos grupos el 73% de la producción total de la Acuicultura en la región. Los principales grupos de especies cultivadas en 1994 fueron; algas (65,798 t; 13,9%), crustáceos (151,914 t; 32.1%), peces teleósteos (193,403 t; 40.9%), y moluscos (61,251 t; 13.0%).

América Latina ocupa el segundo lugar, después de Noruega, en la producción mundial de salmónidos cultivados, en 1994 la producción fue de 108,965 t (13.4% de la producción mundial) por un valor de US\$ 433,07 millones. Dentro de la acuicultura latinoamericana, el cultivo de salmónidos constituye el segundo grupo en importancia en términos de producción y generación de divisas. En orden de importancia los países productores (Fig. 1) son: Chile, México, Colombia, Brasil, Perú, Argentina, Bolivia, Venezuela, Ecuador, Costa Rica y Cuba; en la Tabla 1 se muestran las especies cultivadas y la producción por país. En los últimos años, la salmonicultura ha sido la actividad con más rápido crecimiento dentro del sector acuícola latinoamericano, la producción se incrementó en 5,069% desde 1984 a 1994 y en 222% desde 1990 a 1994. Chile es el país con mayor producción en la región (Tabla 1), superó las 100,000 t en 1994 (SERNAP, 1995) y representa sobre el 90% de la producción de América Latina. Los restantes países que representan casi el 10% de la producción total, obtienen cosechas anuales que fluctúan entre las 35 y 2,000 t (Tabla 1). En 1995, sólo con el incremento de la producción chilena de un 39% respecto de 1994 (SERNAP, 1996), la producción en América Latina supera las 141,373 t.

La región andina representa en su conjunto una de las zonas geográficas más importante de sudamérica para la salmonicultura, extendiéndose por Chile, Argentina, Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Venezuela. La Acuicultura dentro de esta zona está representada principalmente por el cultivo de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), con condiciones de cultivo bastante similares entre los países. Solamente Chile cultiva otros salmónidos, tales como: *Salmo salar* (salmón del Atlántico), *Salmo trutta* (trucha de mar), *Oncorhynchus kisutch* (salmón coho o plateado), *O. tshawytscha* (salmón chinook) y *O. masou* (salmón masu o cereza), todas ellas engordadas en agua de mar. Los orígenes del cultivo de salmónidos en todos los países que lo practican son similares, las especies fueron introducidas a principios de siglo a partir de ovas importadas de U.S.A o Europa, con el objeto de repoblar las aguas frías interiores e incentivar la pesca deportiva, solamente a partir de la década del ochenta se vislumbra la salmonicultura como una actividad comercial de importancia.

Con excepción de Chile, los principales problemas que presenta esta actividad en los países andinos, dice relación con los aspectos de la nutrición y la alimentación (materias primas, alimentos, manejo de la alimentación, enfermedades nutricionales, etc.). Los salmónidos son peces carnívoros y por ello demandan altos niveles de proteína animal en la dieta, de este modo la harina

de pescado constituye el principal insumo en la fabricación del alimento (sobre el 50%), el costo en alimentación representa el 60% de los costos de operación de un centro de cultivo. Aún cuando se cuenta con las condiciones ambientales favorables, resulta muy difícil sostener la actividad en aquellos países donde no se produce harina y aceite de pescado, donde escasean las materias primas en general o donde no existen fábricas especializadas en alimentos para peces. Otro factor que atenta con la actividad en los países andinos, es la distancia entre la zona de generación de materias primas, la fábrica de alimento y el centro productivo. A pesar de éstas y otras dificultades técnicas y operacionales, la actividad se ha sostenido en el tiempo con un crecimiento importante en los últimos cinco años; todo esto gracias al esfuerzo de muchos profesionales y técnicos que con ingenio y habilidad han logrado desarrollar la truchicultura en la zona andina.

Dada la relevancia económica que ha alcanzado el cultivo de salmónidos en la región latinoamericana, es que se ha propuesto a los autores realizar una revisión sobre la actividad en los diferentes países donde se practica con fines comerciales, procurando enfatizar en los aspectos de nutrición y alimentación. La información está presentada por países según volúmenes de producción. Este trabajo fue financiado por el programa de nutrición en acuicultura del Servicio de Recursos Acuáticos, Continentales y Acuicultura de la Dirección de Recursos Pesqueros de FAO.

1. CHILE

1.1 DESARROLLO HISTÓRICO

El cultivo de salmónidos se inicia a fines de 1875 cuando se introducen las primeras ovas de salmónidos en la zona central del país. En 1905, se crea la Piscicultura de Río Blanco que recibe un total de 400,000 ovas de salmón del Atlántico (Salmo salar), trucha café (Salmo trutta) y trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss) originarias de Hamburgo y que fueron trasladadas a Chile a lomo de burro desde Buenos Aires. Hasta 1910 se realizan continuas introducciones que permiten poblar con estas especies numerosos ríos del sur de Chile.

En 1914 se funda la Piscicultura de Lautaro en la que se desovaron las primeras truchas y salmones del Atlántico. Estos últimos con resultados no muy alentadores, sin embargo, el adecuado manejo de truchas permitió su siembra en numerosos ríos y lagos; logrando además, entre los años 1937 y 1955 exportar ovas a Perú, Argentina, Colombia, Ecuador, Bolivia e incluso a las Islas Malvinas. Posteriormente se introduce con los mismos fines, pero sin éxito nuevas partidas de ovas de salmón Chinook o rey (O. tshawytscha), Sockeye o rojo (O. nerka), Coho (O. kisutch), cereza, sakura o cherry (O. masou), Chum o perro (O. keta) y rosado (O. gorbuscha) (Méndez y Munita, 1989).

En la década del 70 surgen los primeros intentos de operación comercial con salmónidos, siendo la Sociedad Arco Iris Ltda. la primera en producir 500 Kg/año de trucha. Además, en la zona de Puerto Natales, utilizando "ocean ranching" se logra el retorno de un bajo porcentaje de especímenes (Méndez y Munita, 1989).

En 1981 se inicia en Chile el cultivo intensivo de salmón coho cosechándose 156 t en 1982, y 1,144 t en 1986, de un total de 2,151 t de salmónidos producidos. El cultivo del salmón atlántico se inicia en 1987 con una producción de 41 t de un total de 2,766 t de salmónidos cultivados. En 1992 la producción de salmón del Atlántico (23,715 t) supera la producción de salmón coho (22,122 t), año en que Chile exporta 62,147 t de salmónidos (Fig 3). En 1988 se inicia el cultivo del salmón rey exportándose 3 t, para 1991 se alcanza un máximo de 1,059 t. En la actualidad se observa un descenso en el cultivo de esta especie. En 1990 se exporta por primera vez 29 t de salmón sakura, alcanzando un máximo de 105 t en 1991, en la actualidad no se cultiva.

1.2 ESTADO ACTUAL

La salmonicultura representa para el país una importante fuente de ingresos, en el año 1994 se obtuvieron divisas del orden de los US\$349 millones, lo que representa un 43.4% de los ingresos del sector pesquero y con un volumen de exportación de tan sólo el 8.23% (101,958 t) del total exportado por el sector (1,237,990 t). Esta actividad se desarrolla principalmente en la Décima y Décimo Primera Regiones del país, donde se produce más del 80% de la producción salmonera

nacional. Allí, los ingresos de la salmonicultura representan el 55% del producto Interno Bruto sólo en la Décima Región, generando en total empleo directo para aproximadamente 17,500 personas. El cultivo de salmónidos beneficia también en forma indirecta a otros sectores como la industria de alimentos y harina de pescado, la industria procesadora, la industria del plástico, el transporte y los servicios.

Actualmente existen en el país 230 concesiones para el cultivo de peces. De acuerdo a Avila et al.(1994), 90 empresas conforman la actividad salmonera, 66 dedicadas al cultivo de salmón coho, 33 al cultivo del salmón del Atlántico y 39 a la trucha. Las empresas tienen concesiones en tierra, lago, río o mar, siendo usual que cada empresa tenga sobre 3 concesiones, ubicadas mayoritariamente entre los paralelos 39° y 43°Lat.S.

Chile, con su creciente desarrollo en el cultivo de salmónidos, en 1994 exportó 101,958 t. Correspondiendo 34,175 t a salmón Atlántico; 34,538 t a salmón coho; 32,866 t a trucha arcoiris y sólo 379 t a salmón rey (Tabla 2). Las razas de salmón Atlántico más cultivadas son: Landcatch, Kitinat, Gaspe, Mowi, Boulaks y Fanad. Las variedades de truchas preferidas para engordar en mar son: Donaldson, Cofradex, Steel Head y Silver Trout; estas poseen rápido crecimiento, resistencia a enfermedades, madurez tardía y bajo porcentaje de machos precoces (Mardones y Vega, 1993). La raza Kamloop es utilizada principalmente por las empresas que se dedican a la producción de trucha ración (280-300g) en agua dulce. La cosecha del salmón Atlántico se realiza a lo largo de todo el año, al igual que la trucha de agua dulce. Para la trucha de mar y el salmón coho, el período se extiende, principalmente, desde septiembre a mayo y desde octubre a marzo respectivamente (Asociación de Productores de Salmón y Truchas de Chile, A.P.S.T.CH, 1995).

En 1994 el destino de las exportaciones de salmónidos cultivados fue Japón (60.4%), Estados Unidos (29.2%), Comunidad Europea (6.9%), Latinoamérica (1.9%) y otros mercados (1.4%), siguiendo las tendencias de destino observadas en el año 1993, pero con un importante aumento de exportaciones hacia países latinoamericanos y otros mercados (Tabla 3); estimándose que el consumo interno no alcanza al 1% de estos volúmenes. Las exportaciones se realizaron principalmente como producto congelado (68.0%) y fresco (29.2%), y en menor proporción ahumado (1.0%), conserva (0.8%), salado (0.07%) y seco salado (0.67%). Los productos congelados se exportan mayoritariamente a Japón (sobre el 80%) y en proporciones menores a Alemania, Francia y otros países. Los productos frescos se exportan principalmente a Estados Unidos (aproximadamente 85%) y en menor proporción a Japón y otros países (A.P.S.T.CH, 1995). El tipo de producto elaborado con cada especie cultivada es variable, utilizándose el salmón coho y trucha arco iris principalmente congelados, mientras que el salmón del atlántico se comercializa mayoritariamente fresco y congelado (Tabla 4).

El valor del Kg de carne de salmón producido en Chile es de menor costo que el producido en otros países, observándose en los últimos años una baja en todas las formas de comercialización, variaciones que en algunos casos llegan al 56.6%. En el año 1994 se comercializó el salmón y trucha a un promedio de US\$4.97/Kg, valor menor en un 4,9% al promedio obtenido en

1993 (Tabla 5). Como se puede observar en la Tabla 6, el valor del producto depende de la especie y el tipo de procesamiento realizado, observándose los mayores precios promedio en 1994 para los productos ahumados (US\$10.3/Kg), seco salado (US\$6.4) y salado (US\$5.3).

En 1995 la producción de salmónidos alcanzó las 141,373 t (Sernap, 1996) y para 1996, Mardones et al. (1995) estiman una producción de 186,538 t (Tabla 2), esperando un crecimiento promedio de 9% para 1996. Los mismos autores señalan que el crecimiento promedio de la producción de salmónes desde 1980 a 1993 fue de tipo exponencial, aunque a partir de 1990 la velocidad de crecimiento comenzó a disminuir, estimando que en los próximos años el incremento anual fluctuará entre un 15 y 25%.

1.3 CICLO DE PRODUCCIÓN

1.3.1 Producción de ovas

El proceso productivo chileno se basa principalmente en la importación de ovas desde U.S.A., Noruega, Escocia, Canada y Dinamarca (Tabla 7). Estas importaciones cubren aproximadamente el 80% de las necesidades del país. En el año 1994 se importó un total de 101,675,370 ovas embrionadas de sólo cuatro especies; trucha arcoiris (54.69%), salmón del Atlántico (34.61%), salmón plateado (10.69%) y trucha café con 0.0034% (Méndez 1995). Las ovas de salmón y trucha para engorda en mar se importan principalmente entre los meses de diciembre a febrero. En cambio, las ovas de trucha destinadas a la producción de trucha ración se importan durante todo el año.

La producción de ovas nacionales se realiza principalmente en los meses de otoño-invierno (marzo a julio). En Chile existe un adecuado manejo de los procesos reproductivos, se comercializa en el país alimento especial para reproductores enriquecido con vitaminas y minerales. Los reproductores son mantenidos en agua salada hasta aproximadamente 1-2 meses antes del desove, luego son trasladados a los centros de agua dulce, donde 1-2 veces por semana se hace palpación abdominal para detectar el momento de la ovulación. El desove en salmónes del pacífico se realiza por incisión; en truchas y salmón del Atlántico se realiza por masaje abdominal o inyección de aire, aún cuando se generaliza la tendencia de sacrificar los especímenes para realizar biopsias con el fin de detectar enfermedades. A los machos se les extrae el semen por masaje abdominal y utilizando cánulas. El proceso de fertilización artificial se realiza en general utilizando el método seco, aún cuando se observa un marcado aumento en el uso de "activadores" de la motilidad espermática en reemplazo del líquido celómico que acompaña a las ovas postovulación. Con esta técnica se alcanzan porcentajes de fecundación que frecuentemente llegan al 100% si las ovas están en plena madurez.

1.3.2 Incubación y alevinaje

Para la incubación se utiliza agua de esteros o vertientes, las que poseen excelente calidad química y temperaturas próximas a los 10°C. Los incubadores más utilizados son los verticales y horizontales. En los últimos años se han incorporado los sistemas Combi, que permiten separar los alevines recién eclosionados de los embriones sin manipulación. Algunas empresas con el fin de acelerar el desarrollo de los peces en la etapa de post-eclosión y con ello acortar el ciclo productivo, suben la temperatura del agua en 2 a 3 grados utilizando calderas a gas o leña. El proceso de incubación se realiza con una sobrevivencia promedio que sobrepasa el 85%

1.3.3 Producción de smolt

En esta etapa predomina el uso de estanques cilíndricos autolimpiantes de 2.5 y 3m³, contruídos en fibra de vidrio o plástico endurecido. Luego, si el proceso se desarrolla en pisciculturas en tierra, los alevines se trasladan a estanques de mayor capacidad que pueden llegar hasta 62m³, contruídos en asbesto cemento (tipo australiano), plástico reforzado, fibra de vidrio, acero revestido, cemento o PVC.

Otras empresas, trasladan los especímenes de aproximadamente 2g a balsas jaulas ubicadas en los diferentes lagos de la zona sur del país, ésto permite realizar el cultivo en aguas de temperaturas más estables (entre 10 y 18°C) y acelerar el crecimiento de los peces. Además, los costos de infraestructura, producción y mentención son menores que en las pisciculturas en tierra. Las balsas que inicialmente eran de madera, cada día más se reemplazan por otros materiales más resistentes y livianos como los perfiles de fierro y el PVC. Las superficies varían de 9m² a 225m², con volúmenes útiles de 90 a 2,200m³. Las densidades de cultivo utilizadas en estas jaulas se encuentran próximas a los 5Kg/m³.

La etapa de cultivo en el lago, para el caso de los salmones, finaliza después de 10 a 12 meses cuando los especímenes alcanzan el estado de "smolt"; para el caso de las truchas cuando alcanzan aproximadamente los 150g. Luego son trasladados al mar, momento en que se inicia la etapa de engorda en agua salada. La sobrevivencia promedio de la etapa de producción de "smolt" es de aproximadamente un 85%

1.3.4 Engorda

Si se trata de empresas productoras de trucha ración (280 a 300g) el cultivo se realiza en agua dulce en altas densidades (hasta 100kg/m³) en estanques rectangulares de concreto (raceway) contruídos en serie y utilizando 2 a 3 veces la misma agua en el cultivo. Este tipo de centros se ubican principalmente en la zona central y sur del país. También existe una empresa que engorda truchas hasta alcanzar calibres de 3 a 5Kg en balsas-jaulas instaladas en el lecho del río.

Las empresas que engordan en el mar comercializan especímenes de mayor calibre (3-5Kg) que son mantenidos en balsas jaulas durante poco más de un año. Las dimensiones de las jaulas son similares a las utilizadas en los lagos, aunque existe la tendencia al uso de balsas de dimensiones mayores, hasta de 30x30m; también se utilizan balsas circulares de 30m de diámetro. Las densidades de cultivo en esta etapa pueden llegar próximas a los 20Kg/m³, aún cuando la tendencia es mantenerla próxima a los 10Kg/m³. La salinidad de los lugares de engorda es cercana a los 20ppm, existiendo sitios de cultivo con salinidades muy bajas, prácticamente agua dulce y otros con salinidades próximas a 35ppm. Las temperaturas de cultivo fluctúan entre 10 y 13°C en la X Región (42°Lat.S.) y en las zonas más australes (53°Lat.S.) 5°C en invierno y 10°C en verano.

1.3.5 Cosecha

En la mayoría de las empresas, la cosecha se realiza dentro de los centros de cultivo, siendo generalmente mecanizada. Para la narcosis de los peces se utiliza CO₂ y el desangre se realiza por corte branquial. Sin embargo, existen algunas empresas que prefieren cosechar en la planta de faenamiento, transportando vivos los peces y sólo son sacrificados al momento de su procesamiento, esto asegura una mayor frescura y evita maltratos. Antes de su faenado los peces son mantenidos en ayuno por aproximadamente siete días para mejorar la textura y pigmentación de la carne y evitar la contaminación por bacterias fecales durante el faenamiento. Esta etapa se inicia con el eviscerado y descabezado, manteniendo en todo momento una línea de baja temperatura hasta llegar al producto terminado que puede ser: fresco enfriado, congelado, seco salado, ahumado, laminado, pate o hamburguesa, incluso ya se comercializan "platos preparados".

1.3.6 Patologías

Chile es un país que se encuentra libre de enfermedades virales, sin embargo las enfermedades bacterianas son las que causan las mayores pérdidas, dentro de estas las más frecuentes son la Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD) producida por la bacteria Gram+ Renibacterium salmoninarum, la Septicemia Rickettsial Salmonídea (SRS) producida por la bacteria Gram- Piscirickettsia salmonis y la enfermedad de la boca roja producida por la bacteria Yersinia ruckeri. Además, se observan otras patologías de menor importancia y de distribución cosmopolita como la saprolegniasis y la enfermedad del punto blanco o "ich" provocada por el protozoo parásito Ichthyophthirius multifiliis. En algunos centros de mar, el ectoparásito Caligus sp provoca infecciones que requieren tratamientos regulares durante la fase de engorda. Para las enfermedades bacterianas existe una buena distribución de vacunas mediante baños e inyecciones que permiten controlar adecuadamente estas patologías.

1.4 ALIMENTOS Y ALIMENTACIÓN

En los inicios de la salmonicultura nacional, la fabricación de alimentos era de

responsabilidad exclusiva de los propios centros de cultivo, en la elaboración se utilizaba esencialmente vísceras de bovinos (principalmente hígado) mezclado con derivados del trigo y harina de pescado, ocasionalmente se les agregaba algún tipo de vitaminas o aditivo especial. Las vísceras eran trituradas en pequeños molinos y posteriormente se mezclaban en forma manual con los demás componentes. La salmicultura intensiva comercial se inicia con propiedad en 1984, momento en que la empresa Salmones Antártica comienza a utilizar alimento húmedo en base a pescado fresco mezclado con harina de pescado, harinilla de trigo y vitaminas. Al superar las 300 t de producción, el sistema de fabricación se hace incapaz de cubrir la demanda y se inicia entonces la fabricación de pellet seco en base a harina y aceite de pescado, derivados del trigo y vitaminas.

1.4.1 Fábricas de alimentos

Actualmente casi la totalidad del alimento utilizado en la producción de salmonideos es elaborado en el país, 25 compañías producen aproximadamente 150,000 t/año (11 empresas fabrican pellets compacto, 8 pellets extruidos, 3 pellet compacto y extruido y 3 pellets húmedo). Hasta hace algunos años, se producía principalmente alimento pelletizado seco, pero en la actualidad se observa una tendencia a producir sólo alimento extruido, aún cuando existen algunas salmoneras que elaboran y utilizan alimento húmedo para su cultivo. El alimento más utilizado por las empresas engordadoras es el pellet seco (65%) y un 20% de ellas lo combina con otro tipo de alimento. El alimento húmedo es usado por el 15% de los productores y el pellet extruido por un 10% de ellos (Avila et al., 1994). Muchas de las empresas productoras de salmón tiene un sistema de producción integrado con una planta de alimento propia (Tabla 8).

En la etapa de engorda se trabaja esencialmente con alimento nacional, aún cuando existen empresas que importan alimento, especialmente para el inicio de la alimentación exógena. Sin embargo, por la evidente mejora en la calidad de los alimentos chilenos, cada día son menos las empresas que lo hacen. En la actualidad, algunas empresas chilenas han iniciado la exportación de alimentos para salmónidos a Argentina y Japón.

1.4.2 Materias primas

La principal materia prima utilizada en la fabricación de alimento para salmónidos es la harina de pescado (60% aproximadamente); además de los siguientes ingredientes: subproductos del trigo (23%), aceite de pescado (10 a 11%), premezclas vitamínicas (2%), premezclas minerales (0.1%) y aglutinantes (2%), (Hardy y Castro, 1992). Algunas fábricas incorporan otros ingredientes en baja proporción, tal como hemoglobina animal liofilizada y levadura de cerveza. Las distintas empresas en base a esta formulación general elaboran dietas que se comercializan con una marcada competencia en el mercado nacional. Si bien existen pequeñas diferencias en la formulación entre dietas extruidas y pelletizadas (Tabla 9), el proceso tecnológico de fabricación marca ciertas diferencias en favor del pellet extruido, permitiendo incorporar en el una mayor cantidad de lípidos y ser de mayor estabilidad en el agua. La Tablas 10 y 11 muestran la composición proximal de dos

tipos de dietas comercializadas en el país, cuyo valor de venta se encuentra cercano a US\$1/Kg.

Con los alimentos producidos en Chile se obtienen crecimientos muy rápidos en salmón del Atlántico y del Pacífico, obteniendo factores de conversión que en promedio fluctúan entre 1.2 a 1.5 con pellet seco. En Europa, con salmón del Atlántico, se obtienen factores de conversión de 1.0 a 1.2 empleando alimentos extruídos ricos en grasas, pero con costos mayores que en Chile (Hardy y Castro, 1992). En el país se observa una marcada tendencia a la utilización de alimentos extruídos, que a pesar de ser un 5 a 8% más caros que los alimentos pelletizados tienen la ventaja de mayor flotabilidad y alto nivel de grasa, mejorando con ello el crecimiento y la conversión.

1.4.2.1 Harinas y aceites de pescado

La harina de pescado utilizada es producida íntegramente en el país y la mayoría de los fabricantes usan harina tipo Prime de bajo score biotóxicológico y fabricada a partir de pescado fresco. Los contenidos de aminas biogénicas tóxicas son mínimos (Tabla 12). Chile en el año 1994 produjo un total de 1,550,374 t de harina de pescado, en su fabricación se utilizó un 53.49% de Jurel (*Trachurus murphyi*), 36.05% de anchoveta (*Engraulis ringens*), 3.36% de desechos de pescado, 3.27% de sardina común (*Clupea bentincki*), 2.23% de sardina (*Sardinops sagax*) y en cantidades menores de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, 0.75%) y de caballa (*Scomber japonicus peruanus*, 0.35%)(SERNAP, 1995). Según la materia prima utilizada en la elaboración, la composición proximal de la harina de pescado presenta notorias diferencias en los niveles de humedad, proteínas, grasas y cenizas (Tabla 13). Los aceites de pescado utilizados son extraídos principalmente de jurel y sardina, en los cuales son abundantes los ácidos grasos poliinsaturados tales como los ácido linoleico, ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexaenoico. La Tabla 14 muestra la composición de ácidos grasos poliinsaturados de algunas materias grasas de origen animal y vegetal disponibles en Chile para la elaboración de alimentos.

El costo de la harina de pescado es de aproximadamente US\$630/ t y junto con las premezclas de vitaminas y pigmentos carotenoides representan el 75-80% del costo de los ingredientes del alimento para peces.

1.4.2.2 Carbohidratos

Los principales subproductos utilizados en la elaboración de alimentos para salmónidos son las harinas y harinillas de trigo, las cuales resultan indispensables por sus propiedades aglomerantes dentro de la dieta. Sin embargo, gracias a los procesos de extrusión, los almidones de este cereal pueden contribuir también a la nutrición energética de los peces. La Tabla 15 muestra la composición proximal típica de las harinas y harinillas de trigo empleadas en Chile para la elaboración de alimentos para salmónidos (Romero, 1994).

1.4.2.3 Vitaminas y minerales

En Chile, las vitaminas junto con los minerales y pigmentos representan menos del 1% de la composición de un alimento para salmónidos. Las vitaminas, por su carácter esencial en el metabolismo de los organismos vivos deben ser suministradas en niveles que aseguren los requerimientos biológicos mínimos del pez. Por lo tanto, en la formulación se deben considerar todas las eventuales pérdidas en los procesos de fabricación y almacenaje. Chile no fabrica vitaminas, por lo que son importadas por varias empresas que realizan mezclas y dosificaciones que se comercializan en forma directa con los fabricantes de alimentos, pero también existe una comercialización directa hacia el productor ya que éstos habitualmente realizan un reforzamiento con vitaminas al momento de suministrar el alimento; pudiendo ser agregadas al pellet mezcladas en gelatina sin sabor para evitar su dilución. Las premezclas vitamínicas contienen dosis variables de vitaminas lipó e hidrosolubles (Tabla 16) observándose una tendencia a suministrar niveles bastante altos, sin tener la certeza sobre los requerimientos reales y estabilidad de las mismas. Un fenómeno similar se observa en el uso de minerales, en la Tabla 17 se muestra la composición de un premix mineral comercializado en el país. Para estos componentes, las empresas comercializadoras ofrecen realizar mezclas con concentración a petición del productor el que en la mayoría de las veces refuerza los alimentos sin tener necesidad, aumentando sus costos de producción innecesariamente.

