

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE PATOLOGIA ANIMAL

**PERFIL METABOLICO DE SALMON ATLANTICO *Salmo salar* Y TRUCHA
ARCOIRIS *Oncorhynchus mykiss* DE TRES PISCICULTURAS EN FASE DE
AGUA DULCE EN EL SUR DE CHILE**

Memoria de título presentada como parte
de los requisitos para optar al **TITULO
DE MEDICO VETERINARIO.**

EXEQUIEL ALEJANDRO HERRERA FARFAN

VALDIVIA-CHILE

2004

PROFESOR PATROCINANTE: **DR . RICARDO ENRIQUEZ.**_____

Nombre

Firma

PROFESOR COPATROCINANTE: **DR. FERNANDO WITTWER.**_____

Nombre

Firma

COLABORADOR: **SRA. HELGA BÖHMWALD.**_____

Nombre

Firma

PROFESORES CALIFICADORES:_____

Nombre

Firma

Nombre

Firma

FECHA DE APROBACION:_____

INDICE

3.	RESUMEN	1
4.	SUMMARY	2
5.	INTRODUCCION	3
6.	MATERIAL Y METODO	10
7.	RESULTADOS	12
8.	DISCUSION	16
9.	BIBLIOGRAFIA	26
10.	ANEXOS	29

3. RESUMEN

“Perfil metabólico de salmón atlántico *Salmo salar* y trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* en fase de agua dulce en el sur de Chile”.

El objetivo de este trabajo fue determinar valores de los parámetros bioquímicos en salmón atlántico *Salmo salar* y trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* de cultivo en etapa de agua dulce.

En los meses de agosto y septiembre del año 2003, se obtuvieron un total de 192 muestras de sangre, correspondientes a las especies Salmón atlántico $n = 96$ y Trucha arcoiris $n = 96$, desde 3 pisciculturas del sur de Chile. Una de la comuna de Villarrica y dos de la comuna de Lago Ranco. Los peces se obtuvieron al azar desde los estanques de cultivo, se anestesiaron y se les puncionó ventro dorsalmente en la línea medio ventral posterior a la aleta anal, para la obtención de una muestra de sangre entre 0,3 a 0,8 ml por pez.

Las variables bioquímicas consideradas en este estudio fueron proteínas totales, albúmina, colesterol, triglicéridos, urea, creatinina, alanino amino transferasa (ALT), aspartato amino transferasa (AST), fosfatasa alcalina (SAP), creatinquinasa (CK) y glutatión peroxidasa (GSH-px). Para su determinación se utilizó un auto analizador Cobas Mira Plus de Roche.

En salmón atlántico los valores promedio y las desviaciones estándares de las variables estudiadas fueron: proteínas totales 37.47 ± 4.89 g/l, albúmina 4.98 ± 3.68 g/l, colesterol 13.09 ± 3.74 mmol/l, triglicéridos 3.34 ± 0.91 mmol/l, urea 1.3 ± 0.46 mmol/l, creatinina 46.54 ± 21.67 umol/l, ALT 5.86 ± 5.19 U/l, AST 92.79 ± 58.77 U/l, SAP 805.21 ± 240.12 U/l, CK 2752.67 ± 2075.63 U/l y GSH-px 148.75 ± 71.33 U/g Hb. En trucha arcoiris los valores promedio y las desviaciones estándares de las variables estudiadas fueron: proteínas totales 39.45 ± 4.89 g/l, albúmina 9.12 ± 5.08 g/l, colesterol 14.39 ± 2.03 mmol/l, triglicéridos 6.56 ± 2.37 mmol/l, urea 1.22 ± 0.28 mmol/l, creatinina 27.56 ± 25.34 umol/l, ALT 5.54 ± 4.68 U/l, AST 180.94 ± 138.91 U/l, SAP 860.21 ± 311.36 U/l, CK 6416.38 ± 5691.21 U/l y GSH-px 106.95 ± 36.60 U/g Hb.

Al comparar entre las dos especies hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en las siguientes variables: albúmina, AST, CK, creatinina, y triglicéridos. Los valores de CK y AST variaron bastante entre pisciculturas y entre especies, debido probablemente a daño muscular durante la extracción de la muestra de sangre. Se concluye que los valores obtenidos son semejantes a los manejados para peces salmonídeos en cultivo en fase de engorda en el mar y pueden contribuir como antecedentes sobre las variables bioquímicas de salmonídeos de cultivo en fase de agua dulce.

Palabras claves: bioquímica sanguínea, salmón atlántico, trucha arcoiris, agua dulce.

4. SUMMARY

“Metabolic profile of the Atlantic salmon *Salmo salar* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in fresh water phase in the South of Chile”

The aim of this study was in order to determine the values of the blood biochemistry variables that indicate the metabolic process of the Atlantic salmon *Salmo salar* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* of culture in fresh water phase.

During the months of August and September of 2003 it was obtained a total of 192 blood samples, 96 of them belong to the Atlantic salmon and 96 to rainbow trout from 3 piscicultures of the South of Chile. One of the piscicultures belongs to the town of Villarrica and the other 2 belong to Lago Ranco. The fish were obtained at random from the pond of culture. They were anaesthetized and punctured in the back middle ventral line in the anal fin, so as to get a blood sample among 0,3 and 0,8 ml per fish.

The biochemistry variables considered in this study were total proteins, albumin, cholesterol, triglyceride, urea, creatinine, alanine aminotransferase (ALT), Aspartate Aminotransferase (AST), alkaline Phosphatase (SAP), Creatinase (CK) and Glutathione peroxidase (GSH-px). For its determination it was used a self analyser called cobas Mira Plus of Roche.

In Atlantic Salmon, the average values and the standard curvature of the studied variables were: total proteins 37.47 ± 4.89 g/l, albumin 4.98 ± 3.68 g/l, cholesterol 13.09 ± 3.74 mmol/l, triglycerides 3.34 ± 0.91 mmol/l, urea 1.3 ± 0.46 mmol/l, creatinine 46.54 ± 21.67 μ mol/l, ALT 5.86 ± 5.19 U/l, AST 92.79 ± 58.77 U/l, SAP 805.21 ± 240.12 U/l, CK 2752.67 ± 2075.63 U/l y GSH-px 148.75 ± 71.33 U/g Hb. In rainbow trout the average values and standard curvature of the studied variables were: total proteins 39.45 ± 4.89 g/l, albumin 9.12 ± 5.08 g/l, cholesterol 14.39 ± 2.03 mmol/l, triglycerides 6.56 ± 2.37 mmol/l, urea 1.22 ± 0.28 mmol/l, creatinine 27.56 ± 25.34 μ mol/l, ALT 5.54 ± 4.68 U/l, AST 180.94 ± 138.91 U/l, SAP 860.21 ± 311.36 U/l, CK 6416.38 ± 5691.21 U/l y GSH-px 106.95 ± 36.60 U/g Hb.

Comparing among these 2 species, there were differences statistically significant ($p < 0,05$) in the following variables : albumin, AST, CK, Creatinine and triglycerides. The values of CK, and AST varied a lot among piscicultures and among species probably on account of muscular damage during the blood extraction. It can be concluded that the values obtained are similar to those used for Salmon in culture in phase of fattening in the sea and these can contribute as information upon the biochemistry variables of the Salmon of culture in the phase of fresh water.

Key words: blood biochemistry, Atlantic Salmon, Rainbow trout, fresh water

5. INTRODUCCION

En Chile se cultivan varias especies de salmonídeos, la primera en ser introducida fue el salmón Coho *Oncorhynchus kisutch* debido a su buena adaptabilidad al cultivo en jaulas, y en el año 1987 se introdujo el salmón Atlántico *Salmo salar*. Además se cultiva la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss*, el salmón Chinook o Rey *Oncorhynchus tshawytscha* y el salmón Cereza *Oncorhynchus masou* (Folsom y col., 1992). El presente estudio se realizó en salmón atlántico y trucha arcoiris.

Con la llegada de las primeras ovas a nuestro país, se han introducido diversas enfermedades exóticas que afectan principalmente a las especies salmonídeas y que eventualmente pueden traspasarse a la ictiofauna local. En la actualidad se reconoce la introducción de enfermedades bacterianas, virales y parasitarias no sólo a través de la importación de ovas, sino también a través de la introducción directa de especies salmonídeas ajenas a nuestro ecosistema. De estas enfermedades, las bacterianas aparecen como las más agresivas a los salmonídeos y eventualmente a la ictiofauna nativa¹.

A medida que aumenta la producción de salmónes, han aparecido nuevas enfermedades, dejando en evidencia que en nuestro país existe una relación directa entre la intensidad de producción de salmonídeos y el de enfermedades. Por ejemplo, mientras el nivel de producción del salmón coho en 1987 no superaba las 20.000 toneladas, la única enfermedad existente era BKD; sin embargo, en 1993 cuando el nivel de producción había superado las 60.000 toneladas (entre trucha, coho y salmón atlántico), las enfermedades registradas aumentaron en cuatro (Caligidiasis, SRS, ERM y Leucemia del salmón). De la misma manera, en 1997 el nivel de producción había crecido en 8 veces y el número de enfermedades en nueve¹.

En medicina humana y veterinaria, los perfiles bioquímicos de analítica sanguínea se solicitan muy frecuentemente e informan al médico del diagnóstico, la evolución de la enfermedad y la utilidad del tratamiento. Además estos parámetros informan sobre el estado y la función de órganos como el hígado, riñón, páncreas y corazón, entre otros².

¹ [www.terram.cl/Documentos Terram/Registro de Problemas Públicos/RPP-1La ineficiencia de la Salmonicultura en Chile](http://www.terram.cl/Documentos_Terram/Registro_de_Problemas_Públicos/RPP-1La_ineficiencia_de_la_Salmonicultura_en_Chile)

² www.cathlab.com.ar/articulos/arti03_04-08.htm

Es necesario considerar que para realizar un diagnóstico en peces no basta con analizar sólo un individuo, sino que por el contrario, debe considerarse una muestra representativa de la población de peces. Así la información obtenida de esta muestra puede extrapolarse a la población de la cual provienen (Blaxhall y Daisley, 1973; Mullen y col., 1980)

Dentro de la ictiopatología, la exploración sanguínea constituye una herramienta adicional como medio de mejoramiento del diagnóstico y pronóstico de una enfermedad dentro de una población de peces. La interpretación de los análisis revela en los peces el estado de nutrición, sanitario y las variaciones sufridas durante un estado patológico (Messenger y Aldrin, 1980).