1.4.2.4 Pigmentos

Uno de los más estrictos controles de calidad que debe superar la carne de salmón para poder ser comercializada en el exterior, es su color anaranjado, el que debe encontrarse por sobre 8mg de pigmento por Kg de músculo para ser considerado adecuadamente "pigmentado". Por ello, la disponibilidad de colorantes es fundamental en una salmonicultura intensiva como la desarrollada en Chile.

El color "anaranjado" de la carne de salmón se debe a la acumulación de pigmentos carotenoides en el tejido muscular. Los peces son incapaces de sintetizar estos pigmentos, por lo que deben ser incorporados en el alimento. Los pigmentos más utilizados en la salmonicultura chilena son el Carophyll rosado (astaxantina) y Carophyll rojo (cantaxantina), aún cuando se observa un aumento paulatino en la pigmentación con Krill (*Euphausia superba*) y pigmento extraído de la levadura *Phaffia rhodozyma*. También se utiliza como fuente de pigmentación colorantes extraídos del pimentón o paprica (Tabla 18). Las dosis en las dietas son determinadas por la empresa engordadora según su estrategia de pigmentación, pero en general se utilizan concentraciones de aproximadamente 60mg de pigmento por Kg de alimento y un tiempo de suministro de aproximadamente 6 a 12 meses antes de la cosecha, el que puede ser mayor o menor dependiendo de la concentración de pigmento utilizada. El tipo de pigmento es también determinado por la empresa y esta decisión se basa en el mercado de destino de su producción; U.S.A. hasta 1995 sólo compraba un producto pigmentado con cantaxantina, pigmento que no se utiliza para productos ahumados por su baja estabilidad. En cambio para el mercado japonés se pigmenta sólo con astaxantina. La pigmentación es un proceso complejo, ya que del pigmento suministrado en salmón del Atlántico sólo se retiene un 7-8%; en

truchas entre un 15 a 18%, mientras que en salmón coho se retiene aproximadamente hasta un 20%, lo que implica que gran parte del pigmento se pierde al ambiente y con ello una buena parte de los gastos del piscicultor; el pigmento representa aproximadamente el 20% del costo del alimento.

Los pigmentos carotenoides tienen una importante función en los procesos reproductivos, por ello, los reproductores son alimentados por aproximadamente cuatro meses antes del desove con 30 a 75 mg de pigmento por Kg de alimento, con ello se asegura una óptima calidad de gametos y una buena sobrevivencia larval.

1.4.3 Manejo de la alimentación

La dosificación del alimento se realiza en base a tablas de alimentación que generalmente son proporcionadas por las mismas fábricas de alimentos, éstas ajustan el alimento suministrado de acuerdo al tamaño del pez y a la temperatura del agua. También algunos productores calculan la ración diaria mediante fórmulas que se ajustan a la realidad ambiental del centro de cultivo y a la importante experiencia del piscicultor.

En general, en las primeras etapas del ciclo productivo, el alimento se suministra a saciedad y luego se dosifica en raciones diarias cercanas al 2-3% del peso corporal, suministrado en varias porciones durante el día, en general se entrega un 60% del alimento en la mañana y 40% en la tarde. En la actualidad, con la generalización en el uso de alimentos extruídos con niveles de lípidos cercanos al 30%, se obtienen factores de conversión entre 1,0 y 1,3, mejorando además la sobrevivencia en la etapa de engorda, donde se obtienen mortalidades acumuladas no superiores al 10% en la fase de mar. Cada día, son más las empresas que alimentan a nivel de "saciedad" o de "ración máxima", que en la práctica se traduce en una demanda mayor de alimento de un 30% en relación al suministrado por medio de tablas. De acuerdo a Talbot (1995 com. pers.) esto reduce la competencia por el alimento y con ello se mejora la productividad y sobrevivencia de los peces.

El suministro del alimento a los peces se realiza mayoritariamente en forma manual, producto del bajo costo que tiene en el país la mano de obra, aún cuando, algunas empresas utilizan la alimentación automática, principalmente con alimentadores de contacto, electromecanismos de relojería e hidroneumáticos controlado por computador. Según Hardy y Castro (1992) el costo de un trabajador piscícola en Noruega es de US\$18.5/h, en Chile el mismo trabajador recibe aproximadamente US\$1.2/h, lo que significa que en nuestro país se puede contratar 15 trabajadores con el costo de un trabajador Noruego. En Noruega, la producción por hombre/año es de 50 t aproximadamente, en cambio en Chile la producción llega a sólo 10 t/hombre/año. Aún cuando, los costos de mano de obra por tonelada producida en Chile representa entre un octavo a un tercio de los costos laborales de las pisciculturas en Norteamérica o en Europa.

En la actualidad, se realizan investigaciones tendientes a reducir el contenido de fósforo en los alimentos para salmónidos, en promedio éstos contienen 1.98%. Reemplazando parte de la harina de pescado entera por harina de pescado deshuesada e incorporando harina de plumas

en un 7% (Tabla 19), se han obtenido alimentos con excelentes rendimientos productivos y con un 1,6% de contenido de fósforo (Aquanoticias Internacional, 1995).

1.5 DESAFIOS

En los últimos años, muchos pescadores artesanales, debido al reducido volumen de sus capturas, han encontrado en la salmonicultura el sustento para su grupo familiar. Por ello, ésta actividad productiva es de gran importancia para la economía nacional, especialmente para la zona sur del país. En el próximo decenio la salmonicultura chilena deberá entrar en una etapa de consolidación que le permita su sustentabilidad en el tiempo. Para ello, deberá prestar mayor atención al desarrollo de investigación científica y al cuidado del medio ambiente. Hoy se dispone de aguas biológica y químicamente aptas para el cultivo de salmónidos; un adecuado control de las emisiones de los centros acuícolas preservarán el entorno y facilitarán el control de patologías contagiosas.

Estando Chile a la vanguardia en la producción de salmónidos, la investigación científica en los diferentes ámbitos que envuelve el ciclo de producción es prácticamente nula. Dentro de los desafíos más importantes de investigación está el desarrollo de programas de manejo genético de sus reproductores que reduzcan la manifestación de homocigosis y posibiliten la producción masiva de ovas nacionales de buena calidad. Considerando que en los últimos años, se observa una marcada tendencia a la disminución del valor de la carne de salmón en el mercado internacional, las empresas deben optimizar sus procesos productivos en todas sus etapas. El alimento representa el principal costo de producción, razón por la cual las nuevas investigaciones deben ser orientadas a mejorar los procesos de nutrición y alimentación, con la búsqueda de nuevas alternativas que posibiliten la generación de alimentos de alta eficiencia y bajo costo. Una especial evaluación debe ser aplicada al uso de alimentos pelletizados y extruídos, considerando: crecimiento, eficiencia de conversión, calidad final del producto (niveles de grasa en el músculo) y rendimiento efectivo de los mismos. También es necesario evaluar nuevas alternativas de pigmentación que permitan reducir los costos de éste ítem y que estén disponibles en cantidades que satisfagan el incremento de producción proyectado por las empresas. Además de esto, se debe estudiar las estrategias de pigmentación que permitan establecer dosis efectivas para los propósitos de coloración exigidos por los mercados, evitando las pérdidas excesivas que se registran en la actualidad.

Estudiando éstas y otras problemáticas que permitan optimizar el proceso de producción de la salmonicultura, Chile se podría mantener en el tiempo como uno de los principales países productores de salmónidos cultivados.

2. COLOMBIA

2.1 DESARROLLO HISTÓRICO

Los primeros indicios de la salmonicultura en Colombia nacen precisamente con la introducción de la trucha (*Salmo sp*) hacia fines de la década del 30, con el fin de repoblar ríos y lagunas de aguas frías de la zona andina. En la actualidad, la actividad se encuentra esparcida por toda la zona andina del país, y de la diversidad de salmónidos introducidos originalmente, sólo ha prosperado la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), adaptándose en aguas libres y en cautiverio (Negret, 1993).

2.2 ESTADO ACTUAL

Colombia es el segundo productor de especies salmonídeas en América Latina con 1,495 t en 1994 (FAO/FIDI, 1996). La trucha arco iris es considerada el principal recurso piscícola aprovechado en las zonas altas del país y el único salmónido que se cultiva, su producción ha ido en constante aumento desde 1984 a 1994 (Fig. 4)

La mayoría de los cultivos de truchas se realizan en las zonas andinas del país sobre los 2,600m.s.n.m. donde las temperaturas medias del agua son de 14°C, generalmente son aguas de baja dureza y alcalinidad, con pH neutro y una concentración media de oxígeno disuelto en aguas libres de 7.6mg/l (Peña, 1994).

La infraestructura para la producción de truchas se encuentra subutilizada en el país, los productores particulares se autoabastecen de ovas mediante la reproducción artificial o por la importación de ovas con ojo, por lo que no existe una necesidad real de que el estado asuma el subsidio en la producción de semilla (Arboledo, 1988). Dentro de los programas de fomento y expansión del cultivo de la trucha, está la utilización de jaulas en cuerpos lénticos, lo cual ha generado interés por el ritmo de crecimiento que experimentan los animales en relación a la densidad poblacional. En la actualidad, existen aproximadamente unas 50 granjas de truchas en Colombia, las cuales están registradas en la Asociación Nacional de Acuicultores de Colombia (ACUANAL), existiendo aún un gran número de granjas no registradas. Toda la producción está estimada sobre la base de 5,5há de espejo de agua, lo que corresponde, aproximadamente, a 1,800 estanques de 30m³ (Negret 1993). Colombia posee grandes áreas de espejos de agua en ciénagas, lagos, lagunas y embalses y las condiciones físico-químicas del agua en éstos cuerpos, son aptas para el desarrollo de la salmonicultura (Dorado, 1988). Un ejemplo de esto, es la estación piscícola del Neusa donde se registran temperaturas casi constantes de 11°C durante toda la época de desove, la Tabla 20 muestra los parámetros físico-químicos del agua de esta Estación (Salinas, 1991).

La producción de truchas cultivadas en Colombia ha ido aumentando progresivamente desde 1986 a la fecha, aunque en relación a la producción total de acuicultura ha declinado, por la

mayor producción de otras especies, como langostinos, tilapias y cachamas (Tabla 21). La trucha se comercializa en mercados de U.S.A., América central, países del Caribe, Europa y Colombia, y en la actualidad se están abriendo mercados en países orientales (Salinas, 1995 com. pers.)

2.3 CICLO DE PRODUCCIÓN

El proceso de tecnificación en acuicultura se ha visto claramente desarrollado en el caso de la trucha arcoiris, en que los métodos de producción más utilizados son el semiintensivo y el intensivo (Negret, 1993)

2.3.1 Producción de ovas

En la actualidad parte del proceso productivo se realiza con ovas obtenidas mediante la mantención de reproductores y el desove artificial, que por las condiciones climáticas del país, los peces maduran durante todo el año (Nery-Ghisays, 1994).

2.3.2 Incubación y alevinaje

Los porcentajes de fecundación se encuentran cercanos al 80% (González, 1994). Para la incubación se utilizan sistemas verticales y horizontales, en la etapa de reabsorción del vitelo las mortalidades se encuentran entre 5-15%, obteniéndose sobrevivencias de entre 50 y 80% en todo el proceso de incubación (Salinas, 1991). Durante esta etapa, la mayor problemática se produce por la saprolegniasis, la que es combatida con Verde de Malaquita, Formalina y sal común (Forero, 1991). En el alevinaje las mortalidades varían entre 7-50% (Salinas, 1991), valores que están claramente relacionados con el inicio de la alimentación exógena.

2.3.3 Engorda

2.3.3.1 Estanques

La mayoría de los sistemas de producción para engorda utilizan estanques circulares o rectangulares de 30m³, aunque muchos productores utilizan principalmente para alevines de tallas superiores a 5cm, estanques circulares desde 2 hasta 15m de diámetro con profundidades que varían entre los 50 a 80cm, estas dimensiones son variables dependiendo del número y tamaño de las truchas (Zambrado y Cala, 1992). La empresa "Truchas Caledonia", una de las más grandes e importantes de Colombia, utiliza normalmente estanques de tierra revestidos con plásticos de buena calidad (Peña, 1994). Respecto de las tasas de cambio de agua, éstas son a lo menos de una vez/hora/estanque (Negret, 1993), mientras que los criterios respecto a la máxima densidad de carga

por unidad de volumen son diferentes, con cifras que varían entre 20 y 30kg/m³.

2.3.3.2 Jaulas flotantes

Las experiencias de cultivo de la trucha arco iris en jaulas flotantes han sido satisfactorias desde el punto de vista experimental. Los estudios de Zambrado y Cala (1992) mostraron que el crecimiento de juveniles en jaulas flotantes realizado en el lago Tota, Boyacá (3,015m.s.n.m.) fue similar en poblaciones de truchas sometidas a densidades de 30, 20 y 15kg/m³, la curva de crecimiento en peso en todos los experimentos se ajustó a la ecuación: $P = 588.8(1^{e0.46638(t-3.05)})^{2.9999}$. En la relación longitud-peso encontraron una correlación isométrica entre las dos variables obteniendo la ecuación: $P = 1.15 \times 10^{-5} L^{2.9999}$. El tiempo total calculado para que truchas de 2g (60mm) alcancen un peso superior a 240g (270mm) fue de 332 día.

Actualmente ya se está produciendo truchas en jaulas en forma comercial, pero utilizando bajas densidades de cultivo (Salinas, 1995 com.pers.)

A pesar del crecimiento aceptable que se obtiene en la truchicultura intensiva de Colombia, se ha iniciado el cultivo intensivo de poblaciones toda-hembra con el fin de eliminar el problema de los machos maduros que pierden rápidamente el color anaranjado de su carne y con ello su valor comercial. Inicialmente, éstas poblaciones eran importadas a un costo muy elevado, pero en la actualidad existe la tecnología en el país, para la inducción de ginogénesis (Salinas, 1992), así como también se está trabajando con reversión de sexo en truchas (Díaz, 1993).

2.4 ALIMENTOS Y ALIMENTACIÓN

El desarrollo de la acuicultura en las últimas dos décadas está íntimamente ligada al desarrollo de la industria de los alimentos concentrados. En cultivos de trucha, el uso de alimentos provenientes de desperdicios animales o alimentos concentrados formulados para otros animales, ha sido prácticamente reemplazado por alimentos aceptablemente formulados para la especie.

2.4.1 Fábricas de alimentos

En Colombia sólo existen 6 empresas que fabrican alimentos para la Acuicultura, de las cuales 4 fabrican para truchas (Tabla 22).

La mayor limitante que ha tenido la industria de alimentos para la acuicultura es el volumen, que es del orden 3 al 5% del total de toda la industria animal. Otra limitante es la falta de equipos especializados, puesto que los alimentos acuícolas, por lo general, requieren de propiedades físicas especiales y de altos contenidos energéticos. Otro problema de la industria es la disponibilidad de materias primas confiables a precios razonables.

2.4.2 Materias primas

De acuerdo a Negret (1993), los alimentos concentrados elaborados en Colombia utilizan en forma preponderante la harina de pescado como materia prima proteica, la cual es importada casi en un 90% desde el Perú y Ecuador. Otras fuentes de proteína animal utilizadas son las harinas de carne, hueso y sangre, pero todas ellas tienen marcada limitación para su utilización en acuicultura. Las fuentes vegetales más utilizadas son las harinas de trigo, de maíz, de arroz y de sorgo, las pastas de algodón y algunos subproductos industriales como el gluten de maíz y el salvado de trigo. Las dietas se complementan con algunos aminoácidos puros y complejos vitamínicos, minerales y grasas animales y/o vegetales. La mayor limitante para la formulación de alimentos concentrados radica en la disponibilidad de tecnología y factibilidad económica para poder utilizar los ingredientes en las cantidades apropiadas.

En la búsqueda de alternativas económicas de alimentación en una truchifactoría, se han realizado experiencias que evalúan la sustitución de la harina de pescado de la dieta por harina elaborada a base de vísceras de truchas. Sus resultados mostraron mejores crecimientos con la dieta control (100% harina de pescado) y la conversión alimenticia resultó mejor en el grupo control y en el tratamiento con 10% de harina de vísceras de truchas, siendo éste tratamiento el de mejor rendimiento productivo (Hayek y Ospina, 1987). Resultados similares obtuvo Infante (1993), quien utilizó cinco niveles de harina de lombriz en reemplazo de la harina de pescado en la elaboración de alimento para truchas, pero sus mejores resultados fueron obtenidos con dos dietas comerciales. Experimentos de Ospina et al. (1989), reemplazaron con harina de vísceras de trucha la harina de pescado en la dieta de alevines, obteniendo una eficiencia de conversión cercana al 95% y sobrevivencias similares a las obtenidas con harina de pescado. Para la elaboración de estos concentrados artesanales se utilizaron agallas, tracto digestivo, hígado, vesícula biliar, corazón, bazo y parte de la grasa adosada al tracto digestivo; las cuales se sometieron a cocción en autoclave a 120°C durante una hora, secadas en estufa a 105°C por 24 horas y finalmente molidas en un molino manual.

2.4.2.1 Pigmentos

La obtención del color anaranjado de la carne del pez producido es una limitante seria para alcanzar los controles de calidad para la exportación, lo que determina que el producto sea cancelado a muy bajo costo y esto lleva al truchicultor a sufrir grandes pérdidas. De acuerdo a Negret (1993) la solución al problema se encuentra en el uso de pigmentos en dosis de 400g de carofil por tonelada de alimento durante un mínimo de 3 meses, pero esto lamentablemente encarece significativamente los costos de producción para la truchicultura de Colombia.

2.4.3 Manejo de la alimentación

La frecuencia normal de alimentación es una vez al día durante toda la semana y con

mayor frecuencia diaria para los peces pequeños. Se utilizan tablas de alimentación las que entregan el porcentaje de peso corporal según la temperatura del agua, pero ninguna ha sido diseñada por productores colombianos, las raciones calculadas de esta manera tienen deficiencias energéticas de hasta un 20% por la calidad de los alimentos (Negret, 1993).

Predomina la alimentación manual, pero también se han utilizado autoalimentadores mecánicos. En general, las facilidades de almacenamiento de los alimentos ha mejorado en las granjas, debido principalmente al alto costo que este representa (Zambrado y Cala 1992).

En general las experiencias han podido mostrar que los niveles de conversión alimenticia están dentro del rango de 1.8 a 2.2 según las condiciones de cultivo. Cultivos experimentales en jaulas realizados en el lago Tota, provincia de Boyacá, han mostrado conversiones entre 0.96 y 2.03 en distintas densidades (Zambrado y Cala, 1992). Los bajos factores de conversión y el alto costo del alimento hacen que los costos de producción de los cultivadores colombianos sean mayores a los de productores norteamericanos (Tabla 23).

2.5 DESAFIOS

El desafío más importante para la truchicultura colombiana es contar con alimentos de alta calidad y en cantidades y precios que permitan mantener una producción sostenida. En Colombia, los altos costos de los alimentos concentrados para la trucha son una limitante para su cultivo, estos costos vienen dados principalmente porque en el país no se produce harina de pescado de buena calidad y en cantidades suficientes, por lo cual debe ser importada. La búsqueda de ingredientes alternativos a la harina de pescado constituye uno de los desafíos más importantes para los nutricionistas y productores de truchas, investigaciones de este tipo, permitirán encontrar dietas con valores nutricionales óptimos y precios competitivos para un desarrollo sostenido de la actividad.

3. PERU

3.1 DESARROLLO HISTÓRICO

El cultivo de la trucha en el Perú se remonta a 1920, año en el que se introdujo por primera vez ovas provenientes de Estados Unidos. Lamentablemente y a pesar de los años transcurridos en la crianza de esta especie, en el país no se ha logrado la producción esperada, a pesar del inmenso potencial hídrico de la región y de las condiciones ecológicas óptimas para desarrollar este cultivo. Esta situación es resultado de una inadecuada política de desarrollo. Sin embargo, en 1986 se da una reorientación de la política y a través del proyecto "Desarrollo de la piscicultura en la Sierra y Selva" se intenta impulsar esta actividad (García, 1987).

3.2 ESTADO ACTUAL

Actualmente existen centros piscícolas administrados por las Direcciones Regionales de Pesquería (DRP) o universidades destinados a la producción de alevines para repoblación de aguas frías y lagunas de la zona andina, así como para el abastecimiento de pequeñas granjas en las zonas rurales. Las especies utilizadas para estas prácticas son Oncorhynchus mykiss y Salmo irideus gairdneri. En el Lago Titicaca (y en menor escala en ciertas lagunas) las producciones son principalmente provenientes de jaulas flotantes. Actualmente, esta actividad se encuentra en expansión, luego de los problemas de seguridad y dificultades sociales producto del terrorismo en la zona. De acuerdo a la DRP (1995), del total de granjas piscícolas con capacidad de operación, sólo dos tienen la autorización para efectuar actividades de acuicultura, mientras que más de 30 granjas están actualmente inoperativas y otras operando sin autorización, principalmente por razones socio-económicas y financieras derivadas fundamentalmente del terrorismo que ha azotado las zonas productivas del país. A pesar de todos los problemas, la producción ha experimentado un notable incremento, desde más de 600 t en 1984 hasta sobre las 1000 t en 1993 (FAO/FIRI, 1996), siendo la región más importante la región Andrés Bello Cáceres, subregión Junín, que aporta más del 50% de toda la producción nacional. En esta región existen 9 granjas que producen en forma más o menos constante desde 1984, de ellas "Piscifactorias Los Andes" aporta sobre el 60% del total regional (Fig. 5).

3.3 CICLO DE PRODUCCIÓN

3.3.1 Incubación y alevinaje

Uno de los mayores problemas para la producción es la falta de infraestructura para la producción de ovas y alevines, aunque se tiene referencia que en la región de Junín el centro piscícola "El ingenio" ha producido sus propias ovas durante 1994, lo cual le ha permitido

autoabastecerse de alevines y más aún, abastecer el requerimiento para otras pisciculturas de la región. De acuerdo a la Dirección regional de Pesquerías (1995) la piscicultura más importante en cuanto a producción, Piscifactoría Los Andes, ha debido importar ovas embrionadas desde los Estados Unidos (Tabla 24).

3.3.2 Engorda

Para la engorda de truchas se utiliza la infraestructura convencional, es decir, estanques tipo raceway en concreto armado y rústicos en tierra, también en algunas zonas se utilizan las jaulas flotantes. Según García (1987), las instalaciones e infraestructura existente en la mayoría de las piscigranjas del Perú, se encuentran en buen estado de mantención y conservación, aunque aquellas que no están operando están en un estado muy deplorable. A pesar que en la región andina existe un potencial hídrico de excelente calidad para la truchicultura, principalmente por abundantes ríos y agua freática, los centros que se abastecen de agua de río presentan serios problemas para la engorda por cambios de temperatura y turbidez, sin considerar que en algunos casos, además, no existe un manejo eficiente. Los centros que se abastecen de aguas freáticas presentan menos problemas que los anteriores.

3.3.3 Cosecha

El tamaño de cosecha de la trucha, básicamente es ración (250-300g). La comercialización está dirigida principalmente al mercado externo para el consumo humano directo, exportándose fundamentalmente como trucha eviscerada, congelada o fresca, también se exporta en otras formas (Tabla 25).

3.4 ALIMENTOS Y ALIMENTACIÓN

3.4.1 Fábricas de alimentos

La alimentación de la trucha a lo largo de todo su ciclo se realiza empleando alimento balanceado preparado a base de harina de pescado, maíz, mezclas de vitaminas y sales minerales y otros. De acuerdo a Martínez et al. (1989) en Perú se han identificado cinco fábricas que producen alimentos para trucha y camarones peneidos; Nicolini Hnos S.A., Purina Perú S.A., Molinos Takagaki S.A., Molino Excelsior, S.A. y Nutripaisa S.A. La actividad principal de todas estas empresas es la producción de alimentos para ganado, por lo que la producción de alimentos para la acuicultura es considerada una actividad marginal. Es difícil cuantificar cuanto alimento de trucha se produce, pues es generalmente a pedido del cliente. Sin embargo, se estima que la producción global está alrededor de las 1,000 t/año. Para la fabricación de los alimentos los ingredientes no son pulverizados, sólo molidos; en algunas fábricas se ofrecen hasta tres tamaños de partículas. La piscifactoría de Los

Andes, la cual sostiene la mayor producción de truchas en el Perú, entrega los ingredientes y su fórmula a una fábrica que peletiza los alimentos a pedido (Rosa Gutiérrez B. com. pers., 1995).

3.4.2 Manejo de la alimentación

La alimentación que se practica en la truchicultura de la región Andina del Perú, tanto en los centros de producción a cargo del gobierno como de la empresa privada, se realiza empleando alimentos balanceados que se producen en el país, a través de empresas privadas y por la regional de Pesquería de Huaráz que abastecen de alimento a las distintas piscigranjas. En ocasiones se emplea también hígado molido de ganado vacuno que se utiliza principalmente en las fases de pre-alevinaje y algunas veces durante el alevinaje (García, 1987).

En un análisis de las técnicas de alimentación se puede concluir que a pesar de que existen tablas de alimentación, no se llevan registros de las raciones alimenticias exactas. Sin embargo, lo más frecuente es que los centros alimenten tres veces al día (García, 1987). Los centros de producción informan factores de conversión de 2.5 para el cultivo en estanques y 1.8 a 2 para el cultivo en jaulas flotantes (Martínez et al., 1989).

Los alimentos balanceados llegan a las pisciculturas sin mantener la textura deseada debido a la lejanía de las fábricas de alimento. Por otra parte las piscigranjas más alejadas tienen que adquirir grandes cantidades de alimento para reducir costos de transporte, por lo que el almacenaje es prolongado, provocando un deterioro de la calidad. Los problemas de mala calidad de los alimentos, almacenamiento por largos períodos de tiempo, junto con el manejo y distribución inadecuada de las raciones, resultan en bajos rendimientos productivos (Martínez et al., 1989).

Desde 1989 al presente la situación de la fabricación y manejo de los alimentos en la truchicultura peruana no ha cambiado sustancialmente (Rosa Gutiérrez, com. pers.), por lo tanto los problemas detectados por Martínez et al. (1989) siguen siendo válidos a pesar del tiempo transcurrido.

3.5 DESAFIOS

La región andina del Perú posee un gran potencial de recursos hídricos para piscicultura de salmónidos. Además, posee una infraestructura instalada la que se mantuvo inoperativa por varios años a causa de los problemas de seguridad social que vivió este país. En términos generales, el principal desafío para el sector truchícola es evaluar las instalaciones existentes a fin de reactivar adecuadamente la producción de alevines, que hoy en día está siendo una limitante. Las dificultades encontradas por los productores para abastecerse de alimento de buena calidad, debieran ser superadas a través de adecuadas estrategias de gestión con la industria de alimentos balanceados para camarones. El país posee una capacidad instalada importante para la fabricación de alimentos y abundancia de harina y aceite de pescado, esto debería permitir obtener alimentos de buena calidad y a precios altamente competitivos. Mejorando las redes de comunicación y comercialización los alimentos deberían llegar sin inconveniente a las zonas productoras.

4. BRASIL

4.1 DESARROLLO HISTÓRICO

La salmonicultura comienza en Brasil mucho más tarde que en los demás países de América del sur, probablemente porque se creía que la temperatura, de los numerosos cursos de agua existentes, en el país no era la más adecuada para el cultivo de estas especies.

En el año 1942, el Dr. Ascanio de Farias en ese entonces jefe de la división de caza y pesca del ministerio de Agricultura, importó un pequeño lote de ovas de truchas desde Dinamarca con el propósito de poblar ríos de la región sudeste del país. Posteriormente se importaron ovas de California durante tres años consecutivos. Algunos de los ríos poblados en aquella época, hoy en día contienen especímenes de trucha proveniente de estas primeras generaciones.

En el año 1974 se inicia en Campos de Jordao, Sao Paulo, la primera truchicultura comercial y en los años ochenta se intensifica esta actividad en el sudeste Brasileño.

4.2 ESTADO ACTUAL

Actualmente, a pesar que se cultiva una gran variedad de peces de agua dulce, la gran mayoría corresponden a peces autóctonos de origen tropical. Las variedades de salmonídeos cultivados son la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y el salmón del atlántico (*Salmo salar*) variedad "landlocked". Sin embargo, la producción mayoritariamente está en función de truchas. A diferencia de lo que acontece en Chile y en Argentina, se carece de nieve, por lo cual toda el agua utilizada para el cultivo de salmonídeos se abastece de agua lluvia, "rainforest". La actividad está restringida a localidades por encima de los 800 metros de altitud, prácticamente cercana a los nacimientos de los ríos en donde se encuentran cursos de agua con temperaturas y calidad adecuada. De forma tal que las estaciones de truchicultura trabajan con caudales de entre 40 a 100litros/seg. Algunas pocas estaciones situadas en condiciones especiales tienen caudales por encima de los 500litros/seg. Como resultado de estas limitaciones la mayoría de las estaciones son de tamaño pequeño a mediano. La producción total de salmonídeos en Brasil actualmente gira en torno a las 1,200 t/año, estimándose llegar en los próximos años a aproximadamente 2,000 t/año. Según FAO/FIDI(1996) Brasil registra una producción de *Oncorhynchus mykiss* en el año 1991 y 1992 de 600 t y en el año 1994 de 800 t (Fig. 6).

4.3 SISTEMA DE PRODUCCIÓN

4.3.1 Producción de ovas

Las pisciculturas en Brasil basan la producción de ovas a partir del manejo de sus propios reproductores. El manejo básico realizado en esta etapa consiste en obtener los gametos vía masaje abdominal para posteriormente mezclar óvulos y espermios para la fecundación de los gametos femeninos.

4.3.2 Incubación y alevinaje

La incubación y el alevinaje se realiza según los métodos estandar utilizando sistemas de incubación de tipo artesanal e incubadores adquiridos en el comercio. Las estaciones piscícolas en general utilizan una amplia variedad de estanques para el proceso de alevinaje, siendo los más frecuentes los estanques de albañilería, y en los últimos 5 años los estanques circulares pasaron a ser los más utilizados. A la fecha existen tres estaciones que utilizan oxígeno inyectado a los estanques como una forma de aumentar la producción por volumen de agua.

4.3.3 Engorda

El proceso de engorda en las estaciones de salmones y trucha en Brasil se realiza en las granjas ubicadas en el continente ya que las elevadas temperaturas de las aguas marinas y otros cuerpos de agua impiden su uso. En los sistemas más intensivos las truchas tamaño cosecha son mantenidas en densidades en torno a los 30kg/m³. En sistemas con aportes de oxígeno se está operando con densidades de entre 80-90kg/m³. Con las temperaturas dadas en la región, las truchas se demoran de 8 a 9 meses desde el comienzo de la alimentación hasta llegar al tamaño de cosecha (entre 280 a 320g).

4.3.4 Cosecha

El proceso de cosecha es realizado manualmente no existiendo mecanización ya que la mayoría de los centros productores son de pequeño tamaño.

4.3.5 Patologías

En cuanto a enfermedades solamente se reportan casos de "Ich" y de Saprolegnia debido al manejo de los ejemplares, no existiendo registros de otras enfermedades. En relación a enfermedades nutricionales, se han detectado casos de Aspergillus, debido a la utilización de harina

de soya, los cuales varían en intensidad de año en año.

4.4 ALIMENTOS Y ALIMENTACIÓN

4.4.1 Fábricas de alimentos

Existen en Brasil hoy en día cuatro fabricantes de alimento para truchas. Dos nacionales y dos internacionales (Purina y Socil). La composición de los alimentos comercializados varía bastante de acuerdo a las materias primas utilizadas. En general la proteína oscila entre un 38 a 46%, los lípidos de 6 a 11%, los carbohidratos en torno al 16%, las cenizas de 8 a 14% y la humedad entre un 10 a 11%. A las raciones se les adiciona ácido ascórbico y en la etapa final de engorda se les adicionan pigmentos. Todas las raciones son peletizadas. Las fábricas productoras de alimento elaboran pellet en tres tamaños diferentes (2.8, 3.2 y 4.8cm) excepto una fábrica que elabora los alimentos en seis tamaños diferentes (Silveira, 1993).

En Santa Catarina (estado del sur de Brasil), debido a la escasa disponibilidad de materias primas, sólo existen fabricantes caseros de alimentos para truchas. En el suroeste de este estado está localizada hoy en día la mayoría de los productores trucheros. En la Asociación Brasileña de Truchicultores (ABRAT) se mantiene un centro de distribución de alimento, donde se concentran todos los pedidos de raciones de los pequeños y medianos productores asociados, consiguiendo de esta forma mejores condiciones de compra y distribución. La ABRAT está en contacto con fabricantes extranjeros de alimentos pensando en el futuro importarlo. También pueden proveer raciones para la ABRAT, los proveedores que tienen sus alimentos analizados y testados en una estación experimental situada en San Pablo. Este análisis es efectuado periódicamente en forma aleatoria.

Como los pedidos de la central de compra de ABRAT es mensual, no existen problemas de almacenamiento, ni de la vida útil de los alimentos. La tasa de conversión media de los alimentos para trucha gira en torno de 2:1 a 2,5:1.

4.4.2 Materias primas

La Tabla 26 muestra la composición proximal de alimentos que elabora la compañía WEG y la Tabla 27 muestra las mezclas de vitaminas y minerales que son adicionadas a las dietas (Silveira, 1993).

4.4.3 Manejo de la alimentación

Los regímenes de alimentación utilizados se basan en tablas de alimentación, las cuales

se han adaptado de tablas internacionales. Solamente entre primavera y verano, antes de las lluvias, la alimentación es racionada por causa de la escasa disponibilidad de agua. La entrega del alimento es realizada en forma manual. El uso de alimentadores automáticos está restringido para alevines al inicio de la alimentación. El único suplemento que algunos productores adicionan a las raciones es aceite de pescado.

4.5 DESAFIOS

El principal desafío de la actividad truchícola brasileña es consolidar la Asociación de productores de truchas (ABRAT) a través de la integración de todos los pequeños y medianos productores, sobre todo en la región sudeste donde se encuentran las mejores condiciones para el cultivo de la trucha. Siendo Brasil el más importante productor de alimentos balanceados para producción animal en América Latina y el Caribe, los productores de truchas no debieran tener problemas para abastecerse de alimento de buena calidad. La mantención del centro de distribución de alimentos de la ABRAT posibilitará, sin lugar a dudas, mantener las mejores condiciones de compra y abastecimiento de alimentos para los productores. De acuerdo a las propias estimaciones de la ABRAT, Brasil en los próximos años podría alcanzar la 2,000 t/año.

Nota: La información entregada aquí, se basó fundamentalmente en la encuesta respondida por el Director Técnico de la ABRAT, Ing. Joao Luis Sauer Dias.

5. MÉXICO

5.1 DESARROLLO HISTÓRICO

De acuerdo a Nieto (1995), la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), fue introducida en México en 1838, al Vivero Nacional de Chimaltepan, en el Estado de México. En 1930, se llevaron a cabo repoblaciones de truchas arcoiris, en distintos embalses del país. Se inicia formalmente la truchicultura en México, en 1936. En 1979, se inicia la construcción del centro acuícola "El Zarco" en el Estado de México. En 1975, se construyen y entran en operación los Centros Acuícolas de Guachochi en Chihuahua, Pucuatlan en Michoacán, San Cristóbal de las Casas en Chiapas y Tiacaque en el Estado de México, todos propiedad de la entonces Secretaría de Pesca, ahora Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. En 1978, se inicia el cultivo a nivel comercial de la trucha arcoiris, con la instalación de centros de cultivos intensivos en los estados de Puebla, Hidalgo y México. La Figura 7 muestra la producción de especies salmonídeas en México desde 1984 a 1994 (FAO/FIDI, 1996).

5.2 ESTADO ACTUAL

En México la salmonicultura se circunscribe exclusivamente a la trucha arcoiris para acuicultura comercial; sin embargo, la trucha de San Pedro Mártir *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, se encuentra a nivel experimental. Hasta 1994 la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca tiene registrada un total de 218 unidades de producción con sistemas intensivos, semi-intensivos y extensivos, distribuidos en 9 estados de la República Mexicana. La Tabla 28 muestra en forma resumida las Unidades de Producción Truchícolas, actualmente en operación (Nieto, 1995)

El Estado de Puebla, sobresale por su producción comercial de trucha y por la gran difusión a la pesca deportiva de lobina y trucha. Prueba de ello, lo representa la Granja Acuícola "Xouilin", dedicada al cultivo intensivo de trucha arcoiris, que se ubica en el poblado San Baltazar Atlimeyaya, Municipio Tianguismanalco; dicha granja cuenta con una superficie productiva de aproximadamente 1,440m² y su producción oscila alrededor de las 200 t, lo que representa aproximadamente el 50% de la producción acuícola estatal, la producción que se obtiene en esta granja se distribuye en el mercado local y a otros Estados como Jalisco, Guanajuato, Morelos, Hidalgo y el Distrito Federal.

Según los antecedentes de Nieto (1995), el Estado de México, a la fecha se ha caracterizado por ser el más importante productor de trucha arcoiris a nivel nacional, ya que por sí solo, produce la tercera parte de la producción truchícola nacional, esta producción se genera en 120 granjas registradas en 1993. Actualmente en este Estado se tienen previstos seis proyectos localizados en los Municipios del Valle de Bravo, Amanalco de Becerra, Isidro Fabela, Zinacantepec y Naucalpan de Juárez, en los que se contempla la construcción de seis granjas truchícolas.

En 1993, se producen en el país 1,650 t de trucha, de las cuales en el Estado de Chihuahua se produjeron 312 t. En virtud de la evolución que ha tenido la actividad acuícola en la zona fría del Estado (Alta y Baja Tarahumara), es que la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca junto a los productores han realizado un amplio proyecto truchícola, que permitirá a la entidad, no solo cubrir el mercado de la zona norte del país, sino también los mercados fronterizos del sur de los Estados Unidos de Norteamérica. La producción acuícola nacional alcanzó para el año 1994 alrededor de 158,415.9 t de las cuales la producción de trucha ascendió a 2,163.44 t lo que representa el 1,36% de la producción acuícola nacional. La Tabla 29 muestra como se distribuyó la producción de la trucha arcoiris entre el sector privado y estatal en el período 90-94 (Nieto, 1995).

5.3 CICLO DE PRODUCCIÓN

5.3.1 Producción de ovas

La producción de ovas se hace mediante las técnicas convencionales de acondicionamiento de reproductores y fecundación artificial (método seco). En México existen 6 centros acuícolas que maneja la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca para la producción de ovas embrionadas y alevines, además de la producción que hacen las truchiculturas del sector privado. El Centro Acuícola "Apulco", obtuvo en 1993 una producción de 1,1 millones de crías de trucha, mientras que el Centro Acuícola "El Zarco" obtuvo una producción de 2.9 millones de huevos embrionados y 1.5 millones de alevines en el mismo año (Nieto, 1995).

5.3.2 Incubación y alevinaje

La incubación y primer alevinaje se realiza en bateas horizontales, generalmente de fibra de vidrio de 0.6 a 0.76m³, las tasas de cambio en esta etapa son muy variables y van de 0,5 a 10 cambios/h. La sobrevivencia en la etapa de alevinaje alcanza el 76%, con densidades iniciales que varían entre los 11,000 y 87,000 alevines/m³.

5.3.3 Crianza y engorda

La etapas de crianza y engorda se desarrolla en raceways (canales rápidos), estanques de concreto y en estanquería rústica (manpostería o madera). La utilización de jaulas no es una práctica generalizada; sin embargo existen proyectos para aplicarla de manera intensiva (Nieto, 1995). En la etapa de crianza, los estanques varían entre 2.6 y 14.2m³ para concreto, llegando hasta los 81m³ para raceways; las tasa de cambios reportadas varían entre 0.39 y 3 cambios/h; la sobrevivencia de ésta etapa alcanza en promedio un 80%, con densidades iniciales que varían entre 400 y 22,000peces/m³ con la tasas de crecimiento que varían entre 2.4 a 4.2%/día. En la etapa de engorda,

el 78% de los estanques corresponden a raceways que varían entre 30 y 120m³, las densidades iniciales de cultivo varían entre 25 y 400 peces/m³ con tasas de cambio de 0.5 a 3.0 veces/h; la sobrevivencia reportada en esta etapa alcanza en promedio un 90% y la tasa de crecimiento es de 1.2 a 2.5%/día (Ceballos y Velázquez, 1988).

5.4 ALIMENTOS Y ALIMENTACIÓN

En general, los alimentos balanceados utilizados en México contienen harina de pescado y soya, como fuente principal de proteína. La presentación usualmente es en pellet y se encuentran formulados supuestamente de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la trucha, en general la composición proximal varía de 37-52% para proteínas, 4-15% para lípidos, 3-9% para fibras (Tabla 30). Con tal disparidad de calidad, los índices de conversión de los alimentos mexicanos son muy variables; de acuerdo a Ceballos y Velázquez (1988) van de 1.4 a 8.

5.4.1 Fábricas de alimentos

De acuerdo Chávez (1993), la Dirección General de Acuicultura reportó que en México se tienen registradas 22 empresas que fabrican alimentos para la acuicultura. Hasta 1988, la mayoría de las fábricas elaboraban dos o tres líneas para cada especie, en la actualidad ésta situación ha cambiado sustancialmente. Para el caso de truchas es posible contar con alimentos peletizados con diferentes calibres y composiciones proximales según el estado de desarrollo. En la Tabla 30 se enumeran los principales fabricantes y composición proximal de alimentos balanceados especializados para trucha. Otro aspecto que es importante de destacar en la fabricación de alimentos balanceados en México, es la mejora en la molienda y tamización de los ingredientes. Según Chávez (1993), ésto último ha mejorado la calidad de los alimentos, pero aún el tamaño de partícula no permite una homogenización adecuada de los nutrientes para el caso de alimentos para larvas y crías. En la actualidad los alimentos balanceados se presentan en forma de polvo, granulado, pelet y extruido; este último es elaborado para trucha y bagre por dos fábricas, Anderson Clayton y Aceitera La Junta (Chávez, 1993).

5.4.2 Materias primas

De acuerdo a Chávez (1993), las principales materias primas que utilizan los productores de alimentos mexicanos son: harina de sardina y/o anchova nacional o importada de Chile o Perú; harina de carne y hueso nacional o importada de U.S.A.; harina de cabezas de camarón; dentro de los ingredientes vegetales, torta de soya libre de grasa, sorgo y maíz. Además de aglutinantes y premezclas de vitaminas y minerales.

5.4.3 Manejo de la alimentación

La alimentación de la trucha está basada exclusivamente en el suministro de alimento balanceado; sin embargo, en algunas instalaciones de los sectores público y social también se utiliza alimento vivo como dieta suplementaria (Ceballos y Velázquez, 1988).

La alimentación se hace por lo general en forma manual al boleó. La cantidad diaria de alimento a suministrar, varía de acuerdo a la biomasa, contenido nutricional del alimento, temperatura del agua y concentración de oxígeno. En México, por la gran diversidad de unidades de producción que van desde muy artesanales hasta unidades tecnificadas, las raciones suministradas difieren ampliamente (Nieto, 1995). Los valores entregados por Ceballos y Velázquez (1988) para la fase de crianza varían entre 2% y 9% diario, para la fase de engorda van de 1.2% a 4,6% y para los reproductores de 1% a 3% diario. En la actualidad en varias unidades las raciones se suministran "ad libitum" (Nieto, 1995). Respecto a la frecuencia de alimentación, dependerá de la fase en la que se encuentre el cultivo, en la crianza se registran valores de 3 a 18 veces al día; en la engorda de 1 a 6 veces al día y en reproductores de 1 a 4 veces por día (Ceballos y Velázquez, 1988).

Los productores de truchas Mexicanos también utilizan tablas o guías de alimentación que son comúnmente entregadas por los fabricantes de alimentos, las cuales son modificadas por los productores de acuerdo a los requerimientos y características de cada unidad de producción (Nieto, 1995).

5.5 DESAFIOS

México es un país con un gran potencial para el cultivo de truchas, el cual, no sólo se podrá expandir a nivel industrial, sino no que también a nivel de mediano y pequeños productores. El país cuenta con 218 unidades de producción que ocupan en su conjunto 29.28 Ha equivalentes a 36,959.5 m³ (Nieto, 1995), con lo cual se podrían alcanzar producciones muy por encima de las 2,400 t actuales. Para esto, es imprescindible consolidar una estrategia de producción con volúmenes crecientes y estables que posibiliten una consolidación en los mercados nacionales e internacionales. México, al igual que Brasil y Argentina tienen una industria de alimentos balanceados muy desarrollada, por lo que la obtención de alimentos de buena calidad a precios competitivos no debería ser una limitante para el desarrollo de la truchicultura.

6. ARGENTINA

6.1 DESARROLLO HISTÓRICO

Entre 1893 y 1904, el perito-geógrafo Francisco Moreno condujo los primeros estudios para la introducción de especies salmonídeas con el fin de enriquecer la poca fauna ictica autóctona e incentivar la pesca deportiva en la zona andina patagónica.

De acuerdo a Bruzone (1993), la primera remesa de huevos embrionados con destino a la siembra, provinieron desde U.S.A.(1904) y fueron destinados a varios puntos del actual parque Nacional Nahuel Huapi. Luego de esto se realizaron repetidas siembras con ovas traídas desde U.S.A. y Europa. El comienzo de la actividad salmonera en Argentina se dá a partir de 1907, cuando se realiza por primera vez en el país y en Sudamérica el desove artificial de trucha de arroyo (Salvelinus fontinalis), obteniéndose 270,000 ovas en la recién construida Estación de Piscicultura de Nahuel Huapi. Además, a principios de siglo se introdujo sin éxito las especies O. tshawytscha (Salmón Chinook) y O. nerka (Salmón Sockeye)(Grosman 1992).

Luego de esto se construyeron varias estaciones en el país para continuar con los trabajos de introducción y siembra de salmónidos. Se realizaron ensayos con: trucha arcoiris (Onchorhynchus mykiss), trucha café (Salmo trutta fario), trucha de arroyo (Salvelinus fontinalis) y el salmón del Atlántico (Salmo salar)(Bruzone, 1993). Esta última especie, es capaz de reproducirse naturalmente y cumplir todo su ciclo de vida en el Lago Currhue Grande (Sakai et al.,1993a) y en el Lago Traful (Sakai et al.,1993b). Además, en la actualidad en la provincia de Chubut se encuentran aclimatadas las especies Salmo salar sebago y en forma ocasional se han encontrado especímenes de Salmón Chinook provenientes de los centros de cultivo existentes en Chile (Grosman, 1992). Un fenómeno similar observó Sakai y Espinós (1992) en el Lago Buenos Aires con el Salmón Masu (O. masou), especie que en 1987 fue introducida en el lado chileno del mismo Lago y en 1989 los autores observan los primeros desoves de la especie en los ríos tributarios.

El actual Centro de Salmonicultura de San Carlos Bariloche comenzó a operar en 1934 y se constituyó en el principal abastecedor de ovas y alevines para las diferentes provincias del país con condiciones para la cría de salmónidos. En 1967 se construye el primer centro productivo privado de relevancia, el cual llegó a una producción de 37 t/año . La demanda inicial estaba centrada en Buenos Aires, donde se consumía trucha pan-size (250 a 300g) fresca (Bruzone, 1993).

6.2 ESTADO ACTUAL

De acuerdo a Luchini (1995), la breve historia de la acuicultura comercial en Argentina, abarca aproximadamente desde 1985 a la fecha, considerada hasta 1991, de características artesanales. Esta década de desarrollo de los cultivos acuáticos está marcada fuertemente por un aumento de la producción entre 1992 y 1993. El registro de producción señala para 1992, 450 t; en 1993 casi se duplica, alcanzando 800 t anuales. En 1994, nos encontramos frente a un registro de

1,000 t obtenidas de productos acuáticos cultivados, y la proyección esperada para 1995 es de más de 2,000 t (sólo para el rubro truchas). El crecimiento en la producción de trucha arcoiris, está íntimamente ligado a la apertura del embalse de Alicurá en la zona norpatagónica junto al desarrollo de cultivos en modalidad intensiva, en jaulas suspendidas. Las características medio-ambientales propias de éste y de otros tres embalses sobre el mismo río (el Limay) tienen posibilidades excelentes para el asentamiento de cultivos de salmónidos.

La región norpatagónica cordillerana es considerada como el foco más importante de desarrollo para la "trucha" de agua dulce, aunque también contribuyen a la producción total del país otras instalaciones de la misma región patagónica o de otras regiones más al norte del país; ya que el territorio posee en gran parte de su extensión, aguas de procedencia serrana aptas para el ciclo biológico de la trucha (Luchini, 1995)

Los especialistas estiman que la región patagónica, será la que aumentará suficientemente el volumen individual producido, para acceder a proyectos económicamente rentables (esta zona cuenta con embalses o lagos importantes que se están abriendo al cultivo)

Debido al vuelco ocurrido en la producción, se ha dado lógicamente un reacomodamiento de las antiguas instalaciones de tipo artesanal, para adaptarse económicamente a la situación actual; y se piensa que ésta transformación continuará por un cierto tiempo, hasta que se logre un ritmo continuo y creciente (Luchini, 1995). Según Bruzone (1993) las principales provincias productoras en Argentina son Neuquen, Rio Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego (Tabla 31).

De acuerdo a estadísticas de FAO/FIDI (1996) la producción truchícola en Argentina tuvo un fuerte incremento en 1992, alcanzando 800 t, en 1994 la producción alcanzó 700 t (FIG. 8). La trucha arcoiris representa el 96% de la producción total de la acuicultura del país. El objetivo de los cultivadores en la actualidad es producir trucha ración con un peso de 250/300g con una tendencia a llevar los pesos hasta 2.6Kg con destino al ahumado y mercado de exportación. De acuerdo a Luchini (1995), casi toda la producción va al mercado nacional, en 1992 consumió 450 t de trucha fresca, congelada y ahumada, además de 100 t congeladas importadas de Chile y 5 t ahumadas provenientes de Noruega, España y Canadá. Con ello se estaría cubriendo la demanda del segmento de la sociedad de alto poder adquisitivo. Los productos de la acuicultura, muestran precios distorsionados, comparados con los existentes en el mercado exterior, así por ejemplo, la trucha arcoiris, se ofrece congelada a mayorista (tamaño ración) a US\$4.5/kg., llegando al consumidor a precios entre US\$9 y 12/Kg, dependiendo de su presentación. La remaración del producto desde que abandona el centro de producción es desproporcionada, si los precios al consumidor final pudieran ser reducidos, el consumo podría aumentar entre un 30% y 40% aproximadamente.