En el perfil bioquímico los de peces los substratos que se analizan frecuentemente son las proteínas totales, la fracción de albúminas y los lípidos (colesterol y triglicéridos). Las proteínas son esenciales para el mantenimiento, crecimiento, renovación y reemplazo de los tejidos, además de servir como fuente de energía en el metabolismo (Roberts, 1981). La deficiencia de proteínas produce retardo del crecimiento, escaso desarrollo de huesos y cartílagos, caracterizados por distrofia de las epífisis y osteoporosis de la matriz ósea, entre muchas otras alteraciones (Halver, 1972). Por otra parte, un exceso de proteínas puede retardar el crecimiento, ya que se gasta energía en la eliminación de los restos de nitrógeno, sin embargo en los peces este gasto es bajo ya que parte del nitrógeno es eliminado por las branquias (Halver, 1972).

Las funciones de las proteínas son muchas y variadas, pero las más importantes son las referidas al mantenimiento de la presión oncótica en el plasma, el transporte de sustancias a través del cuerpo (por ejemplo, la ferritina y la ceruloplasmina), la inmunidad humoral, la acción tampón y la regulación enzimática. Su determinación está indicada cuando se sospecha de un proceso intestinal, renal y/o hepático o de una hemorragia (Davidson y Lumsden., 2000).

Las proteínas circulantes se sintetizan en forma predominante en el hígado, aunque también contribuyen en su producción las células plasmáticas. Cuantitativamente la proteína más importante es la albúmina (30-50% de la concentración total de proteínas séricas), al resto se les conoce como globulinas (Kaneko, 1997).

La albúmina es la proteína de mayor concentración en el plasma y transporta muchas moléculas pequeñas en la sangre (como bilirrubina, calcio, progesterona y drogas). Es de vital para el mantenimiento de la presión oncótica de la sangre (es decir, evitar la fuga de líquidos a los tejidos). Esto se debe a que, a diferencia de las moléculas pequeñas como el sodio y cloro, la concentración de albúmina en la sangre es mucho mayor que en los tejidos extracelulares³.

Dado que la albúmina se sintetiza en el hígado, la disminución de la albúmina sérica puede ser producto de una enfermedad hepática, pero también puede ser resultado de una enfermedad renal que permite que la albúmina se escape por la orina. La disminución de la albúmina también tiene su explicación en una dieta baja en proteínas³.

En los peces la albúmina sérica puede disminuir sus niveles en enfermedad hepática (Casillas y col., 1986), lo cual también afecta al calcio, esto probablemente por que la albúmina actúa como transportador del calcio sérico (Wortsman y Traycoff, 1980).

La hipoproteïnemia (disminución de albúminas y globulinas) en peces es indicativa de desnutrición, baja síntesis hepática y por pérdida o degradación en infecciones (LPCV, 2004). La deficiencia de proteínas en salmonídeos es usualmente debida a deficiencia de uno o más aminoácidos esenciales, el primer signo es usualmente reducción del crecimiento, esto redundando en un mal funcionamiento hepático, mala hematopoyesis y mala función endocrina (Stoskopf, 1992).

En cuanto a las proteínas totales, en los peces en general sus niveles también pueden estar disminuidos debido a daño renal, inanición, daño hepático (Casillas y col., 1986) y septicemia, tal como ocurre en la infección por *Aeromonas* (Evenberg y col., 1986).

Con respecto a los lípidos, el colesterol es el esteroide más común en los tejidos corporales y actúa como precursor de la síntesis de hormonas esteroidales y de sales biliares y es también el principal componente estructural de las membranas celulares y de las vainas de mielina. La mayor parte del colesterol se sintetiza en el hígado, el resto procede de la dieta. El colesterol excedente se excreta a través de la bilis (Davidson y Lumsden., 2000).

³ <http://pcs.adam.com/ency/article/003480.htm>.

El colesterol en los peces participa como catalizador a nivel hepático (Bruno, 1986). Heming y Paleczny (1987) demostraron que en la trucha salvelino *Salvelinus fontinalis* la concentración plasmática de colesterol está asociada a la alimentación, ya que en peces en ayuno se verificó un descenso a nivel plasmático, sumado a una baja de peso. Puede observarse un incremento marginal en la concentración de colesterol en las muestras extraídas en el periodo postprandial cuando se comparan con muestras obtenidas en ayuno. Este incremento no suele rebasar el intervalo de referencia para la especie (Watson y Barrie, 1993).

En perros y gatos, la hipercolesterolemia está asociada con más frecuencia a enfermedades endocrinas (diabetes mellitus, hipotiroidismo e hiperadrenocorticismos), en todas estas alteraciones endocrinas puede haber un incremento simultáneo en la concentración sérica de triglicéridos (Barrie y col., 1993). También puede observarse hipercolesterolemia en casos de enfermedades colestáticas y de glomerulonefritis (Ford, 1977).

En animales domésticos la hipocolesterolemia está asociada a enteropatías con pérdida de proteínas, también se ha observado hipocolesterolemia en casos de insuficiencia hepática grave (en los que existe un marcado incremento en el nivel de ácidos biliares) y aparece con frecuencia en perros con cirrosis y anomalías portosistémicas (Center, 1989).

Los triglicéridos son los lípidos más abundantes del organismo y su almacenamiento en el tejido adiposo supone una reserva especial de energía química para las necesidades de los tejidos. Proceden de la dieta y de la síntesis en el hígado (Davidson y Lumsden., 2000). En cuanto a los triglicéridos su cambio puede ser hacia el aumento o disminución, siendo ambos indicadores de alteración (Wittwer y Böhmwald, 1983). El descenso en los triglicéridos no está relacionado a una enfermedad específica, aunque ha sido descrito en varios casos de insuficiencia hepática aguda y crónica (Ford, 1977). La concentración de triglicéridos en el plasma puede ser medida y se esperaría un aumento posterior a la ingesta de una dieta rica en lípidos, lo cual indicaría un buen desempeño del páncreas exocrino (Kaneko, 1997).

Dentro de los compuestos nitrogenados no proteicos (NNP), se encuentra la urea y creatinina (LPCV, 2004). La urea en peces aumenta por daño en hígado y branquias y disminuye en daño renal (LPCV, 2004). El consumo de proteína y el catabolismo de aminoácidos produce amonio, además de dióxido de carbono y agua. El catabolismo de purinas y argininas produce urea. La excreción del amonio y urea conlleva a la pérdida de material combustible por parte del pez. La mayor parte de esta pérdida de nitrógeno ocurre por la excreción a través de las branquias en forma de amonio, con alguna pérdida por parte de los riñones como urea y amonio⁴.

⁴ www.uanl.mx/publicaciones/acuicultura/acuícola III/pdfs/2.pdf.

La urea en peces es producida a nivel hepático y pasa rápidamente a todos los tejidos del organismo. Su aumento en sangre es un indicador de enfermedad hepática o alteración de las branquias y no necesariamente es indicadora de enfermedad renal (Stoskopf, 1992).

La creatinina en peces al igual que en mamíferos es producida a nivel muscular y excretada a nivel renal (LPVC, 2004). El examen de creatinina en suero mide la cantidad de creatinina en la sangre. La creatinina es un producto de la degradación de la creatina, la cual es un elemento importante constitutivo del músculo y es utilizada comúnmente para medir la tasa de filtración glomerular⁵. La creatinina es mejor indicador que la urea de enfermedad renal, ya que es eliminada mediante filtración glomerular (Lagler y col.,1977).

Las enzimas indicadoras de daño hepático en peces son: alanino amino transferasa (ALT) la cual aumenta en necrosis hepática, aspartato amino transferasa (AST) y glutamato deshidrogenasa (GLDH) la que es indicadora de daño celular a nivel de hepatocito (LPCV, 2004). Las transaminasas son enzimas que intervienen en la síntesis y degradación de aminoácidos actuando sobre la transferencia de grupos amino a cetoácidos. La ALT también conocida como transaminasa glutámico-pirúvica, GPT y SGPT, utiliza a la alanina como sustrato y se ubica básicamente en el citoplasma de las células hepáticas, por lo que su aumento es indicativo de alteración hepática⁶.

La AST también conocida como transaminasa glutámico-oxalacética, GOT y SGOT, utiliza aspartato como sustrato, se encuentra localizada además del citoplasma y las mitocondrias de las células hepáticas, en la célula cardíaca, tejido muscular esquelético, en el riñón, y en menor grado en otros tejidos⁶.

Al existir daño hepático se produce un incremento de ambas a nivel plasmático. Sin embargo, el nivel de estas enzimas no es tan elevado en enfermedades crónicas del hígado (Casillas y col., 1986). Cuando existe daño hepático, el aumento de ALT es mayor al de AST. Si se produce un aumento más marcado de AST, puede ser debido a una alteración muscular, una falla cardíaca o una enfermedad renal. También un aumento sostenido en el tiempo de AST, puede corresponder a una enfermedad de origen vírico⁶.

⁵ www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanishlency/artihe/003475.htm-35k

⁶ www.diagnosticoveterinario.com/Clinica%20Medica/transaminasa.htm.

La fosfatasa alcalina (FA) es una enzima que se encuentra en todos los tejidos. Los tejidos en que su concentración es muy alta son, el hígado, los conductos biliares y las células óseas. Hay una gran variedad de enzimas de fosfatasa alcalina llamadas isoenzimas, con estructuras un poco diferentes que se encuentran en distintos tejidos (por ejemplo, las isoenzimas de fosfatasa alcalina óseas y del hígado poseen diferentes estructuras y pueden ser cuantificadas en forma separada en el laboratorio). Puesto que los tejidos enfermos o deteriorados liberan enzimas en la sangre, las mediciones de fosfatasa alcalina en suero pueden diferenciar la enfermedad ósea de la hepática. No obstante, la fosfatasa alcalina en suero también se eleva en algunas circunstancias normales (por ejemplo, durante el crecimiento normal del hueso) o como respuesta a diversas drogas⁷.