Con el desarrollo incipiente de una acuicultura de tipo industrial, se han debido adaptar plantas de procesamiento para acceder a mercado interno y/o externo. La única producción que se exporta actualmente es la de trucha arcoiris tipo ración, Argentina nunca había alcanzado mercados externos, por lo que es primera vez que accede con continuidad a un mercado de este tipo, en este

caso Alemania y Brasil. Una sola empresa radicada en la patagonia, aporta toda su producción, sumada a la de dos pequeños productores a los que compra su producción (Luchini, 1995).

A juzgar por el nivel actual alcanzado en cultivos en jaulas en embalses, se debería alcanzar un nivel cercano a las 500 t/año mínimas, para comenzar a disminuir costos de producción y lograr un blanco comercial con cierta comodidad en rentabilidad. Hoy en día se considera importante contar con un capital suficiente para colocar en el agua cerca de 200 t/año para cultivo en jaulas. Este objetivo significaría para un productor potencial, disponer de un capital anual de operación, del orden de US\$170 a 230,000 (9-12 meses); tomando sólo en cuenta el alimento ración disponible en el actual mercado (promedio de US\$850/ t) a una tasa de conversión de 1.4. Por el momento no se observa intención de los productores trucheros en asociarse de alguna forma que les permita acceder a compartir costos, conocimientos o mejoras en la tecnología (Luchini, 1995)

Por otro lado, para aquellos productores medianos dedicados a la producción en sistemas de jaulas suspendidas, existe problema de acceso a créditos por falta de garantía, ya que la biomasa de peces en producción no es considerada como tal. Actualmente, algunas provincias realizan tratativas con los bancos locales para la aceptación de la misma, con seguros de producción. Evidentemente, éste no será un proceso inmediato.

6.3 CICLO DE PRODUCCIÓN

6.3.1 Producción de ovas y alevines

El ciclo de producción utilizado en Argentina es el convencional. La producción de ovas embrionadas y alevines se hace en hatchery siguiendo las técnicas convencionales, varias de estas instalaciones, en manos estatales, producen ovas y alevines para repoblación. Para la siembra de ovas embrionadas se usan cajas de siembra "Vibert", después de 60 días se recogen las cajas del medio y se evalúa la mortalidad. El repoblamiento de alevines se realiza cuando han alcanzado 1g de peso, tamaño ideal para efectuar las tareas de siembra en las nacientes de ríos o arroyos ricos en alimento natural (Luizón, 1995). Actualmente, no se tienen registros de importaciones de ovas de otras latitudes para la producción de truchas en Argentina.

6.3.2 Engorda

Las instalaciones para engorda van desde estanques del tipo rústico hasta raceways en concreto armado. Actualmente con el desarrollo de la truchicultura en lagos se está incrementando el uso de balsas-jaulas (Bruzzone, 1993). En la zona norpatagónica el recurso agua es de óptima calidad (origen de deshielo) y sus temperaturas permiten obtener los primeros ejemplares de tamaño de cosecha en 6-9 meses; alcanzándose la cosecha total a los 9-12 meses de producción, (peso 250-300g). En otras regiones más sureñas de la Patagonia, la producción se obtiene en 12-14 meses

(Luchini, 1995). De acuerdo a Luizón (1995) en la zona de Ushuaia, en los meses más fríos y de fotoperíodo corto (julio-agosto) se reduce el consumo de alimento y con ello el crecimiento de los peces. Por esta razón, se aprovecha al máximo el período del año donde el fotoperíodo se alarga y las temperaturas suben, en diciembre amanece a las 4:30h y oscurece a las 11:30h, esto permite recuperar el crecimiento de los peces, aumentando la cantidad y frecuencia de la dieta en dos veces y media a la recomendado en la literatura clásica. De esta forma se obtienen conversiones que varían entre 1.4 y 1.6.

6.4 ALIMENTOS Y ALIMENTACIÓN

De acuerdo a Martínez et al. (1989), el reducido número de productores, los cuales no cubren la demanda actual, ha propiciado el descuido significativo de aspectos básicos como la nutrición y alimentación. Uno de los problemas más claros es el desperdicio de los alimentos por una mala práctica de alimentación. La mayoría de los productores no tienen plantas propias para la producción de alimentos. Para los pequeños productores, el 75% de los costos lo constituye el alimento, mientras que para los productores mayores este ítem asciende al 55-60% de los costos.

Luchini (1995) estima que la principal limitación para el desarrollo de la truchicultura en Argentina es el no contar con alimentos adecuados. Los precios de dietas formuladas son altos. Aún cuando la producción ha mejorado sensiblemente con respecto a años anteriores (en cuanto a tamaños y calidades ofrecidas), siendo el factor precio el mayormente incidente en los costos de producción y se carece de ración "starter". Actualmente están disponible en el mercado alimentos para truchas por un valor promedio de US\$850/ t.

6.4.1 Fábricas de alimentos

En el país existen 7 empresas que fabrican alimentos para peces, principalmente para trucha; estas son: Cargill, Nutrimentos Purina, Ganave, Fontinalis, S.A., Truchas del Sur y Vaitere S.A. (Martínez et al. 1989). La Tabla 32 muestra las fábricas con el número de plantas y sus líneas de producción. De acuerdo a los datos recolectados por Martínez et al. (1989) en la Universidad Nacional del Comahue; en general las dietas fabricadas en Argentina poseen una mala formulación, se preparan en base a tablas de uso estandar y no en base a los insumos nacionales; no se realizan pruebas con las dietas elaboradas; hay un uso excesivo de antibióticos y es muy limitado el uso de pigmentos, razón por la cual Fernández (1992) y Prieto (1992) realizan ensayos preliminares para intentar la pigmentación de truchas con aceite de Krill y astaxantina de cangrejo de río. Si bien en el país se produce harina y aceite de pescado, su calidad es variable. En términos generales casi todas las empresas producen un solo tamaño de pellet. Con la excepción de una de las empresas que produce alimentos con calibres y composiciones proximales diferentes (Tabla 33)(Luizon, 1995). Aunque no existen cifras oficiales, existen empresas que importan alimento desde Chile.

6.4.2 Manejo de la alimentación

Mucho de los productores argentinos no llevan un buen control del número de peces por estanque o lo hacen en forma aproximada, esto determina que no se conozca la biomasa y el alimento sea administrado arbitrariamente (Martínez et al, 1989). Actualmente en algunas estaciones de tipo artesanal aún se usa en la primera alimentación una mezcla de hígado de vacuno macerado con alimento balanceado molido (Luizón, 1995). La mayoría de las estaciones de engorda alimentan con dietas peletizadas que son producidas en Argentina o importadas desde Chile. La frecuencia de alimentación y la ración diaria es establecida por los productores a través del uso de tablas obtenida de la literatura o entregada por el fabricante del alimento. Las tasas de conversión alimenticia reportadas por algunos productores para la trucha arcoiris en un período completo de producción varía entre 1.4 y 1.6.

En cuestión sanitaria, debido al bajo desarrollo actual de la acuicultura y al cuidado puesto en la importación de productos derivados de organismos acuáticos, Argentina está exenta de enfermedades de reconocimiento declarado; constatándose sólo aquellas típicas por manejo inadecuado, o algunas debidas a carencia nutricionales.

6.5 DESAFIOS

Argentina posee uno de los potenciales más grandes para la expansión del cultivo de salmónidos en América latina y el Caribe, sus recursos hídricos continentales en la zona sur del país ofrecen condiciones inmejorables para el desarrollo de ésta actividad. El aprovechamiento de los recursos limnológicos a través del cultivo en jaulas se constituye en el principal desafío para los productores locales. La búsqueda de una estrategia de producción creciente y sostenida permitirá consolidar una posición en los mercados internacionales. Los productores deben establecer canales de comercialización y distribución para la obtención de alimentos de calidad a precios competitivos, el país posee una industria muy desarrollada para la generación de alimentos balanceados que podría satisfacer la demanda del sector truchero, la organización de los productores en asociaciones generaría una demanda más atractiva para la industria de alimentos balanceados.

7. BOLIVIA

7.1 DESARROLLO HISTÓRICO

El cultivo de especies salmonídeas en Bolivia, está referido exclusivamente a la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). A mediados de la década del cuarenta se introdujo la especie en aguas Bolivianas a raíz de la laboriosidad de un ciudadano alemán de apellido Zimmermann quien fue pionero en esta actividad. Posteriormente, con el interés de poblar ríos y cuerpos de agua mayores como el lago Titicaca, se hicieron siembras de alevines en todos los lugares donde existían las condiciones de calidad de agua y era posible su acceso.

En la década del sesenta se realizaron pequeñas experiencias de engorda de truchas en cautiverio y de reproducción controlada: con el apoyo de instituciones estatales e internacionales se establecen centros experimentales de cultivo en dos departamentos, Cochabamba y La Paz.

La cría industrial de esta especie tuvo su inicio en los años setenta con la suscripción de un convenio binacional entre Perú y Bolivia, que por problemas de administración interna tuvo que posteriormente ser cerrado, transfiriendo lo que se había aprendido a la inquietud privada. Al respecto en el año 1989 en el lago Titicaca el gobierno operaba una estación de cultivo intensivo de trucha en jaulas que producían 20 t de carne y 500,000 alevines por año para usos de repoblación y producción.

7.2 ESTADO ACTUAL

En la actualidad, después de dos décadas de continuo aprendizaje y tenacidad ante los inconvenientes provocados por la total carencia de medios tecnológicos y la provisión de insumos y materias primas, existe en Bolivia el pleno convencimiento que la salmonicultura es una actividad económicamente interesante. A la fecha existen en este país aproximadamente 10 centros de cultivo, que van desde la producción de ovas hasta el engorde y procesamiento industrial. Esta actividad se ha orientado básicamente al cultivo de trucha arcoiris y a nivel experimental de trucha marrón (*Salmo trutta fario*) y "artic charr" (*Salvelinus fontinalis*).

De acuerdo a la estadística de FAO/FIDI (1996) la producción de truchas (Fig. 9) en términos generales ha ido incrementando desde el año 1987 que registra 35 t hasta el año 1994 que registra 519 t. Según Alvaro Cespedes (com. pers.) en la temporada 1993-1994 esta descendió a 107 t.

7.3 CICLO DE PRODUCCIÓN

7.3.1 Producción de ovas

Básicamente la obtención de ovas en Bolivia de basa en su propia producción. Esta se realiza a través de los especímenes que son dejados como reproductores manteniéndolos hasta la época reproductiva, una vez alcanzada la madurez las ovas son obtenidas por masaje abdominal.

7.3.2 Incubación y alevinaje

Las ovas embrionadas son mantenidas en cunas dentro de bateas horizontales hasta la eclosión. En general, el manejo que recibe este proceso es similar a los métodos convencionales y la diferencia radica principalmente en que la mayoría de los sistemas utilizados son de tipo artesanal. En relación al alevinaje, la primera alimentación de las larvas se realiza dentro de los hatcheries para posteriormente trasladarlos a estanques ubicados en el exterior del recinto.

7.3.3 Engorda

Los alevines son engordados en una amplia variedad de estanques que van desde estanques en tierra con y sin recubrimientos hasta estanques de fibra, canalizando los cursos de aguas disponibles y en balsas jaulas que algunas empresas poseen en el Lago Titicaca. Paralelo a esta modalidad de cultivo intensivo, en el país se ha estado desarrollando e intensificando el cultivo extensivo, lo cual tiene interesante perspectivas de desarrollo. En general, la producción de truchas en el país se desarrolla con el mínimo equipamiento tecnológico y con escasez de insumos y materias primas. Las densidades promedios de cultivo varían desde $8\text{Kg}/\text{m}^3$ hasta $16\text{Kg}/\text{m}^3$ y el tamaño de cosecha de los especímenes está entre los 250 a 500g, con períodos de crecimiento promedio que fluctúan entre 9 a 14 meses.

7.3.4 Cosecha

La cosecha que se practica en el país es completamente artesanal, para lo cual el procedimiento utilizado es capturar los peces de los estanques mediante "quechas" y aturdirlos mediante un golpe en la cabeza para proceder a eviscerarlos manualmente. Este producto posteriormente es vendido en fresco, o es ahumado para su comercialización. En las empresas de mayores recursos, los peces son asfixiados para posteriormente desangrarlos manualmente por medio de corte de los arcos branquiales y luego ser depositados en bandejas con hielo en escama para su traslado a las fábricas procesadoras.

En relación a las tasa de crecimiento, en el caso de los pequeños productores, se

considera una media entre diez y catorce meses para conseguir la talla comercial en todo el lote, vale decir 250-350g. La tasa de crecimiento mensual oscila entre el 15% y el 20% de la biomasa. En el caso de los grandes productores se obtienen peces de 350g promedio en todo el lote entre los 9 y 11 meses con una tasa de crecimiento mensual del 25% en biomasa.

7.4 ALIMENTOS Y ALIMENTACIÓN

7.4.1 Fábricas de alimentos

En el país no existe un número importante de fábricas de alimento debido al escaso volumen de truchas producidos, de forma tal que los volúmenes de producción de alimentos son pequeños. En la actualidad, se produce solamente alimento peletizado, no existiendo a la fecha producción de alimentos extruídos. Tres son las empresas productoras de alimento más importantes, las cuales se detallan a continuación:

1. ALBACO, esta empresa produce alimentos balanceados peletizados para todo tipo de animales y cuyos precios para truchas oscilan entre \$US800 y 900/tonelada.
2. VITAL, esta empresa produce alimento sólo para truchas y su precio medio es \$US800/tonelada.
3. ARCO IRIS, esta empresa realizó una investigación de largo tiempo sobre insumos para la elaboración de alimentos para truchas, al presente fabrica alimento sólo para truchas a un precio promedio de \$US800/tonelada.

Las tres fábricas antes mencionadas producen alimento a pedido y ninguna de ellas trabaja a la capacidad plena de sus instalaciones. Los equipos para la manufactura del alimento en forma industrial son molinos, mezcladores, pelletizadoras, secadoras y envasadoras.

Los tamaños de los pellets secos fabricados en el país corresponden a 5 calibres desde 1,4mm hasta 4,8mm. El alimento chileno que se importa corresponde a alimentos extruídos y cuyos calibres van desde 0,25mm hasta 6mm. La composición proximal del alimento local se muestra en la Tabla 34.

7.4.2 Materias primas

Los insumos de mayor uso en el país son: Harinas de pescado importada y harina de soya local que forman parte en un 80% del balanceado, harina de sangre, harina de carne, salvado de trigo(afrecho), desechos de cerveza y otras harinas vegetales completan el otro 20% del alimento.

En relación a los problemas surgidos en la alimentación se pueden identificar seis como los de mayor incidencia en esta actividad estos, son:

1. Poca disponibilidad de insumos (principalmente harina de pescado).
2. Dificultad en las importaciones de harina de pescado o alimento.
3. Deficiente control de calidad de insumos y alimento.
4. Absoluta carencia de servicios por parte de los fabricantes.
5. Ninguna garantía respecto a la imposibilidad de adquirir enfermedades nutricionales.
6. Elevados costos.

Por otra parte, el alimento importado desde Chile por la empresa más grande del país y que participa con más o menos el 80% del total producido en Bolivia contiene 48% de proteína y 20% de lípidos (Tabla 35).

En general las distintas experiencias realizadas en el país muestran que las tasas de conversión del alimento fabricado localmente son en promedio de 1,7 considerando el ciclo completo desde alevín a trucha tamaño ración. En cambio, el alimento chileno registra un valor de 1,6 en promedio para todo el ciclo.

7.4.3 Manejo de la alimentación

No existe en el país una estandarización en cuanto al manejo de la alimentación. En el caso de los grandes productores se aplica una combinación de tablas obtenidas de la literatura o bien de tablas de alimentación entregadas por los fabricantes y alimentación a saciedad. En el caso de los pequeños productores, quienes no poseen los recursos suficientes para adquirir alimentos entregan una alimentación en función de la disponibilidad que posean, preferentemente la entrega está en función del apetito del pez, incluso en algunas ocasiones por problemas de provisión de alimentos no alimentan los peces durante algunos días. En relación a las estrategias económicas de alimentación, al parecer existe un criterio de los productores pequeños acerca de la conveniencia de buscar alimentos baratos sin considerar demasiado la calidad por la elevada participación del mismo en el capital de trabajo. También los productores compran alimentos de distintos fabricantes locales con la finalidad de equilibrar la relación calidad-costos.

En el caso de algunas producciones familiares, se fabrican alimentos caseros en base a peces pequeños y con harinas de pescado importadas del Perú y Chile. Empresas o instituciones de mayor envergadura se abastecen de fabricantes locales y la mayor productora del país importa su alimento desde Chile.

La frecuencia de la alimentación aplicada en el país generalmente son de cuatro raciones diarias cuando los peces son pequeños, para finalizar con dos raciones diarias en los meses finales de cultivo. La entrega de alimento en el país se realiza en un 100% en forma manual, no existiendo productores que utilicen alimentadores automáticos.

7.5 DESAFIOS

En general los desafíos y problemas que tienen los productores en Bolivia son similares a los que enfrentan los productores de países vecinos excluyendo a Chile. En relación a los desafíos, el principal es intensificar el cultivo de esta especie a nivel rural de forma tal que sea complementaria a las actividades practicadas por los campesinos de bajos recursos y por otro lado incentivar a particulares de mayores recursos a practicar esta actividad, de forma tal que el cultivo de la trucha se convierta en una actividad significativa en el país.

Los problemas que se visualizan en el sector son:

- Carencia de capacitación básica del personal a nivel de operarios.
- Ausencia de una organización central que aglutine a todos los productores de trucha del país.
- Dependencia de las importaciones de materias primas para la elaboración de los alimentos de peces a nivel local.
- Carencia de una política, reglamentos y recursos (créditos blandos) de parte del estado para incentivar el cultivo de especies salmonídeas.
- Ausencia de empresas auxiliares que abastezcan de equipos e implementos básicos requeridos en el proceso productivo, así como de fábricas procesadoras de peces.
- Producir a precios competitivos para acceder a mercados externos e interno.

Nota: La información entregada aquí, se basó fundamentalmente en la encuesta respondida por el Ingeniero Agrónomo Alvaro Céspedes, Gerente de Producción de la empresa Productos Titikaka S.A.

8. VENEZUELA

8.1 DESARROLLO HISTÓRICO

La salmonicultura se inicia en Venezuela en el año 1937, cuando se funda el actual Campo Experimental Truchícola La Mucuy. El objetivo fue poblar los cuerpos de agua de los Andes Venezolanos que carecían de una ictiofauna de interés comercial (Nebiolo, 1982 en Bastardo, 1992). Las especies introducidas fueron Oncorhynchus mykiss, Salmo trutta y Salvelinus fontinalis mediante siembras realizadas en cuerpos de aguas ubicados en alturas superiores a los 2.000m.s.n.m. Los logros obtenidos por el sector público con la introducción de salmónidos, estimularon al sector privado y en 1959 se crea la primera empresa privada dedicada al cultivo comercial de trucha (Urquía, 1939). Desde entonces, el interés por esta actividad ha ido incrementando año tras año (Tabla 36) al igual que los volúmenes de producción (Fig 10) logrados por los productores grandes, medianos y pequeños (Tabla 37).

8.2 ESTADO ACTUAL

En la actualidad la salmonicultura se basa únicamente en el cultivo intensivo de trucha arcoiris. De acuerdo a la estadísticas de FAO/FIDI (1996) la producción de trucha ración en Venezuela alcanzó en 1994 269 t/año, las cuales son producidas por 4 empresas grandes y por los pequeños productores campesinos del estado de Mérida (Tabla 38). De acuerdo a Bastardo (1995, com. pers.), para los próximos años se estima un aumento de la producción debido a la demanda de ovas embrionadas por parte de medianos y pequeños empresarios de la zona de Mérida.

8.3 CICLO DE PRODUCCIÓN

8.3.1 Producción de ovas y alevinaje

En Venezuela existen establecimientos que realizan todas las fases de hatchery; mantención de reproductores, fertilización artificial, incubación, eclosión y alevinaje. Mayoritariamente estas actividades las realiza el sector oficial a través del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) y abastecen a los pequeños productores. El 62% de los productores de mayor importancia importan ovas embrionadas desde Estados Unidos.

La fertilización artificial se realiza utilizando el método seco, se obtienen porcentajes de fecundación promedio de aproximadamente un 50% (Bastardo, 1994). Para la incubación se utilizan incubadores verticales y la mortalidad en esta etapa alcanza al 59%.

8.3.2 Engorda

El objetivo de producción es alcanzar el tamaño ración (250-300g). Los pequeños productores campesinos comienzan su proceso productivo adquiriendo alevines de 5 cm en el mercado nacional. En la etapa de alevinaje se alcanzan mortalidades próximas al 47% a los 150 días y se utilizan caudales de 1 l/min para aproximadamente 1.000 alevines de un mes de nacido (Bastardo y Coche, 1991). La fase de engorda se realiza utilizando estanques de tierra, circulares de fibra de vidrio y de concreto rectangulares. El tamaño comercial se alcanza entre 1 a 1.5 años de cultivo con temperaturas de entre 12 y 14°C y niveles de saturación de oxígeno que sobrepasan el 100%. La Tabla 39 muestra algunos parámetros de la calidad del agua de la estación experimental de la Mucuy.

8.4 ALIMENTOS Y ALIMENTACIÓN

8.4.1 Fábricas de alimento

Martínez et al. (1989), señala que las empresas que fabrican alimento producen esencialmente alimento para aves y ganado, produciendo solamente 370 t/año de alimento para organismos acuáticos. En la actualidad existen dos empresas procesadoras de alimento concentrado para animales, las cuales fabrican alimentos para truchas a solicitud del productor (Tabla 40), con un volumen mínimo que impide el acceso directo del pequeño empresario. Esto le dificulta la posibilidad para adquirirlo y cuando lo hace, lo compra a mayor precio al obtenerlo a través de intermediarios. Las fábricas de alimento en épocas pasadas utilizaban como fuente de proteína animal hígado y vísceras de res, actualmente frente a un aumento de la demanda de estos productos para consumo humano, no constituye una alternativa que asegure el abastecimiento requerido para las actividades piscícolas. Las dos empresas que elaboran alimento para peces (Protinal y Purina) carecen de adecuados sistemas para comercializar el producto, lo que conduce a que en algunas oportunidades los productores de truchas deben racionar el poco alimento disponible, en ocasiones deben someter a un ayuno obligado a sus peces al no disponer de este fundamental insumo (H. Bastardo, 1995 com. pers.). El alimento se comercializa entre U\$0.75 y U\$1/Kg y se elabora exclusivamente a solicitud del productor.

La composición proximal del alimento para truchas comercializado por la empresa Purina y Protinal se detallan en Tabla 41, y la composición más detallada del alimento Purina arcoiris 45 N°4 se detalla en la Tabla 42, donde destaca el bajo porcentaje de grasa utilizado (6.5%) y el bajo contenido de fósforo (0.8%).

8.4.2 Materias primas

De acuerdo a Bastardo (1995), la disponibilidad de materia prima para la elaboración de alimento animal en Venezuela es escasa, sólo se cuenta con el 29% de los insumos necesarios,

debiendo por lo tanto importar el resto de ellos, especialmente harina y aceites de pescado, materias primas fundamentales en la elaboración de alimentos de alta calidad para salmónidos (Tabla 43). En el Campo Experimental San José de Bolívar dependiente del FONAIAP, se han realizados ensayos preliminares con dietas en las que se ha sustituido parcialmente la harina de pescado por harina de carne y hueso, aplicando éstas dietas experimentales en peces de 21g llevados hasta 200g. Los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas en cuanto a ganancia en peso, peso final y conversión del alimento (Urquía, 1993). El país sólo se autoabastece de los minerales requeridos, pero debe importar la totalidad de las vitaminas y otros aditivos necesarios en la elaboración del alimento.

De acuerdo a Martínez et al. (1989) las materias primas más utilizadas en la fabricación de alimentos acuícolas en Venezuela son harinas de pescado, carne y soya; maíz, sorgo, afrechillo de trigo, grasa estabilizada, sal, fosfato y carbonato de calcio, minerales "traza" (cobalto, cobre, hierro, manganeso, yodo y zinc), suplementos vitamínicos (A, B₁, B₂, B₁₂, D, E, K, ac. fólico y pantoténico, biotina, colina y niacina) y antioxidantes. Como ingredientes vegetales se utiliza un 11% de harinilla de maíz.

8.4.3 Métodos de alimentación

El alimento es suministrado mayoritariamente en forma manual, con una frecuencia de dos veces al día en engorde y una vez en reproductores. Las dosis corresponden al 3 y 1% del peso corporal diario respectivamente. Los tipos de alimentos utilizados son peletizados y expandido para mantención de reproductores y engorda, pero los calibres menores se obtienen moliendo los granos de mayor calibre (Bastardo, 1995 com. pers.). Las conversiones obtenidas se encuentran entre 1.38 y 1.73 (Tabla 44).

8.4.4 Patologías nutricionales

En la Estación Experimental La Mucuy el 50% de los reproductores presentan hepatomas y el 100% de los especímenes mayores de 4 años padecen de esta patología nutricional (Coche y Bastardo, 1991). Esto dificulta la producción de ovas y alevines para cubrir el mercado del país, obligando a los productores a importar un alto porcentaje de las ovas requeridas. El alimento utilizado en este Campo Experimental corresponde a una dieta formulada por los técnicos del FONAIAP cuya composición bromatológica se detalla en la Tabla 45.

Los problemas nutricionales además, generan problemas que reducen la fertilidad de los reproductores (Tabla 46), impidiendo con ello el autoabastecimiento de las ovas requeridas para los procesos productivos. El proceso de eclosión tiene una sobrevivencia que pasa el 90%, aún cuando se observa un alto porcentaje de alevines deformes, llegando a un promedio cercano al 5.5%, siendo las malformaciones más comunes los individuos siameses, ciegos y diversos tipos de malformaciones columnares como lordosis y escoliosis (Tabla 46).

8.5 DESAFIOS

De acuerdo con Urquía (1993), los principales desafíos de la truchicultura venezolana dicen relación con la solución de los problemas relacionados con los alimentos y la alimentación, los cuales son los siguientes:

- Práctica inadecuada de alimentación en juveniles y reproductores al alimentar con inadecuada frecuencia y al no disponer de calibres pequeños.
- Baja calidad del alimento, especialmente por el bajo nivel de proteína y los problemas derivados de aflatoxinas.
- Escasez de proteína animal de buena calidad y bajo costo.
- Falta de normas técnicas relacionadas con la elaboración del alimento balanceado.
- Considerable distancia entre fábrica de alimento y productor, abligándolo a comprar grandes volúmenes y almacenar por mucho tiempo con la consecuente pérdida de calidad.
- Alto costo del alimento, especialmente el de mejor calidad.

Las potencialidades de Venezuela para un mayor desarrollo de la salmonicultura son altas, ya que el régimen térmico existente es adecuado para desarrollar programas de producción significativos, aún cuando, el principal problema que debe ser solucionado, a la brevedad, es el disponer de un alimento de alta calidad nutritiva y en las cantidades requeridas por los productores, con ésto, Venezuela podría aumentar notoriamente su capacidad productiva en el campo de la salmonicultura.

9. OTROS PAISES

Junto a los países descritos anteriormente, Ecuador Costa Rica y Uruguay también producen trucha arcoiris en sus respectivas regiones de montaña. De los dos primeros países, no fue posible conseguir información detallada respecto de los temas analizados en este documento. Sin embargo, se puede aportar la siguiente información.

9.1 ECUADOR

En los últimos 7 años, la producción de truchas ecuatorianas ha tenido un crecimiento sostenido (Fig. 11), y no deja de ser importante a nivel sudamericano. Sin considerar a Chile en el ranking, Ecuador fue el tercer productor de trucha arcoiris en 1993 con 1,260 t/año, después de Colombia, sin embargo en 1994 su producción cayó a 35 t (FAO/FIDI, 1996). Los problemas relacionados con la nutrición y alimentación son similares a los de Perú y Colombia, donde la industria de alimentos balanceados está fuertemente abocada a la industria camaronera, de las 700,200 t producidas en 1994, el 17,1% estuvo destinada a los camarones (Orellana, 1996), esto determina que la presión de la demanda del sector truchero no sea significativa si la comparamos con la demanda de la industria camaronera. En promedio, el cultivo de truchas no demanda más de 2,500 t contra las 119,734 t del cultivo de camarones. Como consecuencia de esto, ocurre lo mismo que en otros países, calidad regular de alimentos, no existen líneas de alimentos específicas por clase de edades, los problemas de distribución son recurrentes y los precios poco competitivos.

9.2 COSTA RICA

De acuerdo a Muñoz y Günther (1993), en Costa Rica la actividad truchícola ha sido apoyada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través de su estación Ojo de Agua en el Cerro de la Muerte, allí se producen unos 200,000 alevines por año, los cuales son vendidos a pequeños truchicultores. El cultivo de la trucha es semiintensivo en estanques de tierra, se utilizan densidades y flujos de agua bajos con alimentos deficientes en proteínas y alimentación natural suplementaria. Según los mismos autores, Costa Rica cuenta con excelentes fuentes de aguas frías para el cultivo intensivo de truchas, y en los últimos años los alimentos comerciales han mejorado ostensiblemente su calidad. También, desde 1990 la Universidad Nacional (Heredia) ha venido cultivando comercialmente trucha en régimen intensivo en la Estación de Río Macho en convenio con el Instituto Costarricense de Electricidad. De acuerdo a las estadísticas de FAO/FIDI (1996) Costa Rica produjo en 1994 35 t/año.

9.1 URUGUAY

9.1.1 Desarrollo histórico

Los antecedentes disponibles indican que en la primera mitad de este siglo se hicieron a lo menos tres intentos de introducir truchas en ecosistemas naturales, los cuales fueron infructuosos, puesto que la temperatura del agua durante el verano no permitió la adaptación de la especie. Posteriormente una pequeña empresa emprendió el desafío de criar trucha arcoiris importando huevos embrionados desde Bariloche, Argentina, durante el primer año logró incubar los huevos con éxito, aunque sus problemas comenzaron con los alevines, los cuales no lograron sobrevivir durante el verano.

En la actualidad existe un sólo productor de trucha, (*Oncorhynchus mykiss*) dentro de un recinto climatizado, con ovas importadas desde Argentina y otro en vías de implementación (el cual supone el engorde en jaulas flotantes dentro de un embalse hidroeléctrico)

9.1.2 Ciclo de producción

La única empresa instalada en la actualidad, utiliza estanques circulares dentro de un recinto climatizado, con sistemas cerrados de circulación de agua y enfriamiento de la misma durante los días de más calor en el verano, además se utilizan filtros mecánicos y biológicos externos a cada estanque. Las instalaciones cuentan con un laboratorio de incubación y primer alevinaje, más una instalación con 10 piletas circulares de unos 5000 litros cada una. Esta empresa produce aproximadamente entre 1 y 3 toneladas vivas por año con ejemplares entre 450 y 600g.

9.1.3 Alimentos y alimentación

Después de la temperatura, la alimentación es el principal problema a resolver. En estos momentos sólo se está dando un alimento balanceado en forma de pellet, de fabricación nacional, el cual es hecho a pedido por el productor con una formulación proporcionada por éste. El tamaño del pellet nacional es de 5mm de diámetro, el que se utiliza tal cual para truchas medianas o grandes, y debe ser partido y clasificado (cernido por tamaño) para distintos tamaños de alevines. La estabilidad en el agua es muy pobre. El modo de alimentación es manual y el criterio de suministro es bastante precario, basado en observación de apetencia e información bibliográfica. En Uruguay no existen industrias que produzcan alimentos para organismos acuáticos en forma sistemática. Debido a la escasa demanda, las fábricas no tienen incentivos para producir alimentos y desarrollar formulaciones para organismos acuáticos, de acuerdo a los antecedentes que se conocen, se han iniciado conversaciones con empresas chilenas para la importación de alimentos formulados.

Nota: La información sobre Uruguay, se basó fundamentalmente en la encuesta respondida por el Dr. Daniel Carnevia del Instituto de Pesca de Uruguay.

10. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

1. El mayor productor de salmónidos en América Latina es Chile, presentando también la mayor variedad de especies cultivadas, en los restantes países el cultivo se limita exclusivamente a la trucha arcoiris.
2. En 1994, la producción total de salmónidos en la región, alcanzó aproximadamente las 107,116 t, de las cuales casi el 91% se produjo en Chile, el 9% restante estuvo representado por los países latinoamericanos que producen exclusivamente trucha arco iris, teniendo los mayores volúmenes de producción de esta especie Colombia y Ecuador.
3. Si bien la producción de trucha arcoiris de los pequeños productores latinoamericanos representa tan sólo 31% de lo que produce Chile. Se observa con claridad, que a partir de la década del noventa éstos países han entrado en una etapa de consolidación de sus producciones con un ritmo creciente.
4. Según Gill (1995), la industria de alimentos balanceados para producción animal en América Latina produjo en 1994 aproximadamente 50 millones de t/año, de esta cantidad tan sólo el 3% (1,5 millones de t/año) se utilizó en acuicultura. De acuerdo a los antecedentes de los diferentes países, el nivel de conversión en el cultivo de salmónidos varía entre 1.5 y 2.0, con lo cual se estima que la producción de alimentos para salmónidos en América Latina varía entre 175,674 y 234,232 t/año. Considerando los datos de Gill (1995), ésta producción representaría aproximadamente el 15% de los alimentos balanceados producidos para la acuicultura y tan sólo el 0.46% del total de alimentos balanceados para producción animal.
5. Chile tiene una industria de alimentos balanceados bastante desarrollada, la cual ofrece a los productores una amplia gama de alimentos con formulaciones y tamaños diferentes según especies y clase de edades. Sin embargo, la alimentación y nutrición de salmónidos no está exenta de problemas, por ejemplo, la pigmentación y el nivel energético de las dietas es un problema recurrente; el uso excesivo de altas dosis de vitaminas y la búsqueda de alimentos con bajos niveles de fósforo son preocupaciones constantes de productores y fabricantes de alimentos.
6. En Chile, cada día más, los productores salmoneros están cambiando de alimentos peletizados a alimentos extruidos debido a la mejora considerable de los rendimientos productivos (ganancia en peso). Sin embargo, como no se conoce a ciencia cierta la demanda energética de los salmónidos bajo las condiciones ambientales chilenas, el destino de los altos niveles de grasa en los alimentos extruidos es poco conocido, por lo tanto se hace necesario evaluar el nivel de grasa visceral y el nivel de grasa en el músculo, y cómo esto último podría afectar el proceso post-cosecha (ahumado, congelación, refrigeración, etc). Además, como los alimentos extruidos son más caros, se requiere una evaluación constante del costo del alimento en función del kilo de salmón eviscerado o producto vendido.
7. En Perú y Ecuador, donde la industria de alimentos balanceados para camarones está muy desarrollada, los productores de truchas tienen serios problemas para obtener alimentos de buena

calidad, ellos tienen que entregar a las fábricas las materias primas y las formulaciones a fin de obtener un alimento de regular calidad, y generalmente en un sólo tamaño. En el caso de Perú, resulta curioso que teniendo en abundancia el principal insumo para el alimento balanceado de la trucha, como lo es la harina de pescado, los productores no puedan contar con alimentos de buena calidad y a precios competitivos. Probablemente el desinterés de la industria de alimentos balanceados en ambos países, se justifica en la escasa demanda del sector truchero comparada con la demanda del sector para camaronero. Por ejemplo, en 1994 el sector camaronero del Ecuador, demandó más de 119,000 t (Orellana, 1996), contra no más de 2,500 t del sector truchero. La región andina de sudamérica, incluyendo a Perú, Ecuador y Colombia posee un gran potencial de recursos hídricos los cuales presentan grandes bondades para ser empleados en la piscicultura de salmónidos, si existe un verdadero interés de los respectivos gobiernos por desarrollar esta actividad a nivel comercial, debería fomentarse un programa de desarrollo que posibilite contar con alimentos de buena calidad para el sector truchero.

8. En el cultivo de la trucha el alimento balanceado de alta calidad constituye el recurso fundamental para el crecimiento óptimo de los organismos. Sin embargo, países como Venezuela y Colombia han logrado mantener una producción sostenida en los últimos 5 años con alimentos de regular calidad nutricional y con precios muchas veces poco competitivos. Los principales problemas que determinan no contar con alimentos de alta calidad son: la disponibilidad y costo de los ingredientes proteicos (Colombia importa el 90% de la harina de pescado), la distancia entre la fábrica de alimento y el productor, y probablemente, el nivel de la demanda no resulta atractiva para la industria de alimentos balanceados. Venezuela produce 3.7 millones de t/año de alimentos balanceados de los cuales el alimento para truchas no representa más del 0.027%. El caso de Colombia no es distinto, produce 2.2 millones de t/año de alimentos para producción animal, representando el alimento para truchas tan sólo el 0.18%. En éste estudio, no se pudo establecer si en estos países existe una asociación de productores de truchas, similar a la ABRAT de Brasil, pero sería interesante que los pequeños productores se pudieran asociar a fin de negociar las partidas de alimentos en forma conjunta de forma tal de obtener ventajas en exigencias de calidad, costo y distribución.

9. Brasil es un país que ha comenzado a proyectarse en la producción de truchas solamente a partir de 1991, resulta interesante destacar como han logrado resolver en parte los problemas de alimentos y alimentación de la trucha, creando un centro de distribución de alimentos dependiente de la ABRAT, donde se concentran todos los pedidos de alimentos de los pequeños y medianos productores. Con ésto han logrado mejorar la calidad, las condiciones de compra y la distribución del alimento. Brasil, es el primer productor de alimentos balanceados en América Latina con 19 millones de t/año, y los alimentos para truchas representan tan sólo el 0.0084%.

10. Bolivia y Argentina son países que han logrado incrementar en forma sostenida su producción de truchas a pesar de no contar con una industria especializada en la producción de alimentos para ésta especie (siendo Argentina el tercer productor latinoamericano de alimentos balanceados), el problema fundamental en éstos países es el costo y disponibilidad de materias primas, principalmente la harina de pescado. En Bolivia se suma a ésto, el escaso control de calidad de insumos y alimentos, y la carencia absoluta de asistencia técnica de parte de los fabricantes de alimentos. La industria de

alimentos balanceados boliviana está poco desarrollada en comparación a los restantes países latinoamericanos, su producción está bajo las 500,000 t. Los mayores productores de truchas han resuelto la carencia de alimentos locales de calidad, a través de la importación de alimentos desde Chile, lo mismo ha ocurrido en Argentina; sin embargo, tienen que sortear muchas dificultades de tipo burocrática para su realización. Este hecho no deja de ser diferente para otros países productores de trucha que no tienen la posibilidad de contar con alimentos de buena calidad. Esta situación pudiera ser mejorada a través de los diferentes pactos económicos existentes en la región, como el Pacto Andino para el caso de países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, y Bolivia y Mercosur para el caso de Brasil, Paraguay, Uruguay, Argentina y Chile. Sin embargo, esto pasa por la organización de los productores en asociaciones que les permitan participar en negociaciones de integración donde se discutan aranceles y regulaciones para la comercialización de materias primas y alimentos. Esto, sólo será válido si los gobiernos tienen un real interés en desarrollar la truchicultura de estos países, en caso contrario esfuerzos individuales serán poco fructíferos.

11. La truchicultura Mexicana tiene ventajas comparativas respecto de los restantes países latinoamericanos (exceptuando a Chile en el análisis), tiene una industria de alimentos balanceados altamente desarrollada, son los segundos productores latinoamericanos con 13 millones de toneladas métricas en 1995 (Johannsen, 1996), a pesar del fuerte efecto de la recesión mexicana sobre los precios de las materias primas. Los productores de trucha cuentan con varias empresas y líneas de alimentos ofrecidas en el mercado, además de la asistencia técnica de parte de algunos productores de alimentos. De acuerdo a los niveles de conversión reportados, la demanda de alimentos para truchas en México está cercana a las 3000 t/año. La unión de los productores en asociaciones podría mejorar considerablemente la capacidad de negociación para las exigencias de calidad y precio frente a los productores de alimentos.

12. Respecto a cuestiones generales de manejo de la alimentación, en la mayoría de los países donde existe dificultad para contar con alimentos de calidad, también hay una carencia total de asistencia técnica por parte del fabricante del alimento. Los patrones de alimentación registran variaciones derivadas de la diversidad de criterios y de las limitaciones de cada productor. Por tal razón las tasas de alimentación y sus frecuencias de aplicación no tienen similitud en ningún caso. También, en algunos países se observa, que el problema se debe a la disparidad de tallas que se utilizan en una misma fase de cultivo. Muchas de las unidades de producción de truchas carecen de programas de alimentación por lo que es difícil programar la demanda futura de alimento, esto desinsentiva al productor de alimento. Deberían elaborarse programas de alimentación calendarizados para proporcionarlos a los productores de alimentos.

13. En la mayoría de los países productores de truchas se está acentuando el interés por el cultivo en sistema de jaulas flotantes, el que por sus característica de costos de inversión y rendimiento se podría imponer sobre el sistema de cultivo en estanques. En Chile existe un ejemplo muy interesante en este sentido, las truchas son cultivadas en jaulas directamente en un río.

14. Existe coincidencia entre los diferentes países productores de trucha en que se debería contar con un programa de normalización y gestión de calidad de los alimentos balanceados para producción

animal, en el cual no deben estar ausente los alimentos para peces.

15. Respecto a los aspectos de información sobre alimentación y nutrición de salmónidos en América Latina, éstos son muy deficientes. No existe ningún centro de documentación donde se concentre toda la información publicada respecto a éste tema, al mismo tiempo hay una gran carencia de información, no existen estadísticas claras de producción de especies y alimentos, el mismo sector truchícola de cada país no tiene bien documentada su actividad (con la excepción de Chile). Se sugiere crear un centro de información sobre el tema, donde se concentre la información en bases de datos, pudiendo estar disponible para los diferentes productores e investigadores latinoamericanos a través de Internet.

16. En el campo de la capacitación, la situación no es diferente, el cultivo de salmónidos es básicamente un sistema de producción intensivo donde el crecimiento de los organismos, si las condiciones de cultivo son óptimas, depende exclusivamente de la calidad de los alimentos y del manejo de la alimentación. Aspectos que por lo general son subvalorados, a nivel latinoamericano existe una gran carencia de formación en los aspectos de nutrición y alimentación del personal técnico que labora en acuicultura intensiva. Esto es reconocido por el sector salmonícola, en 1995 se realizó en Temuco (Chile), con el patrocinio de FAO, un curso Internacional de Nutrición y Alimentación de Salmónidos y la demanda fue sorprendente. Se debería continuar con este tipo de capacitación por lo menos cada dos años.

17. La investigación sobre alimentación y nutrición de salmónidos, es prácticamente insignificante en Latinoamérica. Chile, siendo el principal productor latinoamericano, no cuenta con grupos de investigación que se destaquen en este campo, sólo hay esfuerzos aislados de algunas instituciones, fabricantes de alimentos, y empresas salmoneras. Como en los últimos años el precio de los salmónidos cultivados ha mantenido una tendencia a la baja y el alimento es el ítem más caro en los costos de producción, pareciera lógico invertir esfuerzo de investigación en los aspectos de alimentos y alimentación. En Chile se ha buscado optimizar los aspectos de manejo de la alimentación a través de la aplicación de metodologías extranjeras, sin invertir en investigación y capacitación para resolver problemas nacionales con soluciones nacionales. Es importante destacar los esfuerzos en investigación que realizan Colombia y Venezuela en la búsqueda de nuevos ingredientes para la sustitución de la harina de pescado en las dietas para truchas. En los restantes países productores de trucha la actividad de investigación es casi nula.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alitec. 1992. Catálogo de dietas y tablas de alimentación para salmones y truchas. Santiago, Chile. 6 pp.
- Anuarios Estadísticos de Pesca 1990 y 1992. Dirección General de Informática y Registros Pesqueros. Secretaría de Pesca. México. 127 pp.
- A.P.S.T.CH. 1995. Salmonoticias. Organó oficial de la Asociación de Productores de Salmón y Trucha de Chile (A.P.S.T.CH). Santiago, Chile. año 4 (nn. 44 al 50).
- Aquanoticias Internacional. 1995. Alimentos "amigables" para salmones, ensayo en fundación Chile.7(26) pp. 29-31.
- Arboledo. 1988. Conclusiones y recomendaciones del seminario de reproducción artificial de peces para acuicultura. Memorias de la Segunda Reunión de la Red Nacional de Acuicultura. 87 pp.
- Avila M., Seguel M., Plaza H., Bustos E. y R. Otaíza. 1994. Estado de situación y perspectivas de la acuicultura en Chile. IFOP, Chile. 166 pp.
- Bastardo H. y Z. Coche. 1991. Cultivo de truchas, cria de alevines. Temas Agropecuarios 1:20-22.
- Bastardo H. 1992a. Producción de huevos y alevines de trucha arcoiris. Temas Agropecuarios 5(11):21-22.
- Bastardo H. 1992b. Semen de la trucha arco iris, (Oncorhynchus mykiss): concentración y volumen durante un periodo reproductivo, en Mérida, Venezuela. Veterinaria Tropical. 17:53-66.
- Bastardo H. 1994. Supervivencia de la trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss) en condiciones de cultivo, en Mérida Venezuela. Zootecnia Tropical. XII(1):77-97.
- Bastardo H. y Z. Coche. 1992. Ciclo reproductivo de la trucha arcoiris, Oncorhynchus mykiss, en los Andes Venezolanos. Ecotrópicos. 5(1):26-31.
- Bastardo H. 1995. Manejo de la alimentación de truchas en Venezuela. Informe Técnico presentado en el Curso Internacional sobre Nutrición y Alimentación de Salmónidos. 23-27 de octubre. Univ. Católica de Temuco, Chile. 23 pp.

- Bórquez A. y O. Zúñiga. 1995. Catálogo de recursos agropecuarios y pesqueros de uso potencial en la planificación y el desarrollo de la acuicultura en Chile. FAO-RLAC/95/16-PES-26. Santiago-Chile. 118 pp.
- Bruzone L. 1993. Argentina, Salmonicultura, actividad de innegable futuro. *Aquanoticias Internacional* 5(18):52-57.
- Ceballos Ma. y M. Velázquez. 1988. Perfiles de la alimentación de peces y crustáceos en los centros y unidades de producción acuícola en México. Secretaría de Pesca. Dirección General de Acuicultura. Proyecto FAO-AQUILA GCP/RLA/075/ITA. 140 pp.
- Coche Z. e H. Bastardo. 1991. Hepatoma en trucha arco iris. *Temas Agropecuarios* 4(9):19-20.
- Chávez Ma. 1993. El estado actual de la acuicultura en México y perfiles de nutrición y alimentación. En: *La nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina y El Caribe*. Documento de Campo N°9. Proyecto FAO-AQUILA II GCP/RLA/102/ITA pp. 109-150.
- Díaz L. 1993. Tratamiento hormonal con 17 metiltestosterona para la obtención de neomachos y con 17-estradiol para la obtención de hembras en alevinos de trucha arco iris (*O. mykiss*). Compendio de Tesis Elaboradas con la Asesoría de la Corporación Autónoma Reg. Colombia. C.A. Medina (Ed.) pp. 57-61.
- Dirección Regional de Pesquería. 1995. Memoria Anual 1994. Región Andrés Avelino Cáceres. Perú. 49 pp.
- Dorado M. 1988. Comparación entre un cultivo de trucha en jaulas flotantes y en tierra firme. *Memorias de la Segunda Reunión de la Red Nacional de Acuicultura*. 87 pp.
- FAO/FIDI. 1996. Fishery Information, Data and Statistics Service. *Aquaculture Production Statistics 1985-1994*. FAO Fisheries Circular No. 815, Revision 8, FAO, Rome, 189 p.
- Forero S. 1991. Evaluación de la eficiencia de tres fungicidas utilizados en la profilaxis de ovas de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*, Richardson, 1836) en la Estación Piscícola del Neusa. Compendio de Tesis Elaboradas con la Asesoría de la Corporación Autónoma Regional Ed. C. A. Medina Colombia pp.53-56.
- García E. 1989. La alimentación de los peces cultivados en la Región Andina del Perú. En: *La nutrición y alimentación en la acuicultura de América Latina. Una diagnosis*. Documento de campo N°17. Proyecto FAO-AQUILA GCP/RLA/075/ITA pp. 15-19.
- Gill C. 1995. Los tres primeros productos animales. *Alimentos Balanceados para Animales*. Watt Publishing Co. 2(1):6-8.

- González O. 1994. Refrigeración y criopreservación de esperma de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) a corto y largo plazo. Compendio de Tesis Elaboradas con la Asesoría de la Corporación Autónoma Regional (C.A.R.). Colombia. C.A. Medina (Editora) pp. 67-71.
- Grosman K. 1992. Algunos aspectos de la biología del "salmón del pacífico" (*Oncorhynchus tshawytscha*) presente en la Provincia del Chubut. Informe Técnico N° 8. Centro de Ecología Aplicada del Neuquén (CEAN) y Japan International Cooperation Agency (JICA). Editorial Hemisferio Sur. Bs. As. 12 pp.
- Hardy R. y E. Castro. 1992. La industria chilena de alimentos para salmones. *Aquanoticias Internacional* 4:4-23.
- Hayek A. y P. Ospina. 1987. Evaluación de cuatro niveles de harina de visceras de trucha, *Salmo gairdneri* (Richardson, 1836) en la alimentación de alevinos de trucha. Compendio de Tesis Elaboradas con la Asesoría de la Corporación Autónoma Regional (C.A.R.). Colombia. C.A. Medina (Ed.) pp.31-34.
- Infante R. 1993. Evaluación de cinco niveles de harina de lombriz (*Esenia foetida*) como fuente proteica para la alimentación de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en comparación con dos dietas comerciales. Compendio de Tesis Elaboradas con la Asesoría de la Corporación Autónoma Regional (C.A.R.). Colombia. C.A. Medina (Ed.) pp. 10-14.
- I.N.P.A. 1994. Boletín Estadístico Pesquero 1993. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Ministerio de Agricultura. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 23 pp.
- Jelvez C. 1994. Venezuela: una incursión incipiente en acuicultura. *Aquanoticias Internacional* 23: 42-47.
- Johannsen L. 1996. Un año difícil para la industria de alimentos balanceados en México en 1995. *Alimentos Balanceados para Animales*. Watt Publishing Co. 3(3):34-36.
- Luchini L. 1995. Acuicultura en Argentina: Estado, problemas y desarrollo. Informe presentado en la Sexta Reunión del Grupo de Trabajo sobre Acuicultura de la COPESCAL, FAO. 3-7 julio, Tegucigalpa (En Prensa).
- Luizón C. 1995. Características del cultivo de salmónidos en Tierra del fuego (Argentina). Informe Técnico presentado en el curso Internacional de Nutrición y Alimentación de Salmónidos, 23-27 de octubre, Universidad Católica de Temuco, Chile. 9 pp.
- Mardones A. y R. Vega. 1993. Ovas, alevines y smolts: las necesidades de Chile. *Aquanoticias Internacional* 18:6-15.