En mamíferos la fosfatasa alcalina se emplea para medir procesos obstructivos del sistema hepatobiliar y también se incrementa frente a patologías óseas (Wittwer y Böhmwald, 1983). Sin embargo en peces la fosfatasa alcalina es indicadora de daño renal, sus valores también aumentan en alta salinidad del agua (LPCV, 2004).

En especies menores (perro y gato), las enzimas indicadoras de daño a nivel muscular son la creatinquinasa (CK) y la AST (Davidson y Lumsden., 2000). En perros y gatos, la determinación de la actividad de la CK sérica está indicada cuando se sospecha de una enfermedad muscular o cuando entre los signos clínicos aparece una debilidad generalizada, es un indicador sensible de daño muscular pero tiene baja especificidad como indicador de la enfermedad causante del proceso (Davidson y Lumsden., 2000). La CK aumenta en el plasma frente a lesiones de tipo muscular (Wittwer y Böhmwald, 1983). Se ha encontrado en salmonídeos que por daño muscular debido a *Aeromonas* aumenta la CK (LPCV, 2004).

Los bajos niveles de selenio plasmático son indicadores de una deficiencia nutricional. En salmón atlántico se asocia a bajo crecimiento y disminución en el plasma de la actividad de glutatión peroxidasa (GSH-px) y si esta deficiencia se asocia a falta de vitamina E provoca una distrofia muscular nutricional (Lovell, 1998).

Tomando en cuenta la importancia de establecer los valores bioquímicos en la detección y manejo de las enfermedades en peces de cultivo, se estudiaron los valores plasmáticos en salmón atlántico y trucha arcoiris de cultivo en etapa de agua dulce en 3 pisciculturas del sur de Chile, por la utilidad que pueda prestar su manejo y/o utilización.

⁷ www.pcs.adam.com/ency/article/003470.htm.

Si embargo, es de gran importancia considerar que hay gran variabilidad en los parámetros que se pueden obtener, debido a la capacidad de los peces de reaccionar frente

a los diversos estímulos del ambiente, tales como: alimentación, manejo, estrés, tipo de ambiente acuático, etc. Lo cual provoca un amplio rango de variación de los constituyentes sanguíneos (Mullen y col., 1980).

Por lo anteriormente expuesto la hipótesis es que los resultados de algunas variables bioquímicas, oscilarán dentro de una misma especie, y dentro de peces cultivados bajo condiciones similares y diferentes de ambiente acuático.

6. MATERIAL Y METODO

6.1 MATERIAL

Para el presente trabajo se analizaron peces de las especies Salmón atlántico *Salmo salar* y Trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* en su fase de agua dulce, previo a su smoltificación, clínicamente sanos, sin diferenciación de sexo, menores de un año de edad y entre 20 a 80 g de peso vivo.

Entre los meses de agosto y septiembre del año 2003 se obtuvieron un total de 192 muestras de sangre, correspondientes a las especies Salmón Atlántico, n = 96 y Trucha Arcoíris, n = 96, desde 3 pisciculturas del sur de Chile. Una de la comuna de Villarrica y dos de la comuna de Lago Ranco.

6.2 METODO

6.2.1 Obtención de muestras

Las muestras de peces se obtuvieron al azar directamente en las pisciculturas, previa captura de los peces mediante una red desde los estanques de cultivo. Con dicho objeto los peces fueron depositados en un balde con agua donde se adicionó el anestésico "BZ-20" *(Paraaminobenzoato de sodio), en una concentración de 50ppm.

Para obtener las muestras de sangre se emplearon jeringas de 1 ml con agujas de 23G, puncionándose la vena caudal detrás de la aleta anal en la línea medio ventral. El volumen de sangre obtenida de cada pez fue de 0,3 a 0,8 ml. La sangre fue inmediatamente transferida a microtubos heparinizados con 0,02 ml de una solución de heparina sódica de 1000 U/ml.

Los tubos debidamente rotulados fueron transportados en cajas de aislamiento térmico, a una temperatura de 5° a 15°C al Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Austral de Chile para ser analizados.

*Veterquímica, camino a Melipilla #5641, Santiago Chile.

Una vez en el laboratorio las muestras fueron procesadas dentro de las 48h posteriores a su obtención. Se preparó un hemolizado de 0,02 ml de sangre con 0,8 ml de hemolizante (Randox R) para la determinación de GSH-px. Posteriormente la sangre se centrifugó a 2000 rpm durante 15 minutos para la obtención de plasma. El plasma de dos peces se colocó en un microtubo a objeto de lograr un volumen mínimo necesario por muestra para análisis posteriores. Mediante este procedimiento se obtuvo un total de 96 muestras, 48 provenientes de salmón atlántico y 48 provenientes de trucha arcoíris, que se almacenaron en microtubos plásticos en un volumen mínimo de 0,3 ml.

6.2.2 Análisis de laboratorio

En las muestras de plasma se determinaron los siguientes metabolitos: Proteínas totales, Albúmina, Colesterol, Triglicéridos, Urea, Creatinina, Alanino amino transferasa (ALT), Aspartato amino transferasa (AST), Fosfatasa alcalina (SAP), Creatinquinasa (CK) y Glutación peroxidasa (GSH-px) utilizando un auto analizador Cobas Mira Plus de Roche.

TABLA N° 1: Variables sanguíneas determinadas, unidades, metodología empleada y reactivos utilizados en muestras de plasma de s. atlántico *Salmo salar* y t. arcoiris *Oncorhynchus mykiss* de tres pisciculturas en fase de agua dulce.

VARIABLE	UNIDAD	METODO	REACTIVO
Proteínas totales	g/l	Reacción de Biuret	BIO MERIEUX Art 61602
Albúmina	g/l	Verdebromocresol	ROCHE Art 1442201
Colesterol	mmol/l	Método CHOD-PAP	ROCHE Art 1489437
Triglicéridos	mmol/l	Test enzimático colorim.	ROCHE Art 206648
Urea	mmol/l	Test UV cinético	ROCHE Art 1489364
Creatinina	umol/l	Método de jaffé	ROCHE Art 1489291
A.L.T. EC 2.6.1.2.	U/l a 37°C	IFCC	ROCHE Art 1442520
A.S.T. EC 2.6.1.1.	U/l a 37°C	IFCC	ROCHE Art 1442708
S.A.P. EC 3.1.3.1.	U/l a 37°C	IFCC	ROCHE Art 1442228
CK-NAC EC 2.7.3.2.	U/l a 37°C	IFCC	ROCHE Art 1442376
GSH-Px	U/g Hb	U.V. enzimático	Ransel-Randox Art RS506

6.2.3 Análisis de datos

Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva utilizando una planilla Excel. Se determinó para cada variable la media, mediana, desviación estándar y el rango por variable y por especie. Para el análisis dentro de las pisciculturas se determinó la media y la desviación estándar. Posteriormente se realizó un análisis de varianza para establecer la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas entre las pisciculturas para cada especie y diferencias entre especies..

7. RESULTADOS

Los valores de los parámetros bioquímicos de salmonídeos de cultivo en fase de agua dulce determinados en este estudio en el periodo anteriormente señalado se presentan a continuación en las tablas N °2 a N °5.

TABLA N°2: Rango, media, desviación estándar y mediana de proteínas totales, albúmina, colesterol, triglicéridos, urea, creatinina, alanino aminotransferasa (ALT), aspartato aminotransferasa (AST), fosfatasa alcalina (SAP), creatinquinasa (CK) y glutatión peroxidasa (GSH-px) en Salmón atlántico *Salmo salar* en su fase de agua dulce en 3 pisciculturas del sur de Chile.

PARAMETROS	MEDIDA	RANGO	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIANA
PROT. TOT.	g/l	20-48	37.47	4.89	37
ALBUMINA	g/l	1-14	4.98	3.68	4
COLESTEROL	mmol/l	8.36-19.37	13.09	3.74	12.26
TRIGLICÉRIDOS	mmol/l	2-5.46	3.34	0.91	3.04
UREA	mmol/l	0.42-2.33	1.30	0.46	1.22
CREATININA	umol/l	12-103	46.54	21.67	45.5
A.L.T.	U/l	1-26	5.86	5.19	4
A.S.T.	U/l	7 -226	92.79	58.77	77
S.A.P.	U/l	70-1350	805.21	240.12	800
C.K.	U/l	430-10600	2752.67	2075.63	2250
GSH- px	U/g Hb	18-338	148.75	71.33	142.5

Se observa en la tabla que las variaciones más importantes de los parámetros bioquímicos en salmón atlántico fueron para la albúmina con un rango de 1 a 14 g/l, creatinina con un rango de 12 a 103 umol/l, ALT con un rango de 1 a 26 U/l, AST con un rango de 7 a 226 U/l, SAP con un rango de 70 a 1350 U/l, CK con un rango de 430 a 10600 U/l y GSH-px con un rango de 18 a 338 U/g Hb.

TABLA N°3: Rango, media, desviación estándar y mediana de proteínas totales, albúmina, colesterol, triglicéridos, urea, creatinina, alanino aminotransferasa (ALT), aspartato aminotransferasa (AST), fosfatasa alcalina (SAP), creatinquinasa (CK) y glutatión peroxidasa (GSH-px) en trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* en su fase de agua dulce en 2 pisciculturas del sur de Chile.

PARAMETROS	MEDIDA	RANGO	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIANA
PROT. TOT.	g/l	29-48	39.45	4.89	39
ALBUMINA	g/l	1-17	9.12	5.08	9
COLESTEROL	mmol/l	10.7-18.78	14.39	2.03	14.24
TRIGLICÉRIDOS	mmol/l	2.66-10.8	6.56	2.37	6.05
UREA	mmol/l	0.69-2.1	1.22	0.28	1.22
CREATININA	umol/l	1-89	27.56	25.34	15
A.L.T.	U/l	1-32	5.54	4.68	5
A.S.T.	U/l	13-806	180.94	138.91	167.5
S.A.P.	U/l	310-1580	860.21	311.36	870
C.K.	U/l	550-29170	6416.38	5691.21	5280
GSH- px	U/g Hb	28-185	106.95	36.60	106

Se observa en la tabla que las variaciones más importantes de los parámetros bioquímicos en la trucha arcoíris estuvieron dados por la albúmina que tuvo variación con un rango de 1 a 17 g/l, triglicéridos con un rango de 2,66 a 10,8 mmol/l, creatinina con un rango de 1 a 89 umol/l, ALT con un rango de 1 a 32 U/l, AST con un rango de 13 a 806 U/l, SAP con un rango de 310 a 1.580 U/l, CK con un rango de 550 a 29.170 U/l y GSH-px con un rango de 28 a 185 U/g Hb.