- Mardones A, Vega R. y J. Zamorano. 1995. Estudio del mercado de ovas, alevines y smolts de salmonideos en Chile. Universidad Católica de Temuco, Chile. 44 pp.
- Martínez C, Chávez M. A. y E. Varsi (Eds) 1993. La nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina y el Caribe. Documento de Campo N°19. Proyecto AQUILA II. GCP/RLA/075/ITA. 176 pp.
- Martínez C, Chávez de Martínez Ma. y M. Olvera. 1989. La nutrición y alimentación en la acuicultura de América Latina. Una diagnosis. Documento de campo N°17. Proyecto FAO-AQUILA GCP/RLA/075/ITA. 184 pp.
- Méndez R. 1995. La salmonicultura chilena durante 1994. *Aquanoticias Internacional* 24:6-14.
- Méndez R. y C. Munita. 1989. La salmonicultura en Chile. Fundación Chile. Santiago. 229 pp.
- Muñoz A. y Günther J. 1993. Cultivo intensivo de trucha en Costa Rica. Análisis financiero de factibilidad. Actas del Simposio Investigación Acuícola (Acuicultura y Pesca) en Centro América. Günther y Kleijn Eds. U. Nacional, Heredia Costa Rica y Pradepesca. pp 89-98.
- Negret E. 1993. El estado actual de la acuicultura en Colombia y perfiles de nutrición y alimentación. En: La nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina y el Caribe. Documento de Campo N°19. Proyecto AQUILA II. GCP/RLA/075/ITA pp. 41-57.
- Nery-Ghisays K. 1994. Influencia del tamaño de la ova en la calidad del alevino producido en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Compendio de Tesis Elaboradas con la Asesoría de la Corporación Autónoma Regional (C.A.R.). C.A. Medina (Editora), Colombia pp. 19-22.
- Nieto-Sánchez F. 1995. La salmonicultura en Mexico. Informe de la Dirección General de Acuicultura, Dirección de Fomento Acuícola. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 11 pp.
- Orellana J. 1996. La industria de alimentos balanceados en Ecuador. *Alimentos Balanceados para Animales*. Watt Publishing Co. 3(2):14-15.

- Ospina P, Hayek H, Cala P. y J. Forero. 1989. Evaluación de cuatro niveles de harina de vísceras de trucha para la alimentación de alevinos de trucha. Revista Red Nacional de Acuicultura. Memorias III Reunión Red Nacional de Acuicultura. Ed. Colciencias, Cali, Colombia pp. 161-169.
- Peña F. 1994. Aquaculture in Colombia: A novel, sustainable, and profitable business. World Aquaculture 25(3):60-66.
- Romero J.J. 1994. Trigo y sus subproductos como alimento para salmones. Aquanoticias Internacional 6(21):14-17.
- Sakai M. and A. Espinós. 1992. On the trout resources in Lake Buenos Aires. Informe Técnico N°4. CEAN-JICA. Editorial Hemisferio Sur. Bs.As. 26 pp.
- Sakai M, Espinós A, Roa R. and J.L. Mendoza. 1993a. The landlocked Atlantic salmon (Salmo salar) in Currhue Grande Lake system, Neuquen Province, Argentina. Informe Técnico N° 9. CEAN-JICA. Editorial Hemisferio Sur. Bs. As. 12 pp.
- Sakai M, Espinós A, Roa R. and J.L. Mendoza. 1993b. Population dynamics of Trafal salmon, Landlocked Atlantic salmon (Salmo salar), Neuquen Province, Southern Argentina. Informe Técnico N° 11. CEAN-JICA. Editorial Hemisferio Sur. Bs.As. 23 pp.
- Salinas J. 1991. Aplicación y optimización de técnicas de ginogénesis en trucha arco iris (Salmo gairdneri Richardson, 1836). Trabajo de grado presentado a la Facultad de Biología Marina para optar por el título de Biólogo Marino. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colombia. 61 pp.
- SERNAP. 1995. Anuario estadístico de pesca 1994. Servicio Nacional de Pesca (SERNAP). República de Chile. Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción 236 pp.
- SERNAP. 1996. Anuario estadístico de pesca 1995. Servicio Nacional de Pesca (SERNAP). República de Chile. Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción 239 pp.
- Silveira N. 1993. El estado actual de la alimentación y la nutrición en la acuicultura de Brasil Sur. En: La nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina y El Caribe. Documento de Campo N°9. Proyecto FAO-AQUILA II. GCP/RLA/102/ITA pp. 25-29.
- Torrissen O, Hardy R. and K. Shearer. 1989. Pigmentation of salmonids-carotenoid deposition and metabolism. Aquatic Sciences, 1(2):209-225.

- Urquía C. 1993. El estado actual de la acuicultura de Venezuela y perfiles de nutrición y alimentación. En: La nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina y El Caribe. Documento de Campo N°9. Proyecto FAO-AQUILA II. GCP/RLA/102/ITA pp. 159-168.
- Veterquímica. 1995. Vademecum. Guía de productos terapéuticos, biológicos, premix y aditivos. Editado por la Empresa Veterquímica. Santiago, Chile. 206 pp.
- Zambrado H. y P. Cala. 1992. Crecimiento de juveniles de trucha (Oncorhynchus mykiss) sometidos a diferentes densidades de siembra y cultivados en jaulas flotantes, Tota (Boyacá). IV Reunión de la Red Nacional de Acuicultura. Investigación y Desarrollo. pp. 59-72.



FIGURA 1. PAISES CULTIVADORES DE SALMÓNIDOS EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE (Fuente: FAO/FIDI, 1996) con producciones de 1994; *SERNAP, 1996 producción de 1995).

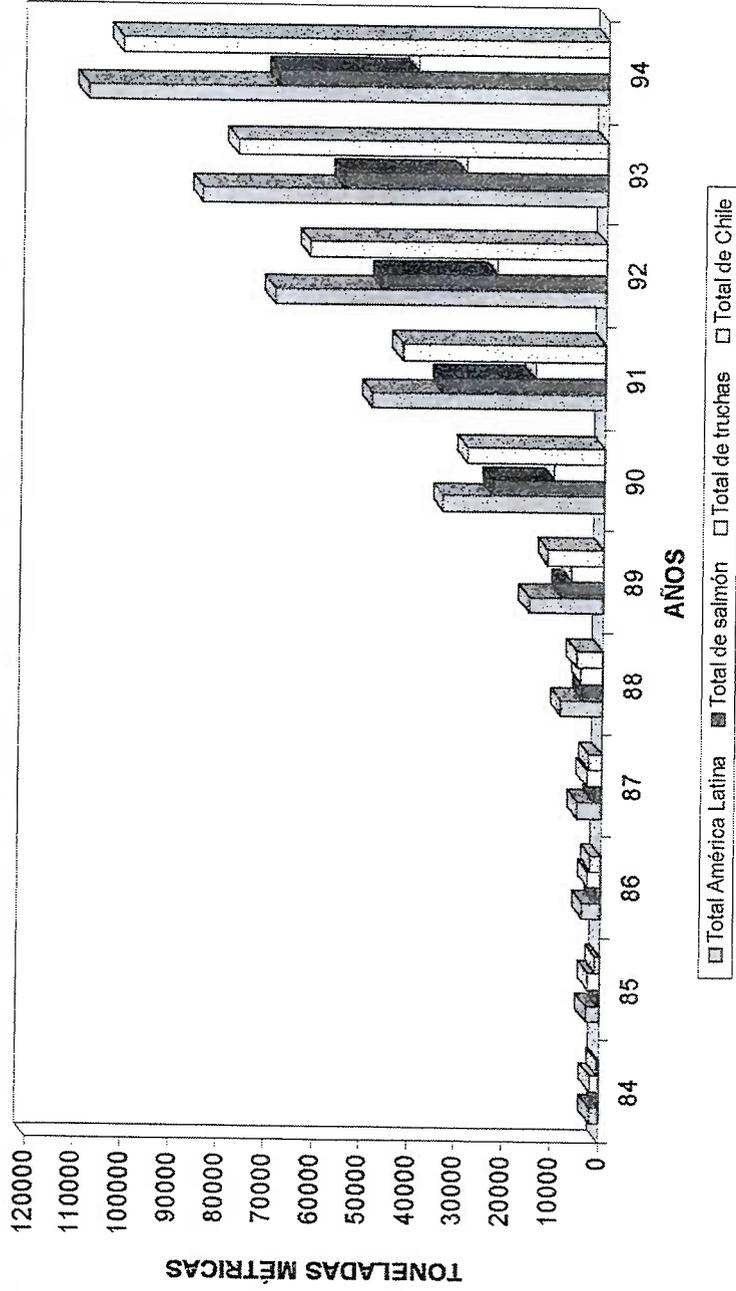


FIGURA 2. PRODUCCIÓN DE SALMÓNIDOS CULTIVADOS EN AMÉRICA LATINA (Fuente: FAO/FIDI, 1996 y SERNAP, 1996).

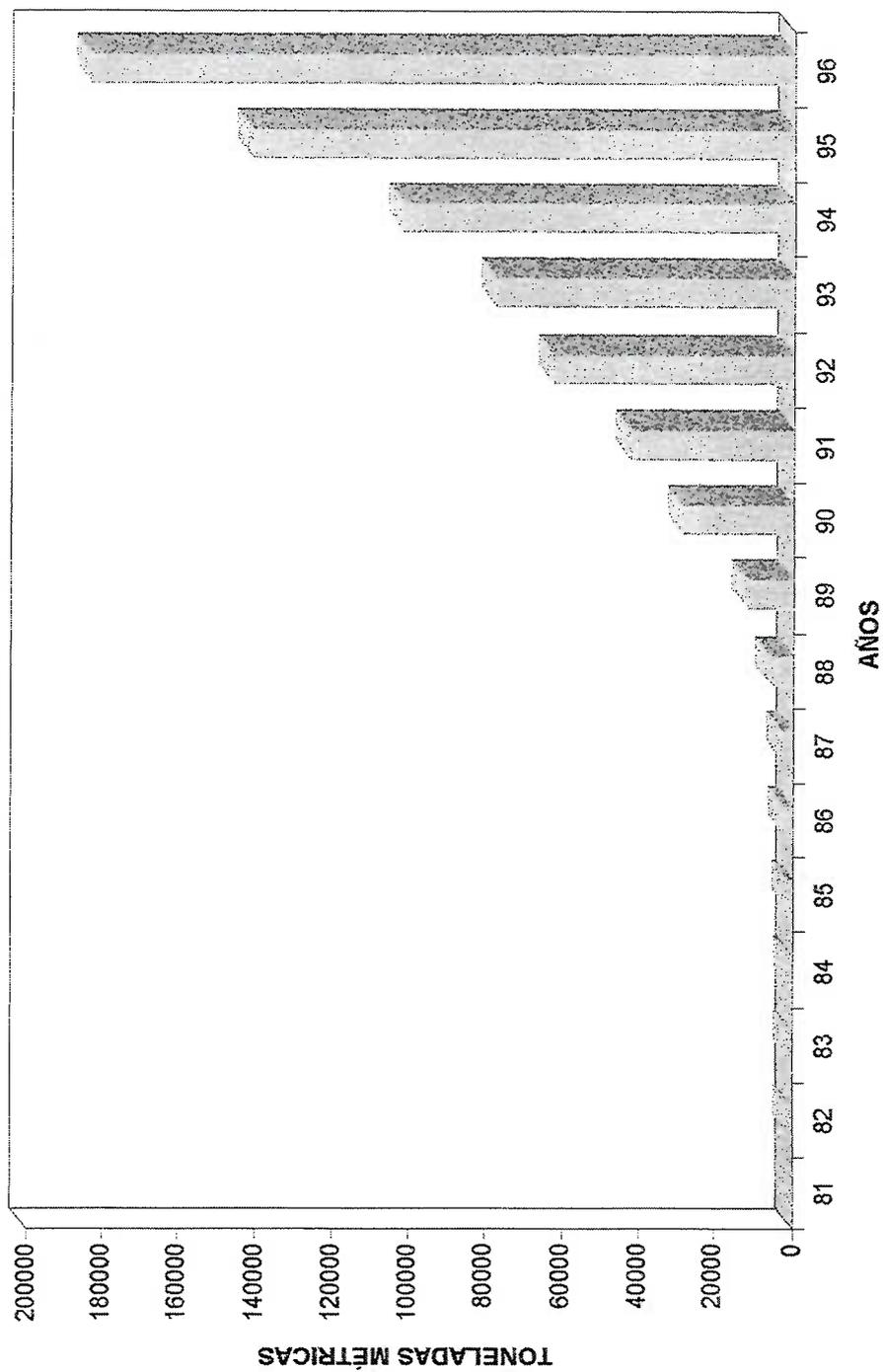


FIGURA 3. PRODUCCIÓN DE SALMÓNIDOS EN CHILE (Fuente: SERNAP, 1996; Mardones et al., 1995 y e: proyectado en base a la importación de ovas de 1993 y 1994).

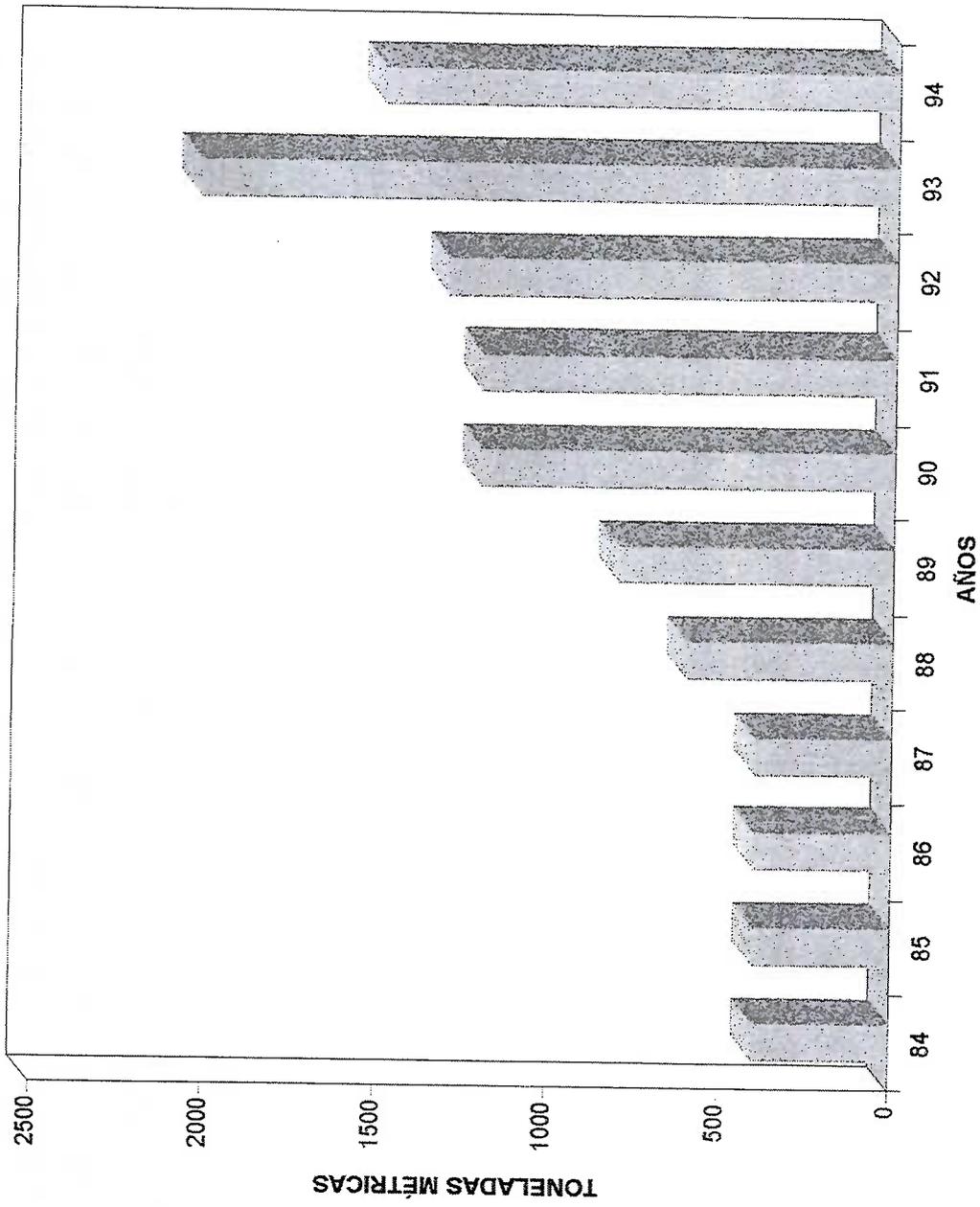


FIGURA 4. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS *Oncorhynchus mykiss* CULTIVADA EN COLOMBIA (Fuente: FAO/FIDI, 1996).

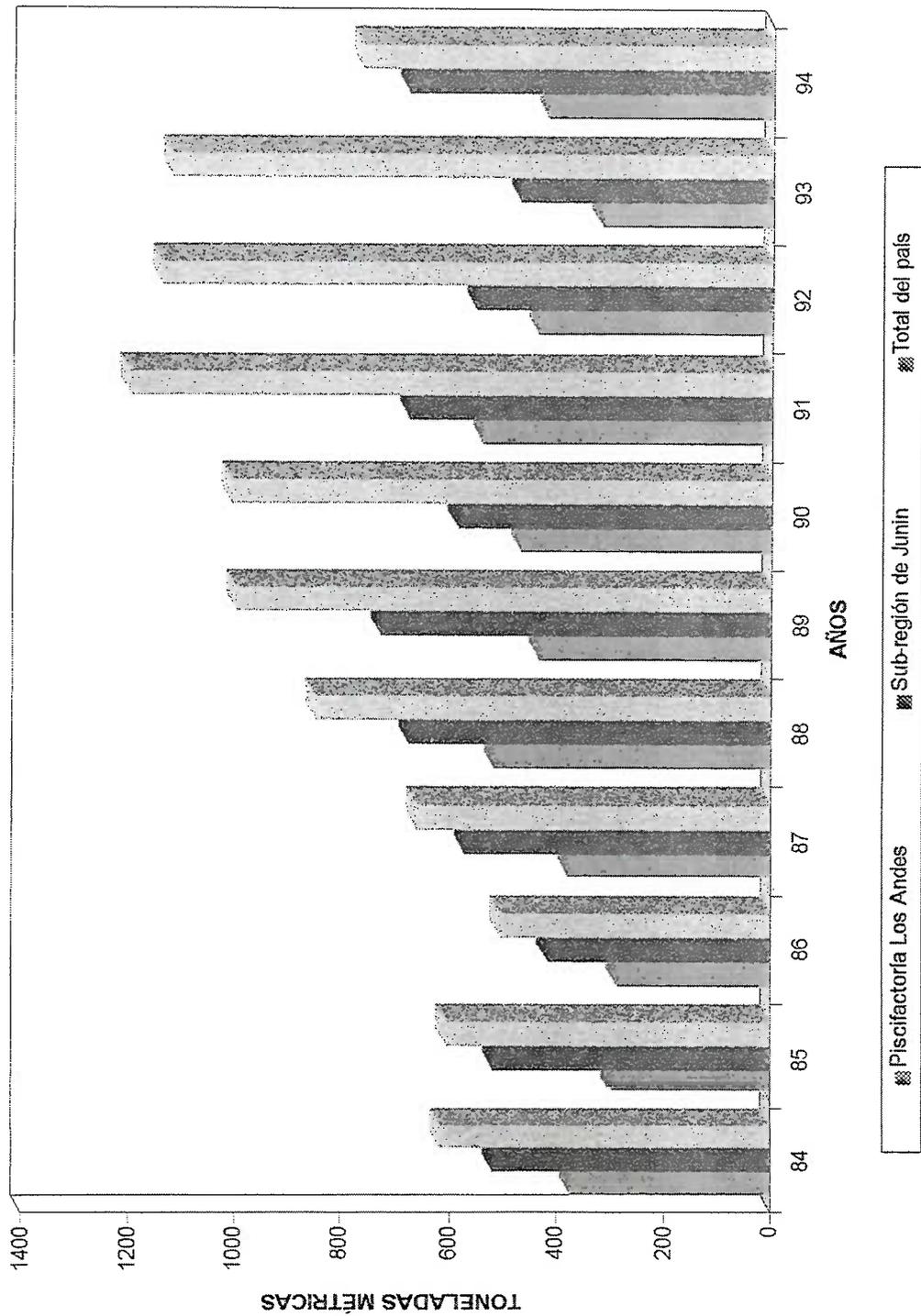


FIGURA 5. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, *Oncorhynchus mykiss*, CULTIVADA EN EL PERÚ, (la subregión de Junín incluye también la piscifactoría Los Andes; Fuente: DRP, 1995 y FAO/FIDI, 1996).

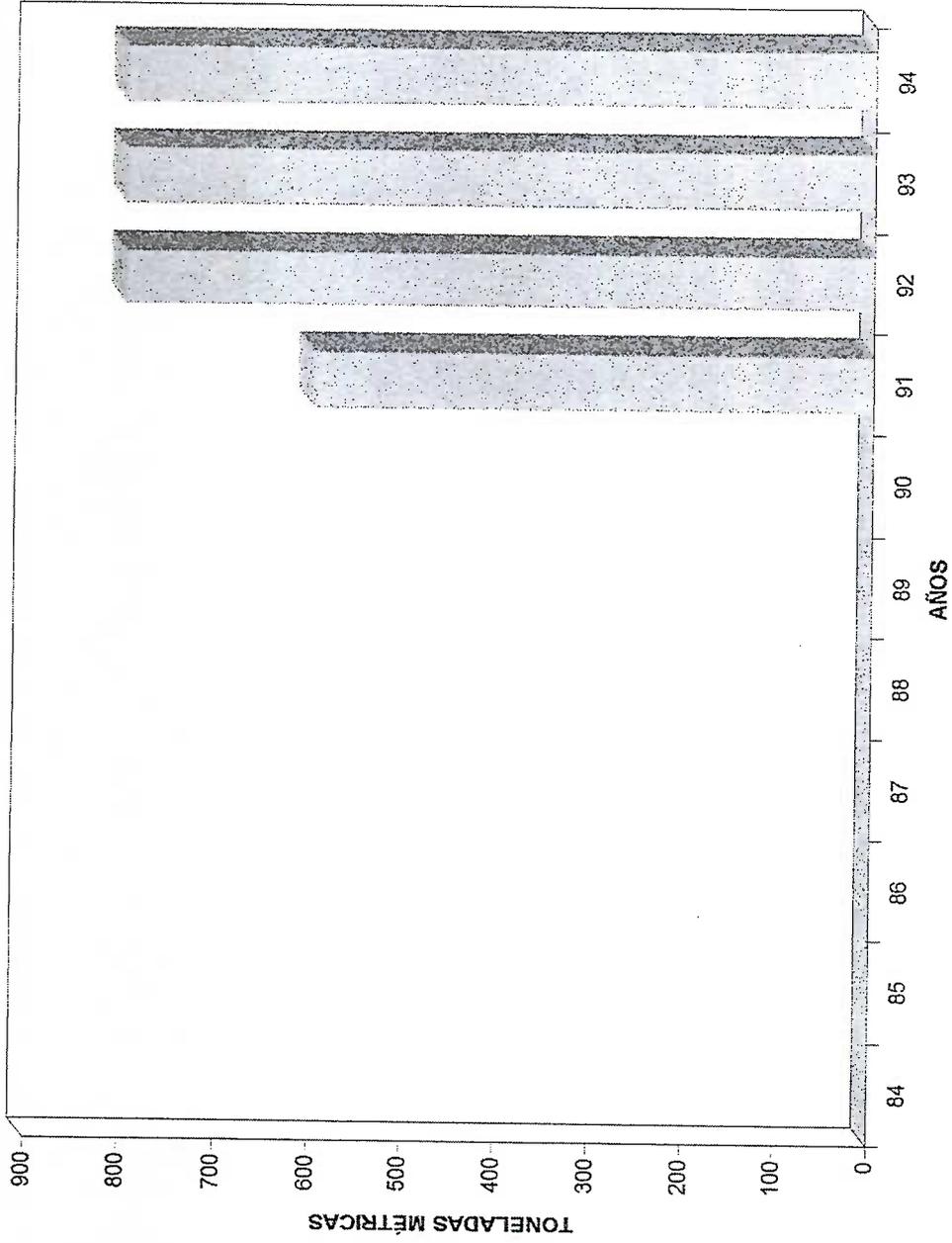


FIGURA 6. PRODUCCIÓN DE TRUCHIA ARCOIRIS, *Oncorhynchus mykiss*, CULTIVADA EN BRASIL (Fuente: FAO/FIDI, 1996).

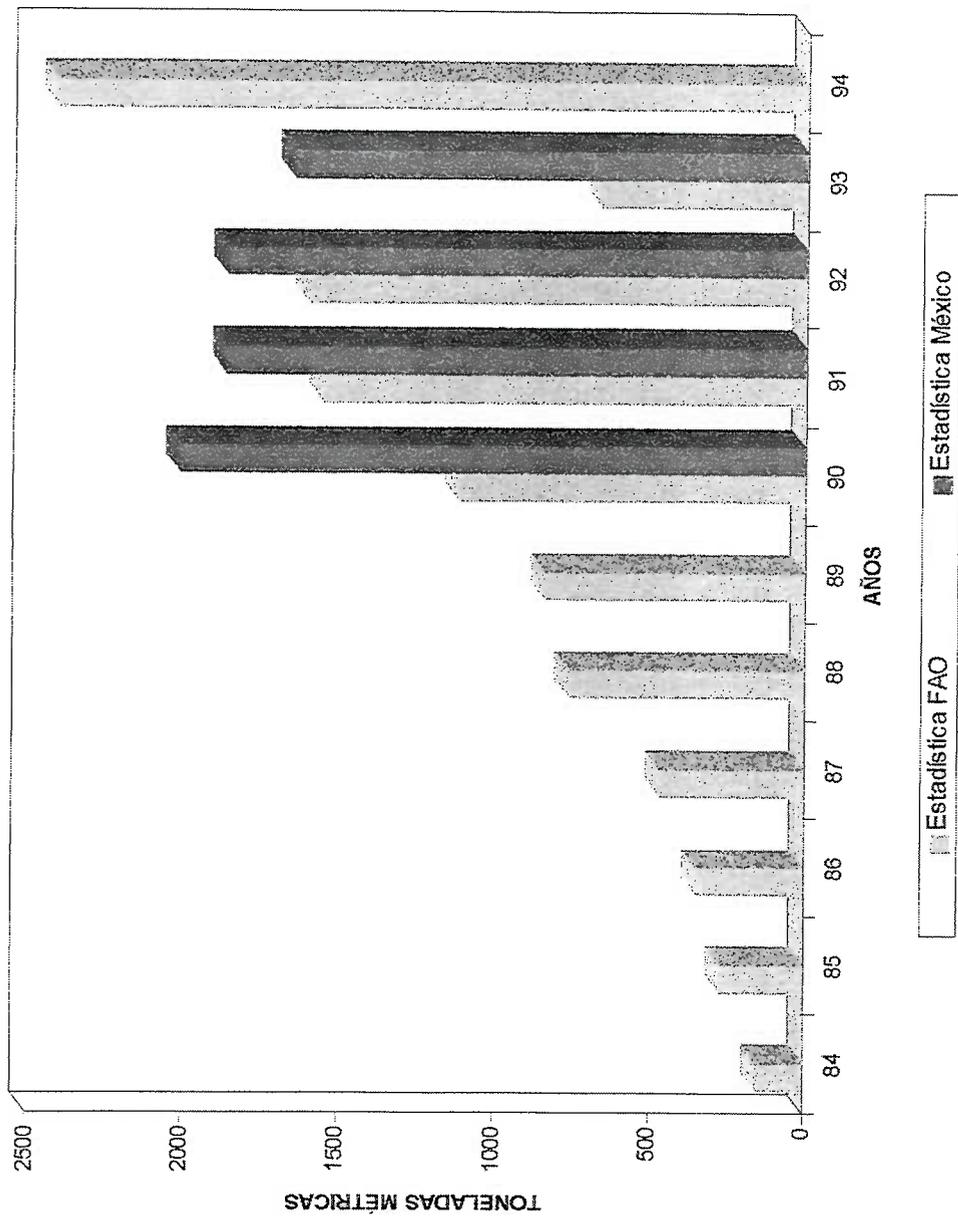


FIGURA 7. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, *Oncorhynchus mykiss*, CULTIVADA EN MÉXICO (Fuente: FAO/FIDI, 1996 y Nieto-Sánchez, 1995).

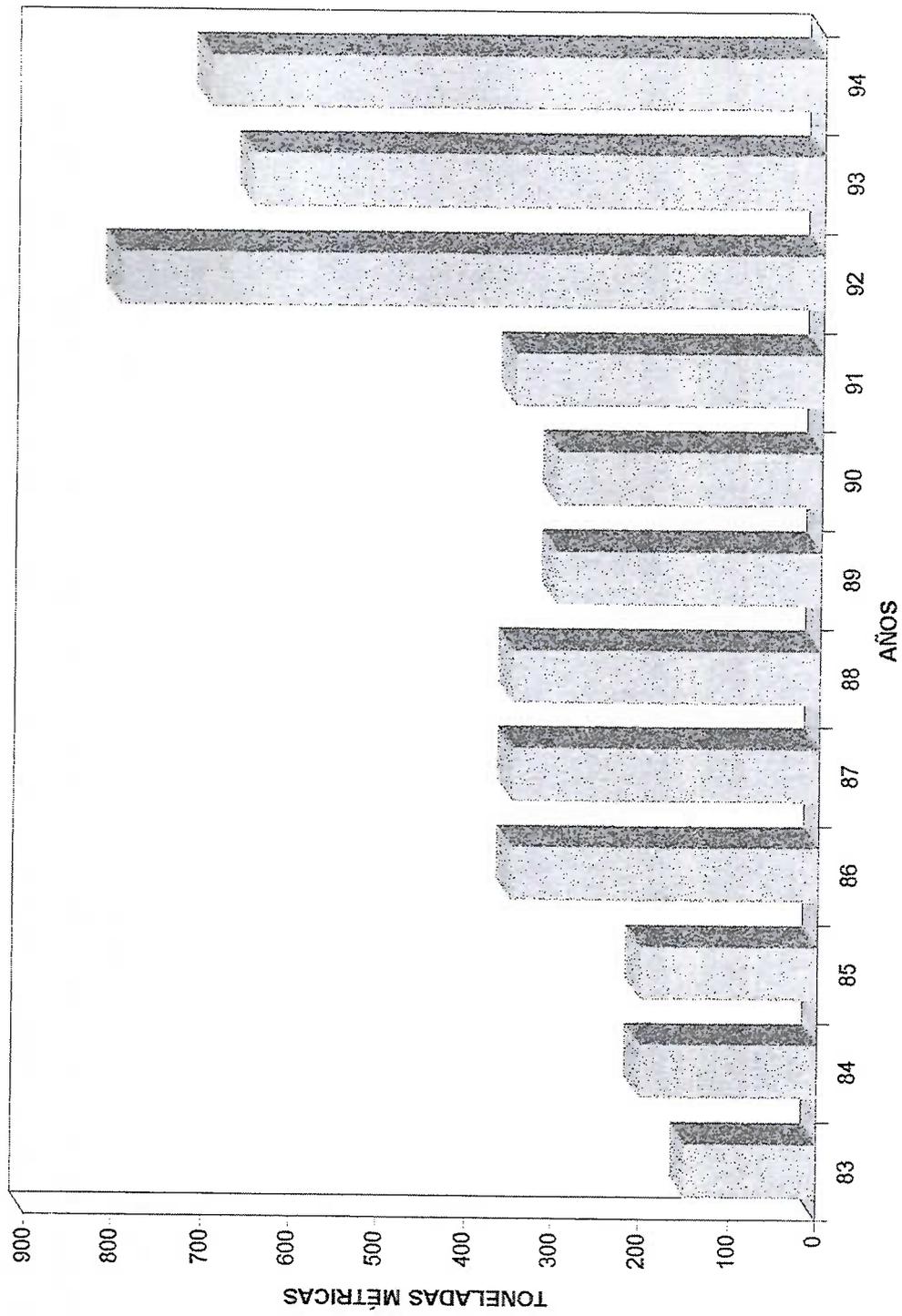


FIGURA 8. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, *Oncorhynchus mykiss*, CULTIVADA EN ARGENTINA (Fuente: FAO/FIDI, 1996).

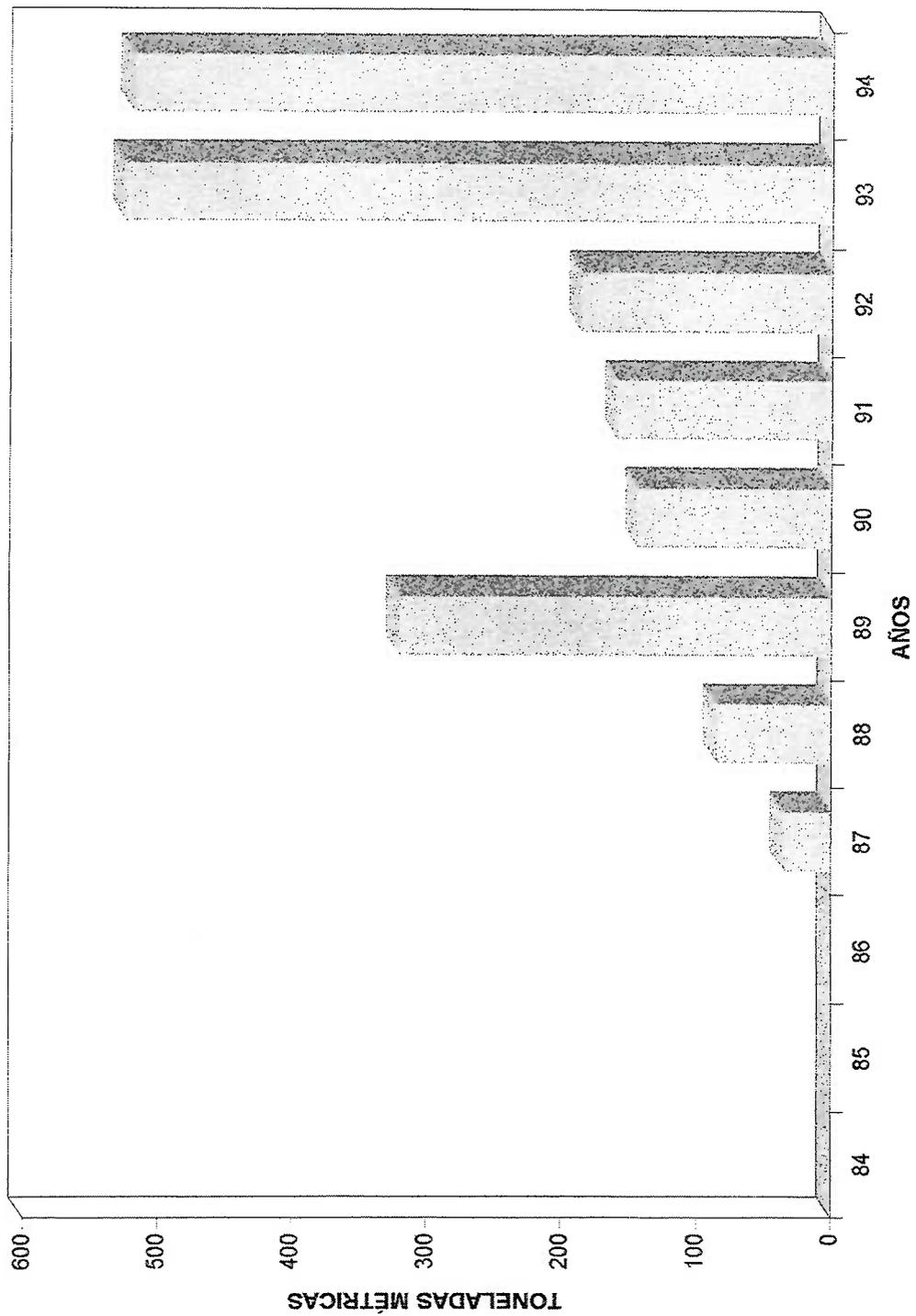


FIGURA 9. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, *Oncorhynchus mykiss*, CULTIVADA EN BOLIVIA (Fuente: FAO/FIDI, 1996).

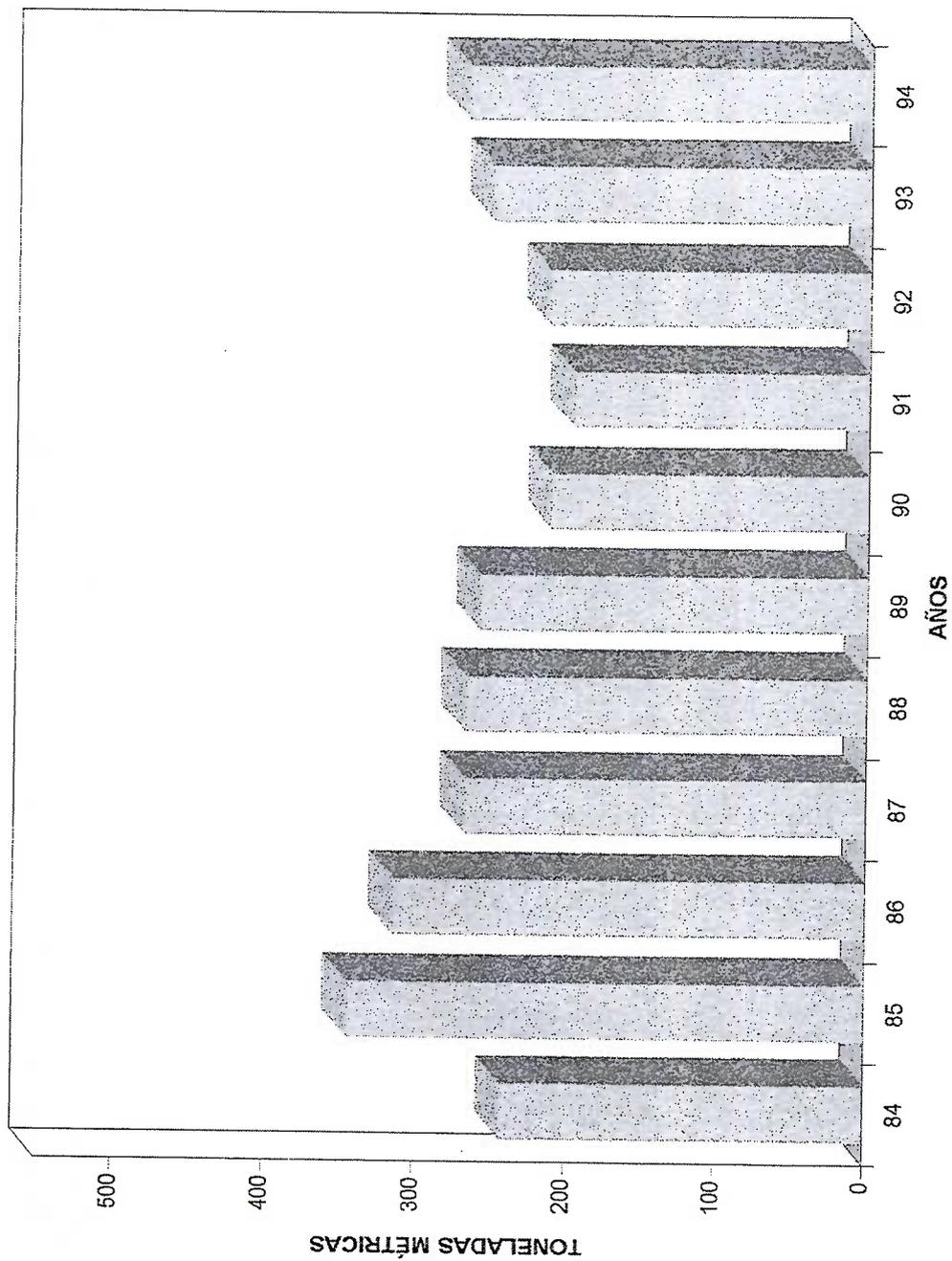


FIGURA 10. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, *Oncorhynchus mykiss*, CULTIVADA EN VENEZUELA (Fuente: FAO/FIDI, 1996).

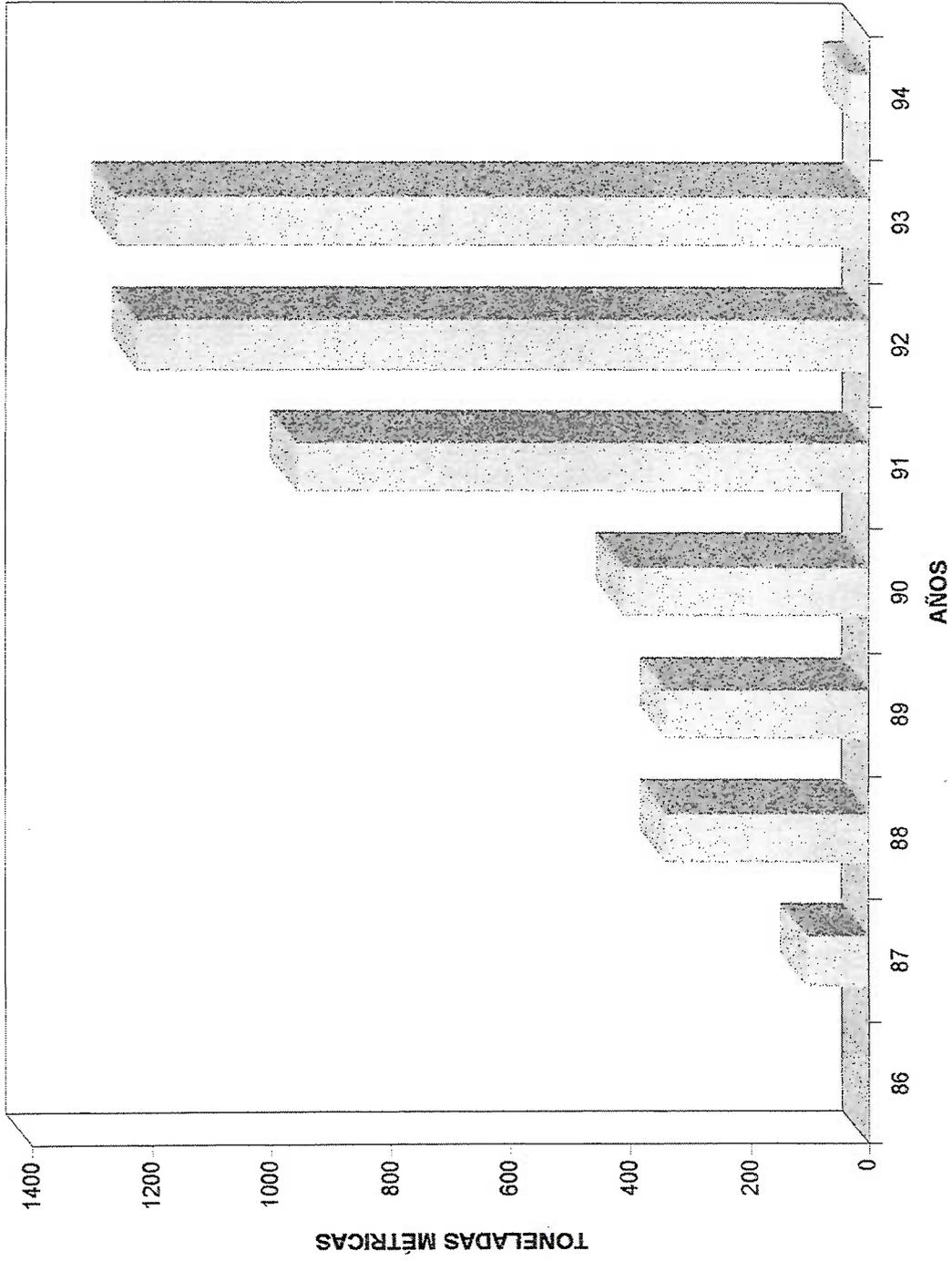


FIGURA 11. PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOIRIS, *Oncorhynchus mykiss*, CULTIVADA EN ECUADOR (Fuente: FAO/FIDI, 1996).

TABLA 1. PRODUCCIÓN DE SALMÓNIDOS CULTIVADOS EN AMÉRICA LATINA POR ESPECIE Y PAÍS.

PAÍS	ESPECIE	PRODUCCIÓN EN 1994 (t)
CHILE	<i>Salmo salar</i>	34175
	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	34524
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	32840
	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	379
	<i>Oncorhynchus masou</i> *	0
	<i>Salmo trutta</i> *	0
MÉXICO	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	2412
COLOMBIA	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	1495
BRASIL	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	800
PERÚ	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	765
ARGENTINA	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	700
BOLIVIA	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	519
VENEZUELA	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	269
ECUADOR	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	35
COSTA RICA	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	35
CUBA	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	17
TOTAL		108965

Fuente: FAO/FIDI (1996), * año sin producción.

TABLA 2. PRODUCCIÓN CHILENA DE SALMONES (t) POR ESPECIE DESDE 1980 HASTA 1996.

AÑO	TOTAL	SALAR	COHO	TRUCHA	REY	CEREZA
1980	92	0	0	0	0	0
1981	53	0	0	0	0	0
1982	441	0	156	149	0	0
1983	347	0	94	253	0	0
1984	495	0	109	386	0	0
1985	1119	0	500	619	0	0
1986	2151	0	1144	1007	0	0
1987	2766	41	1780	945	0	0
1988	5510	165	4075	1267	3	0
1989	11716	1860	6974	2871	11	0
1990	28615	9478	13311	5481	316	29
1991	42480	14957	17966	8393	1059	105
1992	62147	23715	22182	15515	667	68
1993	77475	29182	25177	22257	859	0
1994	101958	34175	34538	32866	379	0
1995	141377	54250	44037	42719	371	0
1996*	183538	61485	62036	59099	-	

Fuente: Mardones et al.(1995); *Proyectado a partir del número de ovas importadas en 1993-1994.

TABLA 3. MERCADO DE DESTINO DE LAS EXPORTACIONES CHILENAS DE SALMÓN Y TRUCHA, TEMPORADAS 1993 Y 1994 (t).

PAISES	1993	1994	VARIACION (%)
Japón	34019	46094	35
Estados Unidos	19074	22324	17
Comun. Europea	6345	5310	-16
Latinoamérica	828	1493	80
Otros mercados	462	1112	141
Totales	60728	76327	26.0

Fuente: A.P.S.T.CH. (1995).

TABLA 4. PRODUCCIÓN CHILENA DE SALMONES EN 1994 POR ESPECIE Y LÍNEA DE ELABORACIÓN (t).

ESPECIE	FRESCO	CONGELADO	SECO SALADO	AHUMADO	CONSERVA
Atlántico	14405	12725	0	373	250
Coho	69	25388	221	3	139
Rey	53	245	0	0	0
Trucha	330	23454	58	104	94

Fuente: SERNAP (1995).

TABLA 5. PRECIO DE SALMÓN Y TRUCHA EXPORTADOS EN CHILE EN LA TEMPORADA 1993 Y 1994 (US\$/Kg).

ESPECIE	1993	1994	VARIACION (%)
S. Atlántico	4.9	4.67	-4.7
S. Coho	4.83	4.27	-11.6
S. Rey	5.51	5.09	-7.6
Salmón S/E	6.93	6.26	9.7
Truchas	4.46	4.59	2.9
Promedio	5.32	4.97	-4.9

Fuente: A.P.S.T.CH. (1995).

TABLA 6. VALOR PROMEDIO EN US\$/Kg DE PRODUCTOS DERIVADOS DE SALMÓNIDOS EN LA TEMPORADA 1994.

PRODUCTO	VALOR PROMEDIO
Congelado	4.43
Fresco	4.60
Ahumado	10.30
Conserva	4.70
Salado	5.30
Seco Salado	6.40

Fuente: A.P.S.T.CH. (1995).

TABLA 7. IMPORTACIÓN CHILENA DE OVAS DE SALMÓNIDOS DURANTE 1994, POR ESPECIE Y PAÍS DE ORIGEN.

ESPECIE	PAÍS	UNIDADES
S. Atlántico	Irlanda	15147550
	Escocia	15658700
	Noruega	2400000
	U.S.A.	5175000
	TOTAL	38381250
S. Plateado	Canadá	2105000
	U.S.A.	10539328
	TOTAL	12644328
Trucha Arcoiris	Dinamarca	17835000
	Noruega	700000
	Suecia	4350000
	Finlandia	570000
	U.S.A.	37191000
	TOTAL	60646000
Trucha Café	Francia	3792
TOTAL		111675370

Fuente: A.P.S.T.CH. (1995).

TABLA 8. EMPRESAS QUE FABRICAN ALIMENTOS PARA SALMÓNIDOS EN CHILE.

COMPAÑIA	INTEGRACIÓN VERTICAL	TIPO ALIMENTO
Agropellet	sí	pellet
Aguas Claras	sí	pellet
Alimex	sí	extruído
Alimentos Champion	no	extruído
Alim. Mainstream	sí	pellet y extruído
Alipel	sí	pellet
Aliaqua S.A.	no	pellet
Alitec	sí	pellet y extruído
Aqua pellet	sí	pellet
Biomaster (IANSA)	no	pellet y extruído
Cultivos M. Chiloé	sí	extruído
Ecofeed S.A.	no	extruído
Ewos	no	extruído
Los Fiordos	no	pellet
Marine Feeds	sí	pellet
Menichetti-Purina	no	extruído
Pesq. Camanchaca	sí	pellet
Pesq. Nichiro	sí	pellet húmedo
Pesq. Yadrán	sí	pellet húmedo
Salmones Antártica	sí	pellet
Salmoalimentos S.A.	sí	pellet húmedo
Salmofood	no	extruído
Salmosur	sí	pellet
Skyring	sí	pellet
Trow Chile S.A.	sí	extruído

Fuente: Modificada de Hardy y Castro (1992).

TABLA 9. FÓRMULAS USADAS EN CHILE EN ALIMENTOS PELETIZADOS Y EXTRUIDOS PARA SALMÓNIDOS.

INGREDIENTES	DIETA PELETIZADA (%)	DIETA EXTRUIDA (%)
Harina de pescado	60	60
Subprod. del trigo	23	13
Trigo entero molido	0	10
Premez. vitamínica	2	2
Premez. minerales	0.1	0.1
Cloruro colina(60%)	0.5	0.5
Ac. ascórbico	0.5	0.5
Aglutinante	2	0
Aceite de pescado	10-11	14
ANÁLISIS PROXIMAL		
Humedad	8	8
Proteína	45	46
Materia grasa	14-15	18

Fuente: Hardy y Castro (1992).