Al realizar el análisis estadístico comparativo de los valores de los parámetros obtenidos para las dos especies en estudio, se observa que: en el caso de las proteínas totales, colesterol, urea, ALT, SAP y GSH-px no hay diferencias significativas. En cuanto a los valores de albúmina, triglicéridos, AST y CK se observaron diferencias estadísticamente significativas, siendo las truchas las que tuvieron los valores más altos para estas variables, en el caso de la creatinina también existieron diferencias significativas con valores más altos para los salmones del atlántico.

TABLA N°4: Media y desviación estándar de proteínas totales, albúmina, colesterol, triglicéridos, urea, creatinina, alanino aminotransferasa (ALT), aspartato aminotransferasa (AST), fosfatasa alcalina (SAP), creatinquinasa (CK) y glutatión peroxidasa (GSH-px) en s. atlántico *Salmo salar* en su fase de agua dulce en las pisciculturas de Iculpe y Curileufu en Lago Ranco y Los Chilcos en Pucón.

PARAMETROS	medida	media Iculpe	Desv.est Iculpe	media Los Chilcos	Desv. est Los Chilcos	media Curileufu	Desv. est Curileufu
PROT. TOT.	g/l	37.28	2.61	33.2	6.16	42.2	3.94
ALBÚMINA	g/l	4.76	3.83	3	1.94	7.2	3.61
COLESTEROL	mmol/l	9.96	1.32	15.56	2.01	17.58	1.8
TRIGLICÉRIDOS	mmol/l	2.68	0.36	4.43	0.75	3.57	0.61
UREA	mmol/l	1.06	0.32	1.8	0.35	1.3	0.42
CREATININA	umol/l	50.24	24.62	55.08	13.79	28.82	8.7
A.L.T.	U/l	5.67	6.33	5.58	5.2	6.55	2.34
A.S.T.	U/l	80.56	40.31	59.73	45.46	153.64	65.38
S.A.P.	U/l	760.8	279.12	824.17	160.88	885.45	207.57
C.K.	U/l	2128.33	1771.4	2331	1636.75	4498.18	2205.28
GSH- px	U/g Hb	145.3	53.63	152.2	88.54		

Al realizar el análisis estadístico comparativo de los valores obtenidos para las tres pisciculturas, se observa que en el caso de las proteínas totales, albúmina, colesterol, triglicéridos, urea, creatinina, AST y CK hubo diferencias significativas entre las pisciculturas. En cuanto a los valores de ALT, SAP y (GSH-px) no existieron diferencias estadísticamente significativas.

TABLA N°5: Media y desviación estándar de proteínas totales, albúmina, colesterol, triglicéridos, urea, creatinina, alanino aminotransferasa (ALT), aspartato aminotransferasa (AST), fosfatasa alcalina (SAP), creatinquinasa (CK) y glutatión peroxidasa (GSH-px) en t. arcoiris *Oncorhynchus mykiss* en su fase de agua dulce en las pisciculturas de Iculpe y Curileufu en Lago Ranco.

PARAMETROS	medida	media Iculpe	Desv.est Iculpe	media Curileufu	Desv. est Curileufu
PROT. TOT.	g/l	36.21	3.56	42.83	3.65
ALBÚMINA	g/l	4.89	3.45	12.43	3.4
COLESTEROL	mmol/l	13.72	1.85	15.10	2.01
TRIGLICÉRIDOS	mmol/l	8.57	1.38	4.47	0.91
UREA	mmol/l	1.37	0.25	1.07	0.23
CREATININA	umol/l	44.60	24.61	9.04	4.71
A.L.T.	U/l	6.20	6.22	4.83	1.85
A.S.T.	U/l	104.4	88.78	264.13	136.86
S.A.P.	U/l	1092	210.81	608.26	176.68
C.K.	U/l	3173.75	2742.97	9800	6034.78
GSH- px	U/g Hb	120.8	44.88	93.1	19.68

Al realizar el análisis estadístico comparativo de los valores obtenidos para las dos pisciculturas, se observa que en el caso de las proteínas totales, albúmina, colesterol, triglicéridos, urea, creatinina, AST SAP y CK hubo diferencias significativas entre las pisciculturas. En cuanto a los valores ALT y (GSH-px) no existieron diferencias estadísticamente significativas.

8. DISCUSION

Este trabajo es uno de los primeros que aborda el tema de la bioquímica sanguínea en salmonídeos en fase de agua dulce en el sur de Chile, ya que la escasa información existente sobre perfiles bioquímicos de estas especies se ha obtenido de salmonídeos en la fase de engorda, por lo cual la información de literatura recopilada se basa en la etapa de producción en agua salada.

Aunque la bioquímica sanguínea tiene limitantes en el diagnóstico de enfermedades en los peces, este estudio busca contribuir con información sobre los parámetros bioquímicos de salmón atlántico y trucha arcoiris clínicamente sanos en su fase de agua dulce, por la utilidad que esto pueda prestar en el diagnóstico, tratamiento, pronóstico y determinación del estado nutricional de los peces en cultivo intensivo.

Las proteínas plasmáticas cumplen variadas e importantes funciones metabólicas de transporte, defensa, osmolaridad, agrupándose en dos grandes categorías: las albúminas y las globulinas, además del fibrinógeno que interviene en la hemostasia (Wittwer y Böhmwald, 1986).

Los patrones sanguíneos de las proteínas en los peces varían cuantitativa y cualitativamente frente a diferentes estímulos. Dentro de los principales factores que producen variación se encuentran: sexo, edad, cambios de estación, enfermedad y tóxicos. Halver (1972), encontró que los peces que fueron sometidos a deficiencia de proteínas en la dieta sufrieron depleción de sus valores a nivel sanguíneo.

En los salmones sockeye, *Oncorhynchus nerka* los machos tienen concentraciones de proteínas más altas que las hembras, y a la vez, son más bajas en los salmones sexualmente maduros que en los inmaduros (Quereschi y col., 1971)

Los valores promedio de proteínas totales obtenidos en salmón atlántico fueron de 37,28, 33,2 y 42,2 g/l, para las pisciculturas de Iculpe (Lago Ranco), Los Chilcos (Pucón) y Curileufu (Lago Ranco) respectivamente, con un promedio por especie de 37,47 g/l. Los tres valores son estadísticamente distintos, siendo mayor para los peces en Curileufu, seguido por Iculpe y Los Chilcos (tabla N° 4).

En el caso de la trucha arcoiris los valores obtenidos fueron de 36,21 y 42,83 g/l de proteínas totales, para los peces de las pisciculturas de Iculpe y Curileufu respectivamente,

con un promedio por especie de 39,45 g/l. Son distintos estadísticamente y los valores de los peces en Curileufu son más altos (tabla N° 5) .

Al analizar los promedios entre las dos especies, se observa que no existieron diferencias estadísticas significativas en los contenidos de proteínas totales (tablas N °2 y 3). No obstante las variaciones entre pisciculturas y entre especies, los valores están totalmente dentro de los rangos que se manejan para salmonídeos, ya que un valor mayor o igual a 35g/l de proteínas totales es considerado aceptable en la evaluación nutricional de salmonídeos en agua salada (Stoskopf, 1992). Los valores encontrados en trucha arcoiris, van desde 28 a 60 g/l (Hilles, 1982; Wagner y col., 1978). Por su parte en salmón atlántico se encontró un rango de 40 a 75 g/l (Johnson y col., 1987). Los valores de referencia manejados por el Laboratorio de Patología Clínica de la Universidad Austral de Chile en proteínas totales son de 38 a 62 g/l para salmón en fase de engorda y 28 a 60 g/l para truchas (LPCV, 2004). Ordóñez (1991) realizó un estudio en el archipiélago de Chiloé para caracterizar bioquímicamente los salmones afectados por la “Septicemia rickettsial de los salmonídeos” o piscirickettsiosis (SRS) y se determinó que el grupo control tuvo valores de 43,8 g/l de proteínas. Castillo (1989) obtuvo en salmón coho, un valor promedio de 56 g/l de proteínas totales después de seis muestreos mensuales durante el periodo de engorda.

Los valores promedio de albúmina obtenidos en salmón atlántico fueron de 4,76, 3 y 7,2 g/l, para las pisciculturas de Iculpe (Lago Ranco), Los Chilcos (Pucón) y Curileufu (Lago Ranco) respectivamente, con un promedio por especie de 4,98 g/l, los valores obtenidos en Curileufu son estadísticamente iguales a Iculpe, pero distintos a los peces de Los Chilcos, y este último es estadísticamente igual a Iculpe; siendo en las pisciculturas de Curileufu e Iculpe donde los valores obtenidos fueron mayores (tabla n° 4).

En el caso de la trucha arcoiris los valores obtenidos fueron de 4,89 y 12,43 g/l de albúmina, para las pisciculturas de Iculpe y Curileufu respectivamente, con un promedio por especie de 9,12 g/l. Estos son distintos estadísticamente y los valores observados en los peces mayores en Curileufu (tabla N° 5).

Al analizar los promedios entre las dos especies, se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas, siendo mayor el contenido de albúmina en las truchas (tablas N° 2 y 3). Sin embargo estos valores son inferiores a los registrados en peces adultos. Kaneko (1989) menciona que los neonatos y animales muy jóvenes tienen concentraciones más bajas de albúmina y de globulinas debido a la escasa cantidad de inmunoglobulinas que poseen. Al adquirir inmunocompetencia las concentraciones de proteínas aumentan hasta alcanzar los niveles de adultos. En trucha arcoiris, los rangos de albúmina van desde 17 a 19 g/l (Wagner y col., 1978; Miller y col., 1983). Los valores de referencia manejados por el Laboratorio de Patología Clínica de la Universidad Austral de Chile en albúmina son de 20 a 36 g/l para salmón en fase de engorda y 17 a 29 g/l para

truchas (LPCV, 2004). Castillo (1989) obtuvo en salmón coho, un valor promedio de 24 g/l de albúmina tras seis muestreos mensuales durante el periodo de engorda.