TABLA 10. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE UNA DIETA DE ENGORDA PARA TRUCHAS COMERCIALIZADA EN CHILE POR LA EMPRESA ALITEC.

COMPONENTE	PORCENTAJE
Proteína Cruda	42.0
Lípidos	14.0
Fibra Cruda	4.0
Cenizas	10.0
Humedad	10.0
E. Metabolizable	3200 [Kcal/Kilo]

Fuente: Alitec (1992).

TABLA 11. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE UNA DIETA DE ENGORDA PARA TRUCHAS COMERCIALIZADA EN CHILE POR LA EMPRESA BIOMASTER (IANSA).

COMPONENTE	PORCENTAJE
Proteína	48.03
Grasa	10.90
Ceniza	11.59
Fibra	1.30
Fósforo	2.00

Fuente: Romero (1994).

TABLA 12. NIVEL DE AMINAS BIOGÉNICAS (PORCENTAJE DE ÉSTERES METÍLICOS) DEL PESCADO CRUDO EN DISTINTAS ETAPAS DE DESCOMPOSICIÓN.

CATEGORIA	FRESCO	MODERAD. FRESCO	PODRIDO
Histamina(ug/g)	<30	440	830
Cadaverina(ug/g)	330	1	1.6
Putrescina(ug/g)	30	230	630
Tyramina (ug/g)	<30	400	800
TVN (mg/100 g)	<25	<60	<140
NH ₃ -N (g/16g N)	12	16	18

Fuente: Pike (1990) en Hardy y Castro (1992).

TABLA 13. COMPOSICIÓN PROXIMAL (%) DE HARINAS DE PESCADO CHILENAS PROVENIENTES DE DIFERENTES ESPECIES.

ESPECIES	HUMEDAD	PROT.CRUDA	GRASA CRUDA	CENIZAS
S. sagax	9.3	64.1	11.2	13.3
E. ringens	6.8	65.4	6.7	16.3
E. maculatus	6.8	71.9	7.1	12.9
T. murphyi	9.4	66.6	9.0	13.9
Merluccius sp.	4.4	61.5	5.9	27.8

Fuente: Bórquez y Zúñiga (1995).

TABLA 14. COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS DE ALGUNAS MATERIAS GRASAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL DISPONIBLES EN CHILE.

ÁCIDOS GRASOS	ACEITE MAÍZ	ACEITE GIRASOL	ACEITE SOYA	ACEITE JUREL	ACEITE SARDINA
Linoleico	57.7	69.3	56.7	1.3	1.4
Linolénico	2.2		7.0		
Decaoctatetraenoico				0.8	2.7
Araquidónico				2.1	3.2
EPA				9.4	11.7
DPA				4.5	3.2
DHA				25.1	20.4

Fuente: Resumida de Bórquez y Zúñiga (1995).

TABLA 15. COMPOSICIÓN PROXIMAL TÍPICA DE LAS HARINAS Y HARINILLAS DE TRIGO EMPLEADAS EN CHILE.

COMPONENTE	HARINA	HARINILLA
Proteína	10.5	12.9
Fibra	2.35	10.5
Grasa	1	3.9
Ceniza	0.48	3.4
Fósforo	0.19	0.9

Fuente: Aqvanoticias Internacional (1995).

TABLA 16. PREMIX VITAMÍNICO COMERCIALIZADO POR LA EMPRESA VETERQUÍMICA PARA LA ALIMENTACIÓN DE SALMÓNIDOS EN CHILE.

SUPLEMENTOS VITAMÍNICOS	SALMONES	TRUCHAS
Vitamina A	1000000 UI	1000000 UI
Vitamina D3	500000 UI	400000 UI
Vitamina E	40000 UI	20000 UI
Vitamina K3	4000 UI	2000 UI
Vitamina B1	4000 UI	3000 UI
Vitamina B2	6000 UI	4000 UI
Vitamina B6	2000 UI	2000 UI
Vitamina B12	4 mg	4 mg
Niacina	40000 mg	30000 mg
Pantotenato de Calcio	10000 mg	8000 mg
Acido Fólico	1600 mg	800 mg
Biotina	100 mg	80 mg
Cloruro de Colina 100%	200000 mg	200000 mg
Inositol	50000 mg	40000 mg
Vitamina C	100000 mg	80000 mg
Excipiente c.s.p.	1 Kg	1 Kg

Fuente: Veterquímica (1995).

TABLA 17. COMPOSICIÓN DEL SUPLEMENTO DE MINERALES PARA SALMONES COMERCIALIZADO EN CHILE POR LA EMPRESA VETERQUÍMICA.

MINERALES	CANTIDAD POR Kg
Manganeso ✓	50000 mg
Zinc	100000 mg
Hierro	35000 mg
Cobre ✓	2000 mg
Yodo	4000 mg
Cobalto	4000 mg
Selenio	400 mg
Excipiente c.s.p.	1 Kg

Fuente: Veterquímica (1995).

TABLA 18. PRINCIPALES FUENTES NATURALES Y ARTIFICIALES DE PIGMENTOS CAROTENOIDES DISPONIBLES PARA LA SALMONICULTURA.

NATURALES			
TIPO	ESPECIE	CONCENTRACIÓN	PIGMENTO
LEVADURA	<i>P. rhodozyma</i>	30-800 mg/Kg	Astaxantina
ALGA	<i>H. pluvialis</i>	5%	Astaxantina
CRUSTÁCEOS	<i>E. superba</i>	15- 77 mg/Kg congelado 15- 200 mg/Kg harina 727-1080 mg/Kg aceite	Astaxantina
	<i>E. pacífica</i>	80-120 mg/Kg	Astaxantina
PLANTA	<i>A. aestivalis</i>	11.0 g/Kg pétalos deshidratados 1.6 g/Kg de flor	Astaxantina
	Paprica	235.0 mg/Kg	Capxantina
SINTÉTICOS			
Carofil rojo (Roche)		100.0 g/Kg	Cantaxantina
Carofil rosado (Roche)		50.0 g/Kg	Astaxantina

Fuente: Resumida de Torrissen et al. (1989).

TABLA 19. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE UNA DIETA CON MENOR CONTENIDO DE FÓSFORO UTILIZADA EN FORMA EXPERIMENTAL EN CHILE.

INGREDIENTES	DIETA EXP. 1 (%)	DIETA EXP. 2 (%)	DIETA CONTROL(%)
H. de pescado	17.16	12.74	76.7
H.P.deshuesada	44.43	50.81	-
Gluten maíz	15.0	15.0	-
Harina trigo	5.42	10.14	12.9
Aceite pescado	8.0	8.0	6.3
Harina pluma	7.0	-	-
Melaza	2.0	2.0	2.0
Otros (1)	1.0	1.0	1.0

(1) Vitaminas, minerales y pigmentos.

Fuente: Aquanoticias Internacional (1995).

TABLA 20 PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA DE LA ESTACIÓN PISCÍCOLA DEL NEUSA. LABORATORIO DE LA C.A.R., COLOMBIA.

PARÁMETROS	VALOR (mg/l)
DBO (5d - 20°C)	10
DQO	180
Dureza Total	892
Nitrógeno Amoniacal	9
Nitrógeno Nitrato	15
Nitrógeno Nitrito	2
Oxígeno Disuelto	818
Sólidos Suspensión	260
Sólidos Disueltos	40
Sólidos Totales	300
Zinc	85
pH	7.85

Fuente: Salinas (1991).

TABLA 21. PRODUCCIÓN DE TRUCHAS EN RELACIÓN A LA PRODUCCIÓN TOTAL DE ACUICULTURA EN COLOMBIA (t).

AÑO	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
TRUCHAS	400	550	700	800	1200	1200	1300	2028
TOT. ACUIC.	1256	2295	3392	5623	10400	12237	23932	23961
%	31.8	23.9	20.6	14.2	11.5	9.8	5.4	8.46

Fuente: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura-INPA (1994).

TABLA 22. FABRICANTES Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ALIMENTOS ELABORADOS PARA TRUCHAS EN COLOMBIA.

FÁBRICA	TIPO DE ALIMENTO	DIÁMETRO DE PARTÍCULA	% DE PROTEÍNA	CARACTERÍSTICAS
Purina Colombiana S.A	Extruido	0.3-5mm	24-45%	Sumergible Semiflotante y flotante, con y sin pigmento.
Solla S.A.	Peletizado	5/32"	25-43%	Sumergible Semiflotante con y sin pigmento.
Italcol S.A.	Peletizado	1/8"-5/8"	25-36%	Sumergible Semiflotante con y sin pigmento
Tulipán S.A.	Peletizado	5/32"	40%	Sumergible con y sin pigmento.

Fuente: Negret (1993).

TABLA 23. COSTO COMPARATIVO DE ALIMENTACIÓN DE TRUCHAS ENTRE COLOMBIA Y U.S.A.

ASPECTO	COLOMBIA	U.S.A.
Venta Kg deshuesado CIF Miami (US\$/Kg)	5.06	5.06
Peso vivo (Kg)	1.27	1.27
Factor de conversión alimenticia	1.67	1.34
Alimento dado en Kg	2.11	1.70
Valor alimento ciudad de origen(US\$/Kg)	0.88	0.57
Costo alimento dado (US\$/Kg vivo)	1.85	0.97
Contribución marginal por alimento (%)	0.63	0.81

Fuente: Negret (1993).

TABLA 24. IMPORTACIÓN DE OVAS EMBRIONADAS DE TRUCHA ARCOIRIS, EFECTUADA POR LA EMPRESA LOS ANDES S.A. DEL PERÚ DURANTE 1994.

Fecha	Procedencia	Cantidad
09-06-94	Estados Unidos	502071
27-07-94	Estados Unidos	500000
01-10-94	Estados Unidos	500000
31-12-94	Estados Unidos	725760
TOTAL		2227831

Fuente: Dirección Regional de Pesquería (1995).

TABLA 25. FORMAS DE COMERCIALIZACIÓN DE LA TRUCHA EN 1994 SEÑALANDO PORCENTAJES DE INCIDENCIA EN EL TOTAL.

FORMAS DE COMERCIALIZACIÓN	% DEL TOTAL
Fresca eviscerada	20.66
Congelada eviscerada	31.24
Fresca con vísceras	0.14
Filetes frescos	0.03
Fresca deshuesada	18.11
Congelada deshuesada	5.04
Filetes congelados	18.74
Ahumado en frío	4.59
Ahumado en caliente	1.40
Total	100.00

Fuente: Dirección Regional de Pesquería (1995).

TABLA 26. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LOS ALIMENTOS ELABORADOS POR LA FÁBRICA WEG, BRASIL, PARA TRES ESTADOS DE DESARROLLO DE LA TRUCHA ARCOIRIS.

COMPOSICIÓN	ALEVINES	ENGORDA	REPRODUCTORES
Humedad	máx 10%	máx 10%	máx 10%
Proteína bruta	mín 50%	mín 46%	mím 48%
Extracto etéreo	mín 7%	mín 7%	mín 8%
Materia fibrosa	máx 4%	máx 5%	máx 3,5%
Materia mineral	máx 19,5%	máx 21,5%	máx 20%
Calcio	máx 6,7%	máx 7,5%	máx 6%
Fósforo	mín 2,5%	mín 2,5	mín 2,5%

Fuente: Silveira (1993).

TABLA 27. MEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES PROPORCIONADOS EN LAS DIETAS PARA TRUCHA ARCOIRIS POR KILOGRAMO DE PRODUCTO EN BRASIL.

NUTRIENTES	ALEVINES (UI o mg/kg dieta)	ENGORDA	REPRODUCTORES
Vitamina A	20000 UI	20000 UI	20000 UI
Vitamina D3	4000 UI	4000 UI	4000 UI
Vitamina E	150 UI	125 UI	200 UI
Vitamina K3	5	5	5
Piridoxina	14	14	14
Cianocobalamin	60	60	60
Tiamina	20	20	20
Pant. de Ca	100	100	80
Colina	1600	1600	1800
Biotina	0.2	0.2	0.3
Ac. fólico	6	6	6
Inositol	300	250	250
Ac. nicotínico	140	140	140
Rivoflavina	40	40	40
Ac. ascórbico	300	250	300
Manganeso	40	40	40
Zinc	60	60	60
Magnesio	300	300	300
Hierro	200	200	200
Iodo	1	1	1
Potasio	15	15	15
Cobre	10	10	10
Cobalto	1.5	1.5	1.5

Fuente: Silveira (1993).

TABLA 28. UNIDADES DE PRODUCCIÓN TRUCHÍCOLAS POR ESTADO EN MÉXICO.

ESTADO	Nº RACEWAYS	M³	Nº JAULAS	M³	Nº EST. CONCRETO	M³	Nº EST. RÚSTICO	Ha
CHIHUAHUA	6	4090	—	—	5	1698	35	7.66
DURANGO	3	4339	—	—	—	—	—	—
GUANAJUACO	—	—	1	400	—	—	3	13.00
HIDALGO	2	1690	1	54	—	—	2	0.27
EDO. DE MEX.	14	12908.5	—	—	7	4133	91	5.27
MICHOACAN	—	—	5	1447	1	240	1	1.00
PUEBLA	—	—	—	—	6	4460	3	1.62
VERACRUZ	1	600	—	—	5	1900	—	—
TOTAL	26	23627.5	7	1901	24	10431	135	28.82

Fuente: Nieto-Sánchez (1995).

TABLA 29. PRODUCCIÓN POR ACUICULTURA DE TRUCHA ARCOIRIS, *Oncorhynchus mykiss*, EN MÉXICO, PERÍODO 1990-1994.

AÑO	TOTAL	PRIVADO	ESTATAL
1990	2,010	1,909	101
1991	1,865	1,376	489
1992	1,864	1,448	406
1993	1,650*	ND	ND
1994	2,163*	ND	ND

Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca (1990-1992) y *Nieto-Sánchez (1995).

TABLA 30. FÁBRICAS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA TRUCHA ARCOIRIS EN MÉXICO.

FABRICANTE	LINEA	(%) PRO.	(%) LIP.	(%) FIB.	(%) HUM.
ALIMENTOS VERACRUZ S.A. (ALVER)	Trucha cría	50	5	4	12
	Trucha engorda	42	8	6	12
PEDREGAL SILVER CUP	Iniciación	52	14	3	—
	Alevín 1 y 2	48	14	3	—
	Migaja fina/gruesa	45	11	3	—
	Pellet 3/32, 1/8, 5/32 y 3/16	38	10	4	—
	Reproductor	45	10	4	—
ALIMENTOS BALANCEADOS DE MÉXICO S.A. DE C.V. (ALBAMEX)	Trucha cría	42	4	4	12
	Trucha engorda	34	2	8	12
	Trucha reproductor	36	2	8	12
GIGANTE S.A. DE C.V.	Trucha crecimiento	48	10	9	11
	Trucha engorda	40	10	3	12
PURINA S.A. DE C.V.	Trucha iniciador	50	15	4	12
	Trucha de desarrollo	43	12	5	12
	Trucha finalizador	40	10	5	12
ACEITERA TAPATÍA S.A. DE C.V.	Trucha alevín	40.8	4.6	3.7	—
	Trucha adulta	36.5	3.7	3.9	—
ANDERSON CLAYTON & C.O. S.A. DE C.V.	Alevinaje	50			
	Iniciación	45	11	5	12
	Engorda	40			
ACEITERA LA JUNTA S.A. DE C.V.	Iniciador	50	12	4	12
	Crecimiento	45	8	5	12
	Finalizador	40	8	5	12

Fuente: modificado de Ceballos y Velázquez (1988) y Chávez (1993).

TABLA 31. PRINCIPALES PROVINCIAS PRODUCTORAS DE TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN ARGENTINA.

	NEUQUEN	RÍO NEGRO	CHUBUT	SANTA CRUZ	TIERRA DEL FUEGO
Centros ovas y alevines.	2	1	-	-	1
Centros de Pan-size	2	1	-	2	-
Centros de Jaulas	5	1	1	-	-
Producción de ovas	8000000	3000000	-	-	-
Producción Pan-size	80 t/año	35 t/año	-	60 t/año	-
Producción en Jaulas	700 t/año	40 t/año	60 t/año	-	-

Fuente: Bruzone (1993).

TABLA 32. FÁBRICAS QUE PRODUCEN ALIMENTOS PARA PECES EN ARGENTINA.

EMPRESA	Nº DE PLANTAS	LÍNEAS PRODUCCIÓN	TIPO DE ALIMENTO	PRODUCCIÓN PARA PECES
CARGILL	4 (1 para peces)	Animales en general	pellet	200 t/año
NUTRIMENTOS PURINA	3 (1 para peces)	Animales en general	pellet	
GANAVE	1	Animales en general	pellet (específico para trucha)	30 a 50 t/año
FONTINALIS S. A.	1	trucha	pellet	300 t/año
TRUCHAS DEL SUR S. A.	1	trucha	pellet	200 t/año
VAITERE S. A.	1	trucha	pellet	150 t/año

Fuente: Martínez et al. (1989).

TABLA 33. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE ALIMENTOS CON DIFERENTES CALIBRES PRODUCIDOS POR UNA FÁBRICA EN ARGENTINA.

TIPO DE ALIMENTO	1786	1787	1789	1790	1791	1792	1793	1794
	3mm	4mm	6mm	P6mm	8mm	P8mm	10mm	P10mm
NUTRIENTE	COMPOSICIÓN PROXIMAL(%)							
Proteína	52	50	46	46	46	46	46	46
Lípidos	14	14	17	17	17	17	17	17
Ceniza	17	20	17	17	17	17	17	17
Fibra	1	1	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3
Calcio	4,5	4,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Fósforo	2	2	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Astax.ppm	0	0	0	50	0	50	0	50

Fuente: Luizón (1995).

TABLA 34. COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL ALIMENTO BALANCEADO FABRICADO EN BOLIVIA PARA LA TRUCHA ARCO IRIS .

NUTRIENTES	PORCENTAJE
Proteínas	35-40 %
Lípidos	14 %
Humedad	14 %
Fibra	3 %
Ceniza	12 %

Fuente: Ing. A. Céspedes (com.pers.).

TABLA 35. COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL ALIMENTO IMPORTADO POR BOLIVIA DESDE CHILE.

NUTRIENTES	PORCENTAJE
Proteínas	48% mínimo
Lípidos	12% máximo
Humedad	10% máximo
Fibra	2% máximo
Ceniza	10% máximo
Energía metabolizable	3350 Kcal/Kg

Fuente: Ing. A. Céspedes (com.pers.)

TABLA 36. APARICIÓN CRONOLÓGICA DE LAS EMPRESAS DEDICADAS AL CULTIVO COMERCIAL DE TRUCHAS EN VENEZUELA.

AÑO	EMPRESA	PRODUCCIÓN INICIAL (kg)	PRODUCCIÓN ACTUAL (Kg)	UBICACIÓN
1959	Moconoque	30000	13000	Mérida
1966	Sto. Domingo	5000	200000	Mérida
1977	Valle Rey	2000	25000	Mérida
1979	Las Porqueras	-	4000	Táchira
1980	El Paraíso	20000	150000	Mérida
1980	La Mota	2000	8000	Mérida
1985	La Vega	2000	8000	Mérida
1985	La Azulita	2000	4000	Mérida
1988	Sierra Nevada	-	5000	Mérida
1990	Inagro	2000	2000	Mérida
1992	La granja	-	2000	Mérida
1992	El Molino	-	2000	Mérida
1995	El Batatal	Sin producción		Trujillo
TOTAL	14	-	423000	-

Fuente: Bastardo (1995).

TABLA 37. TIPOS DE TRUCHICULTURAS EN VENEZUELA EN RELACIÓN A SU VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.

TIPOS DE TRUCHICULTURA	PRODUCCIÓN (%)	PROCEDENCIA DE LA SEMILLA	PRODUCCIÓN PROMEDIO (Kg)
Grandes	80	USA	143333
Medianas	15	Venezuela	22333
Pequeñas	5	Venezuela	2500

Fuente: Bastardo (1995).

TABLA 38. UBICACIÓN Y PRODUCCIÓN ESTIMADA EN Kg DE ALGUNAS PEQUEÑAS TRUCHICULTURAS EXISTENTES EN EL ESTADO DE MÉRIDA, VENEZUELA.

NOMBRE	UBICACIÓN	PRODUCCIÓN
El Silencio	La azulita	34000
Sierra Nevada	San Jacinto	11000
La Culata	La Culata	2500
Santana Norte	La Hechicera	?
Monte Verde	El Valle	5400
Valle Alto	El Valle	4000
?	S. José de Acequias	5000
La Vega	Timotes	10000
El Rincón de la Montaña	Trujillo	600
INAGRO	La Azulita	1800
Avendaño	Pantano de la culata	?
Izarra	Mucutuy	1000
Uzcátegui	?	600
Valentín	El Morro	800
TOTAL		76700

Fuente: Bastardo (1992a).

TABLA 39. CALIDAD DEL AGUA DEL CAMPO EXPERIMENTAL TRUCHÍCOLA LA MUCUY, VENEZUELA, DURANTE EL AÑO 1982.

VARIABLE	UNIDAD	VALOR
Temperatura	(°C)	12.31
Oxígeno disuelto	(mg/l)	9.72
Saturación de O ₂	(%)	112.0
Alcalinidad	(mg CaCO ₃)	21.0
Dureza total	(mg CaCO ₃)	17.0
Calcio	(mg Ca/l)	3.5

Fuente: Bastardo (1992b)

TABLA 40. FÁBRICAS Y TIPOS DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA TRUCHAS PRODUCIDOS EN VENEZUELA.

EMPRESA	LÍNEA	USO	PRESENTACIÓN
PROTINAL	Trucharina Normal	Trucha	25 kg expandida
	Trucharina Salmón	Trucha	25 kg expandida
	Trucharina	Trucha Reproductor	25 kg expandida
PURINA	Arco iris 45	Truchas	40 kg granulado
	Arco iris 50	Truchas	40 kg granulado

Fuente: modificado de Urquía (1993).

TABLA 41. ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS ALIMENTOS CONCENTRADOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE TRUCHAS EN VENEZUELA.

EMPRESA	PRODUCTO	PROTEÍNA(%)	GRASA(%)	FIBRA(%)
Purina	Arcoiris 45	45	6.5	5.0
	Arcoiris 50	50	6.5	5.0
Protinal	Trucharina	36	—	—

Fuente: modificado de Urquía (1993).

TABLA 42. ANÁLISIS PROXIMAL DEL ALIMENTO PARA TRUCHAS COMERCIALIZADO POR LA EMPRESA PURINA DE VENEZUELA.

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Proteína (mín)	45.0
Grasa (mín)	6.5
Fibra (máx)	5.0
Ceniza (máx)	10.0
Calcio (máx)	5.0
Fósforo (mín)	0.8
Humedad (máx)	12.0

INGREDIENTES: Harina de soya, harina de maíz precocida, mezcla de subproductos, harina de pescado, grasa, cloruro de colina, lecitina, sal yodada, ácido fólico, metionina, fosfato de calcio, vitamina E, vitamina D-3, concentrin 21, vitamina A, trazas minerales.

Fuente: etiqueta de empaque del alimento Purina Arco Iris 45 N°4, septiembre de 1995.

TABLA 43. DISPONIBILIDAD DE INGREDIENTES PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN VENEZUELA.

INGREDIENTES	PRODUCCIÓN NACIONAL (t)	IMPORTACIÓN (t)	TOTAL (t)
Cereales	376725	856670	1233395
Subproductos de cereales	214642	369760	584402
Tortas oleaginosas	40565	410807	41372
Subproductos origen animal	22150	103850	126000
Minerales	52500	-	52500
Vitaminas y aditivos	-	10500	10500
TOTAL	706582	1751587	2458169

Fuente: Montilla y González (1983) en Bastardo (1995).

TABLA 44. VALORES PROMEDIO DEL FACTOR DE CONVERSIÓN DEL ALIMENTO UTILIZANDO TRES DIETAS DIFERENTES.

DIETA	FACTOR DE CONVERSIÓN
PROTINAL	1.38 ± 0.12 (n=4)
FONAIAP	1.63 ± 0.03 (n=4)
PROTINAL	1.73 ± 0.23 (n=4)

Fuente: Bastardo (1995).

TABLA 45. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL ALIMENTO UTILIZADO EN EL CAMPO EXPERIMENTAL LA MUCUY, VENEZUELA.

COMPONENTE	(%)
Proteína	53.8
Grasa	9.7
Carbohidrato	10.8
Humedad	8.8

Fuente: Bastardo (1992b).

TABLA 46. RESPUESTA REPRODUCTIVA DE LA TRUCHA ARCOIRIS UTILIZANDO TRES DIETAS DIFERENTES (+/- DS).

DIETA	FEC. REL. Ovas/Kg	FERTIL. (%)	NACIM. (%)	SOBREV. LARVAL (%)	SOBREV. ALEVIN.(%)	MALFOR. (%)
PROTINAL	1995.0 (678)	55.7 (29.6)	96.7 (4.8)	97.6 (1.9)	87.6 (1.9)	5.4 (6.3)
FONAIAP	1532.0 (674)	42.1 (30.5)	91.9 (16.7)	95.1 (6.8)	89.4 (14.9)	5.7 (5.1)
PROTINAL	1696.0 (712)	48.2 (34.6)	83.4 (31.9)	93.8 (10.8)	86.2 (22.1)	5.7 (9.8)

Fuente: Bastardo (1995).