El colesterol es el esteroide más común de los tejidos corporales y actúa como precursor de la síntesis de hormonas esteroides y sales biliares, es también el principal componente estructural de las membranas celulares y de las vainas de mielina, la mayor parte del colesterol se sintetiza en el hígado y el resto proviene de la dieta. El colesterol excedente se excreta a través de la bilis (Davidson, 2000).

En la etapa previa a la smoltificación de los peces (fase de agua dulce) su determinación cobra importancia ya que hay un aumento de este a causa de un incremento en el metabolismo basal y también debido a que es el precursor de los corticosteroides que aumentan en esta etapa (Sheridan y col., 1985).

Los valores promedio de colesterol obtenidos en salmón atlántico fueron de 9,96, 15,56 y 17,58 mmol/l, para las pisciculturas de Iculpe (Lago Ranco), los Chilcos (Pucón) y Curileufu (Lago Ranco) respectivamente, con un promedio por especie de 13,09 mmol/l. Son distintos estadísticamente, siendo los valores medidos en los peces mayores en Curileufu, seguido por los Chilcos e Iculpe (tabla N° 4).

En el caso de la trucha arcoiris los valores obtenidos fueron de 13,72 y 15,1 mmol/l de colesterol, para las pisciculturas de Iculpe y Curileufu respectivamente, con un promedio por especie de 14,39 mmol/l, son distintos estadísticamente y los valores obtenidos en los peces fueron mayores en Curileufu (tabla N° 5).

Al analizar los promedios entre las dos especies, se denota que no existieron diferencias estadísticas significativas para el colesterol (tabla N° 2 y 3). Aunque en la piscicultura de Curileufu los valores obtenidos fueron más altos, estos no son mucho mayores a los valores de otros estudios mencionados a continuación, Una de las mayores causas de hipercolesterolemia es la medición postprandial (hipercolesterolemia postprandial) en animales sanos (Davidson, 2000). Los valores de colesterol en trucha arcoiris van de 3,9 a 14,95 mmol/l (Hilles, 1982; Wagner y col., 1978). En salmón atlántico se obtuvieron rangos de 5,2 a 15,6 mmol/l (Johnson y col., 1987). Los valores de referencia manejados por el Laboratorio de Patología Clínica de la Universidad Austral de Chile en colesterol son de 4,5 a 7,7 mmol/l para salmón en fase de smolt, 4 a 15 mmol/l para salmón y truchas en fase de engorda (LPCV, 2004). En salmón coho en agua de mar se obtuvo un valor de 11,3 mmol/l de colesterol (Castillo, 1989). En un estudio realizado en salmón coho en la décima región durante el periodo de smoltificación, se realizaron tres mediciones; 15 días antes de el traspaso al mar, 1 día antes de el traspaso al mar (smolt) y un mes después, los valores promedios de colesterol encontrados fueron 6,1, 9,4 y 6,7 mmol/l, respectivamente (Mery, 1990).

De la misma forma que el colesterol, los triglicéridos también son obtenidos de la dieta y de su síntesis a nivel hepático, son los lípidos más abundantes del cuerpo y constituyen una reserva de energía para los tejidos (Davidson, 2000).

Los valores promedio de triglicéridos obtenidos en salmón atlántico fueron de 2,68, 4,43 y 3,57 mmol/l, para los peces de las pisciculturas de Iculpe (Lago Ranco), los Chilcos (Pucón) y Curileufu (Lago Ranco) respectivamente, con un promedio por especie de 3,34 mmol/l. Los valores obtenidos en los peces de Los Chilcos y Curileufu no son diferentes estadísticamente entre sí, pero existe diferencia estadísticamente significativa respecto a Iculpe, en que los valores fueron inferiores (tabla N° 4).

En el caso de la trucha arcoiris los valores obtenidos fueron de 8,57 y 4,47 mmol/l de triglicéridos, para los peces de las pisciculturas de Iculpe y Curileufu respectivamente, con un promedio por especie de 6,56 mmol/l. Son distintos estadísticamente y los valores obtenidos en los peces en Iculpe son mayores (tabla N° 5).

Al analizar los promedios entre las dos especies se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas, siendo mayor el contenido de triglicéridos en las truchas (tablas N° 2 y 3). Como en el caso del colesterol una de las causas más importantes de aumento de triglicéridos es la (hipertrigliceridemia postprandial) en animales sanos (Davidson, 2000). Las truchas tienen el hábito de comer constantemente, por lo cual es probable que el aumento de triglicéridos en plasma sea por esta causa. En salmón atlántico, se observaron valores de triglicéridos de 6,78 mmol/l (Johnson y col., 1987), lo que indicaría que los valores obtenidos están dentro de lo esperado, con excepción de las truchas de Iculpe.

Con el objeto de determinar la funcionalidad renal se midieron los valores de urea y creatinina, sin embargo a diferencia de la creatinina, la urea también es eliminada a nivel branquial (Lagler y col., 1977), por lo cual no sería el mejor indicador para verificar un daño renal en peces. Ordóñez (1991) en salmón coho no observó diferencias entre los valores de urea medidos a los grupos controles y al grupo de peces enfermos por "SRS", considerando que esta enfermedad produce una severa alteración del riñón.

Los valores promedio de urea obtenidos en salmón atlántico fueron de 1,06, 1,8 y 1,3 mmol/l, para los peces de las pisciculturas de Iculpe (Lago Ranco), los Chilcos (Pucón) y Curileufu (Lago Ranco) respectivamente, con un promedio por especie de 1,3 mmol/l, son distintos estadísticamente, siendo mayores los valores encontrados en los peces de la piscicultura de Los Chilcos y en segundo lugar Curileufu e Iculpe; en estas dos últimas pisciculturas no se observaron diferencias estadísticamente significativas (tabla N° 4).

En el caso de la trucha arcoiris los valores obtenidos fueron de 1,37 y 1,07 mmol/l de urea, para los peces de las pisciculturas de Iculpe y Curileufu respectivamente, con un promedio por especie de 1,22 mmol/l, los valores obtenidos son distintos estadísticamente y en Iculpe son mayores (tabla N° 5).

Al analizar los promedios entre las dos especies, se denota que no existieron diferencias estadísticas significativas para la urea (tablas N° 2 y 3). Sin embargo entre las pisciculturas los valores obtenidos fueron dispersos, no obstante están dentro de los rangos que se manejan para peces en agua dulce y salada. Aunque los niveles de urea plasmáticos varían según las especies, ésta es más alta en peces de agua dulce con alrededor de 1,67 mmol/l, en cambio los telósteos marinos tienen una concentración aproximada de 0,84 mmol/l. En trucha arcoiris, se observaron valores de urea de 0,58 a 0,68 mmol/l (Wagner y col., 1978). Los valores de referencia manejados por el Laboratorio de Patología Clínica de la Universidad Austral de Chile en urea son de 1 a 1,8 mmol/l para salmón en fase de engorda y 0,9 a 2,1 mmol/l para truchas (LPCV, 2004). Ordóñez (1991) obtuvo valores de 1,4 mmol/l en grupos controles del estudio de “SRS”.

La creatinina en cambio es considerada un buen indicador de la funcionalidad renal ya que está uniformemente distribuida en el plasma, y es eliminada por filtración glomerular (Lagler y col., 1977). Ordóñez en (1991) obtuvo valores paradójales de creatinina en peces enfermos de “SRS”, considerando que la enfermedad produce daño renal, esperaba un aumento en los niveles de creatinina, sin embargo ocurrió lo contrario, probablemente debido a una disminución en la síntesis muscular de creatinina a partir de creatina.

Los valores promedio de creatinina obtenidos en salmón atlántico fueron de 50,24, 55,08 y 28,82 umol/l, para los peces de las pisciculturas de Iculpe (Lago Ranco), los Chilcos (Pucón) y Curileufu (Lago ranco) respectivamente, con un promedio por especie de 46,54 umol/l. En los peces de las pisciculturas de Iculpe y los Chilcos no se observaron diferencias estadísticamente significativas, pero sí en relación a Curileufu, en que los valores obtenidos fueron menores (tabla N° 4).

En el caso de la trucha arcoiris los valores obtenidos fueron de 44,6 y 9,04 umol/l de creatinina, para los peces de las pisciculturas de Iculpe y Curileufu respectivamente, con un promedio por especie de 27,56 umol/l. Los valores obtenidos en los peces difieren estadísticamente y son mayores para la piscicultura de Iculpe (tabla N° 5). Al analizar los promedios entre las dos especies se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas, siendo mayor el contenido de creatinina en los salmones (tablas N° 2 y 3).

A pesar que existen variaciones estadísticamente significativas entre las pisciculturas y entre especies, éstas están dentro de los rangos esperables manejados por los autores ya que por ejemplo, los valores de creatinina, observados en trucha arcoiris fueron de 17,68 a 44,2 umol/l (Wagner y col., 1978). En peces telósteos los valores de creatinina usualmente

son del orden de 44,2 a 176,8 $\mu\text{mol/l}$ ya que este se eleva en especies marinas (Stoskopf, 1992). Los valores de referencia manejados por el Laboratorio de Patología Clínica de la Universidad Austral de Chile en creatinina son de 10 a 70 $\mu\text{mol/l}$ para salmón en fase de engorda y para truchas (LPCV, 2004). Los valores obtenidos por Ordóñez, (1991) fueron de 126 $\mu\text{mol/l}$ en salmón coho.

La determinación de enzimas permite establecer daño de tipo tisular. En trucha arcoiris se determinó para ALT, que su actividad preferente es a nivel hepático, seguido por el corazón y riñón (Gaudet y col., 1975).

Los valores promedio de ALT (alanino amino transferasa) obtenidos de salmón atlántico fueron de 5,67, 5,58 y 6,55 U/l, para los peces de las pisciculturas de Iculpe (Lago Ranco), los Chilcos (Pucón) y Curileufu (Lago Ranco) respectivamente, con un promedio por especie de 5,86 U/l, no presentándose diferencias estadísticamente significativas entre los peces de estas pisciculturas (tabla N° 4).

En el caso de la trucha arcoiris los valores obtenidos fueron de 6,2 y 4,83 U/l de ALT, para los peces de las pisciculturas de Iculpe y Curileufu respectivamente, con un promedio por especie de 5,54 U/l, no presentándose diferencias estadísticamente significativas en los valores obtenidos en los peces de estas pisciculturas (tabla N° 5). Tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las dos especies (tablas N° 2 y 3).

En trucha arcoiris los valores de ALT observados fueron de 7 a 12 U/l (Hilles, 1982; Wagner y col., 1978). Los valores de referencia manejados por el Laboratorio de Patología Clínica de la Universidad Austral de Chile en ALT son menos de 15 U/l para salmón en fase de engorda y menos de 30 U/l para truchas (LPCV, 2004). Los valores de ALT obtenidos por Ordóñez (1991) en salmón coho fueron de 2,4 U/l.

En el caso de AST, su actividad está ligada a células cardíacas, hepáticas, musculares y renales (Gaudet y col., 1975).

Los valores promedio de AST (aspartato amino transferasa) obtenidos en salmón atlántico fueron de 80,56, 59,73 y 153,64 U/l, para los peces de las pisciculturas de Iculpe (Lago Ranco), los Chilcos (Pucón) y Curileufu (Lago Ranco) respectivamente, con un promedio por especie de 92,79 U/l. Los valores obtenidos de AST son diferentes estadísticamente, siendo mayor en los peces de Curileufu; en segundo lugar los peces de las pisciculturas de Iculpe y Los Chilcos, entre estas dos últimas no hubo diferencias estadísticamente significativas (tabla N°4).

En el caso de la trucha arcoiris los valores obtenidos fueron de 104,4 y 264,13 U/l de AST, para los peces de las pisciculturas de Iculpe y Curileufu respectivamente, con un promedio por especie de 180,94 U/l. El contenido de AST es diferente estadísticamente entre los peces de ambas pisciculturas, siendo mayor en Curileufu (tabla N°5).

Al analizar los promedios entre las dos especies se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas, siendo mayor el contenido de AST en las truchas (tablas N° 2 y 3).

Aunque existen diferencias estadísticamente significativas con valores notoriamente más altos de AST para la piscicultura de Curileufu, descartamos que estos valores altos sean debido a alteración hepática, ya que en estos casos generalmente va acompañado de un aumento de ALT, lo que no ocurre en este caso. Estos valores más altos pueden ser atribuibles a daño muscular al momento de tomar la muestra de sangre por dificultad en el manejo de esos peces, lo que provocó que algunos sueros estuviesen hemolizados. Los valores de AST se ven aumentados en sueros hemolizados (Stoskopf, 1992). Además los valores de AST de otros autores, muestran una gran variabilidad por ejemplo en trucha arcoiris, como es el caso de Gaudet y col, (1975) que describen valores de 259 U/l, el cual es muy cercano al valor promedio más alto obtenido en este estudio en peces de Curileufu. También en trucha arcoiris, se tienen valores de 158 a 368 U/l (Hilles, 1982; Wagner y col., 1978). Los valores de referencia manejados por el Laboratorio de Patología Clínica de la Universidad Austral de Chile en AST son menos de 400 U/l para salmón en fase de engorda y para truchas (LPCV, 2004). Los valores de AST obtenidos por Ordóñez (1991) en salmón coho fueron de 106 U/l.

La fosfatasa alcalina (SAP) es indicadora de alteración renal, en peces de agua salada su aumento puede estar relacionado a un aumento en la salinidad del agua (LPCV, 2004).

Los valores promedio de SAP obtenidos en salmón atlántico fueron de 760,8, 824,17 y 885,45 U/l, para las pisciculturas de Iculpe (Lago Ranco), los Chilcos (Pucón) y Curileufu (Lago Ranco) respectivamente, con un promedio por especie de 805,21 U/l. Estadísticamente el contenido de SAP es igual para los peces de las tres pisciculturas (tabla N° 4).

En el caso de la trucha arcoiris los valores obtenidos fueron de 1.092 y 608,26 U/l de SAP, para los peces de las pisciculturas de Iculpe y Curileufu respectivamente, con un promedio por especie de 860,21 U/l. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre las pisciculturas, siendo mayor para los peces en Iculpe (tabla N° 5).

Al analizar los promedios entre las dos especies, se determinó que no existieron diferencias estadísticas significativas para la fosfatasa alcalina (tablas N° 2 y 3).

En trucha arcoiris, los valores de fosfatasa alcalina observados fueron de 50 a 200 U/l (Hilles, 1982; Miller y col.,1983). Por su parte en salmón atlántico se observaron valores de 600 a 900 U/l (Johnson y col., 1987). Los valores de referencia manejados por el Laboratorio de Patología Clínica de la Universidad Austral de Chile en SAP son menos de 4.000 U/l para salmón en fase de smolt, fase de engorda y para truchas (LPCV, 2004). Aunque hubo diferencias significativas para los valores más altos de SAP obtenidos en truchas en la piscicultura de Iculpe, se encuentran dentro de los parámetros esperados para esta especie en agua salada, por lo cual su aumento no estaría indicando la presencia de alguna patología o influencia del ambiente.

La creatinquinasa (CK) es indicadora de daño muscular y en peces éste es causado principalmente por *Aeromonas* (LPCV, 2004).

Los valores promedio de CK (creatinquinasa) obtenidos en salmón atlántico fueron de 2.128,33, 2.331 y 4.498 U/l, para los peces de las pisciculturas de Iculpe (Lago Ranco), los Chilcos (Pucón) y Curileufu (Lago Ranco) respectivamente, con un promedio por especie de 2.752,67 U/l. Los valores obtenidos para los peces en la piscicultura de Curileufu son estadísticamente diferentes a los obtenidos en las otras dos pisciculturas, entre los peces de estas últimas no existió diferencia estadísticamente significativa (tabla N° 4).

En el caso de la trucha arcoiris los valores obtenidos fueron de 3.173.75 y 9.800 U/l de CK, para los peces de las pisciculturas de Iculpe y Curileufu respectivamente, con un promedio por especie de 6416.38 U/l, existen diferencias estadísticamente significativas entre los peces, siendo mayores los valores obtenidos para la piscicultura de Curileufu (tabla N° 5).

Al analizar los promedios entre las dos especies se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas, siendo mayor el contenido de CK en las truchas (tablas N° 2 y 3).

Al igual que en el caso de AST, en la piscicultura de Curileufu tanto para truchas como para salmón atlántico, los valores de CK fueron más altos, esto probablemente debido a problemas de mal manejo en la toma de muestra de sangre de los peces de esa piscicultura.

La determinación de selenio permite pesquisar problemas de tipo nutricional. En salmón atlántico se asocia a escaso crecimiento y disminución en el plasma de la actividad de glutatión peroxidasa (GSH-px), (por lo cuál es ésta la que se determina) y si esta deficiencia se asocia a falta de vitamina E provoca una distrofia muscular nutricional (Lovell, 1998).

Los valores promedio de GSH-px (glutathion peroxidasa) obtenidos de salmón atlántico fueron de 145,3 y 152,2 U/g Hb, para los peces de las pisciculturas de Iculpe (Lago Ranco) y los Chilcos (Pucón), con un promedio por especie de 148,75 U/g Hb. Estadísticamente el valor de GSH-px es igual para los peces de ambas pisciculturas (tabla N°4).

En el caso de la trucha arcoiris los valores obtenidos fueron de 120,8 y 93,1 U/g Hb de GSH-px, para los peces de las pisciculturas de Iculpe y Curileufu respectivamente, con un promedio por especie de 106,95 U/g Hb. Estadísticamente el valor de GSH-px es igual para los peces de ambas pisciculturas (tabla N°5).

Al analizar los promedios entre las dos especies, se determinó que no existieron diferencias estadísticas significativas para GSH-px (tablas N° 2 y 3).

Es de gran importancia considerar que hay gran variabilidad individual en los parámetros que se pueden obtener, debido a la capacidad de los peces de reaccionar frente a los diversos estímulos del ambiente, tales como: alimentación, manejo, estrés, tipo de ambiente acuático, etc. Lo cual provoca un amplio rango de variación de los constituyentes sanguíneos (Mullen y col., 1980). Además cada laboratorio (o analizador particular) puede utilizar un tiempo, una temperatura y una concentración de sustratos diferentes para la determinación de un parámetro dado, por lo cual es imprescindible que la interpretación de los datos se realice con relación a los intervalos de referencia específicos establecidos.

El análisis estadístico de la gran mayoría de los parámetros analizados tuvo una variación importante dentro de la misma especie en las pisciculturas y entre especies, no obstante al realizar la comparación con los peces en fase de engorda los valores de proteínas totales, colesterol, urea, creatinina, ALT, AST y SAP medidos, estuvieron dentro de los rangos manejados para estos. Los valores de albúmina en general fueron más bajos que los peces en fase de agua salada, los valores de triglicéridos especialmente en trucha arcoiris fueron más altos y en lo que respecta a GSH-px y CK sus valores no se compararon por la escasa información. Aunque el uso de las determinaciones de la bioquímica sanguínea en los peces tiene varias limitaciones, este estudio es una contribución al área de la patología clínica de peces en la fase de cultivo en agua dulce.

9.BIBLIOGRAFÍA

BARRIE, J., T. D. G. WATSON, M. J. STEAR Y A. S. N. NASH. 1993. Plasma cholesterol and lipoprotein concentrations in the dog: the effect of age, breed, gender and endocrine disease, *Journal of Small Animal Practice*. 34: 507-512.

BLAXHALL, P. C. And K. W. DAISLEY. 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *J. Fish Biol.* 5:771-781.

BRUNO, D. W. 1986. Changes in serum parameters of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) Richardson and atlantic salmon *Salmo salar* Infected with *Renibacterium salmoninarum*. *J. of Fish Dis.* 9: 205-211.

CASILLAS, E., M. S. MYERS, L. D. RHODES, B. B. McCAIN. 1986. Serum chemistry of diseased English sole, *Parophrys vetulus* Girard, from polluted areas of Puget Sound, Washington. *J. Fish Dis.* 8:437-449.

CASTILLO, M. 1989. Contribución al estudio del perfil metabólico en el salmón coho *Oncorhynchus kisutch* de una piscicultura del sur de Chile durante el crecimiento en el mar. Tesis, M.V., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.

CENTER, S. A. 1989. Pathophysiology and laboratory diagnosis of the liver disease, en textbook of Veterinary Internal Medicine, S. J. ETTINGUER, W. B. SAUNDERS, Filadelfia, 3. a ed. 1241-1478.

DAVISON, M. G. , J. H. LUMSDEN. 2000. Manual de patología clínica de pequeños animales. Ed. Española. Harcourt, S.A. Barcelona, España.

EVENBERG, D., P. DE GRAAFF, W. FLEUREN, W. B. VAN MUISWINKEL. 1986. Blood changes in carp *Cyprinus carpio* induced by ulcerative *Aeromonas salmonicida* infections. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 12:321-330.

FOLSOM, W., D. ALTMAN, A. MANUAR, F. NIELSEN, T. REVORD, E. SAMBORN, M. WILDMAN. 1992. World salmon Culture Europe, North and South America and Pacific. Office of International Affairs, National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration. Silver Spring, Maryland.

FORD, R. B. 1977. Clinical applications of serum lipid profiles in the dog. *Gaines Veterinary Symposium*. 27: 12-16.

GAUDET, M. ; J. G. RACICOT and C. LERAY. 1975. Enzyme activities of plasma and selected tissues in rainbow trout *Salmo gairdneri* Rich. *J. Fish Biol.* 7: 505-512.

- HALVER, J. 1972. Fish nutrición. Academic Prees. New York.
- HEMING, T. A.; E. J. PALECZNY. 1987. Compositional changes in skin mucus and blood serum during starvation of trout. *Acuaculture*. 66: 265-273.
- HILLES, S. 1982. A literature review of the blood chemistry of rainbow trout *Salmo gairdneri*. J. Fish Biol. 20: 535-569.
- JONSON, C. E. GRAY, R. W., Mc LENNAN, A., and PATERSON, A. 1987. Effects of photoperiod, temperature and diet on the reconditioning response, blood chemistry and gonad maturation of atlantic salmon Kelts *Salmo salar* held in freshwater. Can. J. Fish. Acuatic Sci. 44: 702-711.
- KANEKO, J. 1997. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 5th ed., Academic Press, San Diego, California.
- LAGLER K. I.; J. E. BARDACH; R. R. MILLER, D. R. MAY PASSINO. 1977. Ictiología. A. G. T. Editor, S. A. México.
- LOVELL, T. 1998. Nutrition and feeding of fish. 2nd. ed. Kluber Academic Publishers, Alabama.
- LPCV, 2004. Valores de referencia para salmón y trucha en fase de engorda. Boletín de difusión técnica, Valdivia, Chile.
- MESSAGER, J. L.; J. F. ALDRIN. 1980. exploration sanguine en ichtyopathologie considerations practiques. *Ichthyophysiologica Acta*. 4: 84-107.
- MERY, F. Concentraciones sanguíneas de cloruro, potasio, sodio y colesterol en salmón coho *Oncorhynchus kisutch* en fase de smoltificación. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 1990.
- MILLER, W. R.,III, HENDRICKS, A. C., and CAIRNS, J., Jr. 1983 Normal ranges for diagnostically important hematological and blood chemistry characteristics of rainbow trout *Salmo gairdneri*. Can. J. Fish. Acuatic Sci. 40: 420 –425.
- MULLEN K.; B. CAMPBELL; C. WESTBY; D. KIESSER; G. HOSKINS. 1980. Clinical Hematological Methods for the Asseessment of fish Healt. Pacific Biological Station Nanaimo, B. C.
- ORDÓÑEZ, M. 1991. Estudio de las variables hematológicas y bioquímicas en salmón coho *Oncorhynchus kisutch* afectados con el “Síndrome del salmón coho”. Tesis, M.V., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.

QUERESHI, M. D. ; R. V HLEDIN, W. E. VANSTONE and P. A. ANASTASSIADIS. 1971. Levels of constituents of glicoproteins in the sera of pacific salmon. J. Fish. Res. Board Can. 28: 1173-1179.

ROBERTS, R. J. 1981. Patología de los peces. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

SHERIDAN, M. A.; N. Y. S. WOO y H. A. BERN. 1985. Changes in the rates of glycogenesis, glycogenolysis, lipogenesis and lipolysis in select tissues of the coho salmon *Oncorhynchus kisutch* associated whit parr-smolt transformation. J. Exp. Zool. 236: 35-44.

STOSKOPF, M. 1992. Fish Medicine. WBSC, Philadelphia.

WAGNER, M. C., DIEHL, S. A., and TROMB, A. M. 1978. Effects of dilution and temperature of análisis on blood serum values in rainbow trout *Salmo giardner*. J. Fish Biol. 13: 315-319

WATSON, T. D. G. Y J. BARRIE. 1993. Lipoprotein metabolism and hyperlipidaemia in the dog and cat: a review, *Journal of Small Animal Practice*, 34: 479-487.

WITTWER, F., H. BÖHMWALD. 1983. Manual de Patología Clínica Veterinaria. Central de publicaciones. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

WORTSMAN, J., R. B. TRAYCOFF. 1980. Biological activity of protein-bound Calcium in serum. *Am. J. Physiol.* 238:104-107.

ANEXO A

VALORES DE VARIABLES BIOQUÍMICAS DE SALMON ATLÁNTICO *Salmo salar* DE CULTIVO EN FASE DE AGUA DULCE OBTENIDOS EN LA PISCICULTURA DE ICULPE EN LAGO RANCO. (cada muestra equivale a 2 peces).

MUESTRA	AST	ALT	SAP	CK	CREA	UREA	COL	TRIG	PROT	ALB	GSH
1	69	9	700	1220	45	0,5	11,31	2,16	38	6	78
2	55	1	850	790	67	0,9	8,36	2,62	33	2	248
3	53		710	1090	70	1,32	8,36	2,67	36	3	103
4	86	3	970	2430	81	1,57	11,59	2,53	37	1	135
5	52	26	650	840	31	1,12	8,56	3,09	36	3	222
6	121	3	540	6470	62	0,98	8,44	2,93	36	7	166
7	167	10	560	6880	12	1,62	8,89	3,04	37	3	111
8	97	1	700	3230	60	0,98	9,15	2,99	40	10	120
9	55	5	730	1060	29	1,41	9,28	2,75	32	2	152
10	150	5	1000	1630	19	0,42	10,77	2,9	39	11	118
11	62	1	1040	1340	25	0,73	9,06	2,98	38	9	
12	34		510	430	18	0,8	8,7	3,31	33	1	
13	49	3	990	550	54	1,08	10,9	2,25	35	1	
14	77	4	1330	1500	36	1,17	9,52	2,23	36	2	
15	82	3	990	3600	47	1,07	12,51	2,53	40	1	
16	68	4	940	2200	54	1,16	12,01	2	41	2	
17	92	3	70	2220	87	0,94	8,37		39		
18	46	19	750	480	65	1,65	10,17	2,68	36	11	
19	103	1	1070	3640	90	0,84	10,35	2,28	41	9	
20	7		120		13	1,22	11,42	3,03	37	3	
21	166	3	640	4420	53				42		
22	99	4	950	1990	38	1,05	9,44	2,24	40	2	
23	54		820	910	51	0,88	10,8	2,96	35	11	
24	50	1	710	790	103	1,08	11,18	2,88	37		
25	120	10	680	1370	46				38		

VALORES DE VARIABLES BIOQUÍMICAS DE SALMON ATLÁNTICO *Salmo salar* DE CULTIVO EN FASE DE AGUA DULCE OBTENIDOS EN LAS PISCICULTURAS DE LOS CHILCOS EN PUCON. (cada muestra equivale a 2 peces).

MUESTRA	AST	ALT	SAP	CK	CREA	UREA	COL	TRIG	PROT	ALB	GSH
1	26	1	760	2380	53	1,64	14,52	2,81	34	2	184
2	37	1	1090	1870	66	1,81	16,38	4,72	38	1	145
3	28	4	770	2250	53	1,95	15,9	3,77	34	2	128
4	144	4	1060		62	1,68	14,99	5,46			186
5	55	8	950	1380	79	1,34	17,3	4,43	34		18
6	101	5	810	3940	38	2	15,75	4,15	36	1	188
7	71	4	650	2540	53	1,22	13,25	4,36	35	1	140
8	11	20	790	700	34	1,55	13,01	4,95	25	5	338
9	27	1	560	810	66						160
10	128	5	950	6120	36	2,05	17,52	4,16	20	5	35
11	29	9	810		66	2,33	19,31	5,4	35	5	
12		5	690	1320	55	2,22	13,26	4,51	41	5	

VALORES DE VARIABLES BIOQUÍMICAS DE SALMON ATLÁNTICO *Salmo salar* DE CULTIVO EN FASE DE AGUA DULCE OBTENIDOS EN LAS PISCICULTURAS DE CURILEUFU EN LAGO RANCO. (cada muestra equivale a 2 peces).

MUESTRA	AST	ALT	SAP	CK	CREA	UREA	COL	TRIG	PROT	ALB
1	138	4	670	3900	34	1,61	13,33	3,04	34	2
2	183	6	820	4050	40	0,9	16,85	3,05	40	7
3	164	4	1090	2890	25	1,41	18,63	2,81	45	9
4	7	8	1080	3990	14	0,58	18,8	4,1	48	14
5	226	11	1350	6110	15	1,29	19,37	4,2	46	10
6	196	7	900	4420	27	1,17	17,91	3,61	41	6
7	176	7	800	3100	30	1,35	19,27	4,71	43	7
8	216	3	820	3130	40	1,19	16,99	3,31	40	2
9	141	6	690	3410	26	1,28	16,5	3,63	41	6
10	65	9	800	3880	31	2,18	18,16	3,19	44	9
11	178	7	720	10600	35					

ANEXO B

VALORES DE VARIABLES BIOQUÍMICAS DE TRUCHA ARCOIRIS *Oncorhynchus mykiss* DE CULTIVO EN FASE DE AGUA DULCE OBTENIDOS EN LA PISCICULTURA DE ICULPE EN LAGO RANCO. (cada muestra equivale a 2 peces).

MUESTRA	AST	ALT	SAP	CK	CREA	UREA	COL	TRIG	PROT	ALB	GSH
1	13	3	1310	1550	43	1,29	14,03	7,55	33	1	92
2	86	4	1010	5920	68	1,11	15,84	9,22	39	5	28
3	452	14	1020		48	1,35	15,16	10,8	43	11	129
4	98	9	1320	2600	25	1,16	11,3	10,48	34		156
5	54	8	1030	1890	75	1,39	12,25	9,38	36	2	155
6	15	6	890	550	2	1,05	11,25	9,2	29		121
7	121	6	1080	12260	8	1,71	16,54	9,47	40	8	185
8	130	2	1580	5460	35	1,66	16,62	9,16	41	11	130
9	142	4	1420	4080	27	1,07	14,27	8,5	36	5	78
10	60	32	940	1200	72	1,48	12,2	8,69	33	1	134
11	35	3	910	850	38	1,31	10,7	7,46	33	1	
12	18	5	870	590	39	1,36	12,9	7,49	32		
13	101	4	970	2970	89	0,98	12,82	8,19	35	2	
14	60	8	930	1240	21	1,72	14,24	8,04	36		
15	77	4	1160	2250	81	2,1	13,54	10,04	36	1	
16	59	3	840	750	20	1,16	12,2	6,54	32		
17	196	3	1440	6800	7	1,29	16,9	9,44	38	6	
18	134	11	1170	3630	49	1,24	14,62	7,42	41	7	
19	153	5	880	1570	45	1,45	11,9	10,24	34	5	
20	169	3	1110	2310	63						
21	119	6	1140	1480	56	1,51	13,83	7,62	35	1	
22	61	2	760	1510	30	1,45	11,94	6,76	35		
23	13	8	1260	6710	32	1,24	15,94	10,71	39	6	
24	142	1	1260	5170	62	1,32	15,35	7,31	42	9	
25	102	1	1000	2830	80	1,43	12,91	5,85	37	6	

VALORES DE VARIABLES BIOQUÍMICAS DE TRUCHA ARCOIRIS *Oncorhynchus mykiss* DE CULTIVO EN FASE DE AGUA DULCE OBTENIDOS EN LA PISCICULTURA DE CURILEUFU EN LAGO RANCO. (cada muestra equivale a 2 peces).

MUESTRA	AST	ALT	SAP	CK	CREA	UREA	COL	TRIG	PROT	ALB	GSH
1	385	8	560	15620	11	0,98	16,94	5,33	48	16	117
2	208	5	870	5280	22	0,92	12,78	3,18	41	13	75
3	190	4	710	5160	13	1,27	14,19	3,67	43	10	58
4	247	5	860	6650	7	1,09	15,94	5,29	43	15	115
5	225	5	840	8470	9	1,22	17,85	6,05	46	17	108
6	275	5	860	10420	1	1,55	16,32	4,64	45	16	101
7	275	1	350	9540	13	0,98	14,53	5,05	44	10	93
8	192	4	440	6570	6	1,48	12,28	3,77	39	9	104
9	166	4	490	2950	2	0,73	12,67	2,84	36	9	72
10	214	4	390	3480	8	0,79	13,05	3,87	40	10	88
11	284	5	640	14900	8	0,97	16,96	4,12	46	16	
12	174	4	530	9560	10	1,04	13,11	3,88	41	10	
13	264	8	560	10980	15	0,87	16,09	4,31	42	10	
14	256	5	800	12610	11	1,11	15,86	4,38	45	13	
15	252	5	670	7990	7	0,78	14,64	4,2	39	9	
16	806	5	540	6890	8	1,06	16	4,73	45	14	
17	328	7	310	9710	4	0,89	12,08	2,66	36	7	
18	340	8	630	29170	15	0,69	18,78	4,73	48	16	
19	177	3	550	6120	10	1,16	16,41	5,79	45	13	
20	194	6	600	13230	7	1,2	17,5	5	47	16	
21	355	6	880	20440	11	1,19	16,92	4,78	47	17	
22	170	2	450	6520	7	1,3	13,31	5,82	38	6	
23	98	2	460	3140	3	1,31	13,03	4,78	41	14	

ANEXO C

Resultado de análisis estadísticos

1-Trucha arcoiris.

Piscicultura	AST
Iculpe	104,4b
Curileufu	264,13 a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

El contenido de AST, es diferente estadísticamente entre las dos pisciculturas para esta especie siendo mayor para Curileufu.

Piscicultura	ALT
Iculpe	6,2a
Curileufu	4,83a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

El contenido de ALT, no presenta diferencias en las dos pisciculturas.

Piscicultura	SAP
Iculpe	1000,92a
Curileufu	608,26b

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

El contenido de SAP, es diferente estadísticamente siendo mayor para Iculpe.

Piscicultura	CK
Iculpe	3173,75b
Curileufu	9800a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

El contenido de CK, presenta diferencias estadísticamente significativo siendo mayor para Curileufu.

Piscicultura	CREA
Iculpe	44,6a
Curileufu	9,0434b

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

El contenido de CREA, es distinto estadísticamente y mayor en Iculpe.

Piscicultura	UREA
Iculpe	1,37a
Curileufu	1,07b

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Son distintos estadísticamente y mayor en Iculpe.

Piscicultura	COL
Iculpe	13,7187b
Curileufu	15,0974a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Son distintos estadísticamente y mayor en Curileufu.

Piscicultura	TRIG
Iculpe	8,57a
Curileufu	4,47b

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Son distintos estadísticamente y mayor en Iculpe.

Piscicultura	PROT
Iculpe	36,21b
Curileufu	42,83a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Son distintos estadísticamente y mayor en Curileufu.

Piscicultura	ALB
Iculpe	4,888b
Curileufu	12,434aa

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Son distintos estadísticamente y mayor en Curileufu.

Piscicultura	GSH
Iculpe	120,8a
Curileufu	93,1a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Estadísticamente el contenido de GSH es igual para las dos pisciculturas.

2- Salmón atlántico.

Piscicultura	AST
Los Chilcos	59,7273b
Iculpe	80,56b
Curileufu	153,636a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Son distintos estadísticamente, siendo el mayor Curileufu y en segundo lugar Los Chilcos e Iculpe, estas dos últimas pisciculturas no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Piscicultura	ALT
Los Chilcos	5,58a
Iculpe	5,67a
Curileufu	6,55a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Estadísticamente el contenido de ALT es igual para las tres pisciculturas.

Piscicultura	SAP
Los Chilcos	824,17a
Iculpe	760,8a
Curileufu	885,45a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Estadísticamente el contenido de SAP es igual para las tres pisciculturas

Piscicultura	CK
Los Chilcos	2331b
Iculpe	2128,33b
Curileufu	4498,18a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Son distintos estadísticamente, siendo el mayor Curileufu y en segundo lugar Los Chilcos e Iculpe, estas dos últimas pisciculturas no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Piscicultura	CREA
Los Chilcos	55,0833a
Iculpe	50,24a
Curileufu	28,8182b

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Son distintos estadísticamente, siendo los mayores Los Chilcos e Iculpe, estas dos últimas pisciculturas no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Piscicultura	UREA
Los Chilcos	1,8a
Iculpe	1,06b
Curileufu	1,3b

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Son distintos estadísticamente, siendo el mayor Los Chilcos y en segundo lugar Curileufu e Iculpe, estas dos últimas pisciculturas no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Piscicultura	COL
Los Chilcos	15,5627b
Iculpe	9,9626c
Curileufu	17,581a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Son distintos estadísticamente, siendo el mayor Curileufu en segundo lugar Los Chilcos, y tercero Iculpe

Piscicultura	TRIG
Los Chilcos	4,43ab
Iculpe	2,68c
Curileufu	3,57b

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Presentan diferencias, siendo el que presenta mayor contenido de triglicéridos Los Chilcos, no siendo distinto estadísticamente a Curileufu pero si de Iculpe, esta última piscicultura es la que presenta menor contenido de triglicéridos y es distinto estadísticamente a las otras pisciculturas.

Piscicultura	PROT
Los Chilcos	33,2c
Iculpe	37,28b
Curileufu	42,2a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Las tres pisciculturas son diferentes estadísticamente siendo mayor Curileufu, luego Iculpe y por último Los Chilcos.

Piscicultura	ALB
Los Chilcos	3
Iculpe	4,761
Curileufu	7,2

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Curileufu es estadísticamente igual a Iculpe pero distinto a Los Chilcos, este último es estadísticamente igual a Iculpe, siendo Curileufu e Iculpe los Mayores.

Piscicultura	GSH
Los Chilcos	152,2
Iculpe	145,3

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Son estadísticamente iguales.

Diferencias entre especies.

ESPECIE	ALB
S. atlántico	4.975 b
T. arcoiris	7.791 a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Existen diferencias siendo mayor el contenido de ALB en las truchas.

ESPECIE	ALT
S. atlántico	5.86 a
T. arcoiris	5.54 a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre las especies.

ESPECIE	AST
S. atlántico	92.8 b
T. arcoiris	180.9 a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Existen diferencias siendo mayor el contenido de AST en las truchas.

ESPECIE	CK
S. atlántico	2752.7 b
T. arcoiris	6282.7 a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Existen diferencias siendo mayor el contenido de CK en las truchas.

ESPECIE	COL
S. atlántico	13.09 a
T. arcoiris	14.39 a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre las especies.

ESPECIE	CREA
S. atlántico	46.5 a
T. arcoiris	27.6 b

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Existen diferencias siendo mayor el contenido de CREA en los Salmones.

ESPECIE	GHS
S. atlántico	148.7 a
T. arcoiris	106.9 a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre las especies.

ESPECIE	SAP
S. atlántico	805.2 a
T. arcoiris	860.2 a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre las especies.

ESPECIE	UREA
S. atlántico	1.3 a
T. arcoiris	1.22 a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre las especies.

ESPECIE	PROT
S. atlántico	37.47 a
T. arcoiris	39.45 a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre las especies.

ESPECIE	TRIG
S. atlántico	3.34 b
T. arcoiris	6.56 a

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas, DHS 5%.

Existen diferencias estadísticamente significativas, presentando mayor contenido de TRIG las truchas.