

## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA  
ÁREA DE PESQUERÍA



**DETERMINACIÓN DE LOS SIGNOS CORPORALES  
EXTERNOS, INTERNOS E HISTOLOGÍA PANCREÁTICA  
EN ALEVINOS DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus  
mykiss*)**

**TESIS**

PRESENTADO POR:  
**Br. ROSY EDITH CHIPANA LIPA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PUNO – PERÚ**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**

**DETERMINACIÓN DE LOS SIGNOS CORPORALES EXTERNOS, INTERNOS E  
HISTOLOGÍA PANCREÁTICA EN ALEVINOS DE TRUCHA ARCO IRIS  
(*Oncorhynchus mykiss*)**

**TESIS PRESENTADO POR:**

**Br. ROSY EDITH CHIPANA LIPA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE:**

  
-----  
**Ph.D. SABINO ATENCIO LIMACHI**

**PRIMER MIEMBRO:**

  
-----  
**M.Sc. EDWIN ORNA RIVAS**

**SEGUNDO MIEMBRO:**

  
-----  
**Mg. JUAN JOSÉ PAURO ROQUE**

**DIRECTOR:**

  
-----  
**M.Sc. BELISARIO MANTILLA MENDOZA**

**ASESOR:**

  
-----  
**Dr. LUIS OLIVERA MAROCHO**

**PUNO – PERÚ  
2014**

ÁREA: Pesquería  
TEMA: Biotecnología

## DEDICATORIA

*A ti DIOS que me diste la  
oportunidad de vivir y brindarme  
una familia maravillosa.*

*Con mucho cariño, eterna gratitud y  
reconocimiento a mis padres  
LEONARDO CHIPANA APAZA y  
TOMASA LIPA CHURA por darme  
una carrera para mi futuro por su  
paciencia, comprensión y su infatigable  
esfuerzo durante el desarrollo de mi  
formación profesional.*

*A mis hermanas LIZBETH Y  
YESSICA gracias por estar  
conmigo y apoyarme siempre, los  
quiero mucho.*

*A ADOLFO y a mis hijos DYLAN y  
ZAHIR que son la fuerza y motor de mi  
vida para seguir adelante.*

*ROSY*

## AGRADECIMIENTO

A nuestra alma mater “UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO” a la FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, pilar fundamental del desarrollo intelectual, moral y ético; en especial a los docentes del ÁREA DE PESQUERÍA; por su labor incansable de educadores y por impartir su enseñanza sabiamente durante mis años de estudio.

- Al M.Sc. BELISARIO MANTILLA MENDOZA, por su acertada orientación en la realización del presente trabajo.
- Al Dr. LUIS OLIVERA MAROCHO, quien con su dinamismo impartiendo conocimientos contribuyo en mi aprendizaje y por brindarme su apoyo.
- A mis jurados Ph.D. SABINO ATENCIO LIMACHI, M.Sc. EDWIN ORNA RIVAS y Mg. JUAN JOSE PAURO ROQUE, por sus acertadas observaciones y guías que permitieron lograr la culminación del presente trabajo.
- Al técnico de laboratorio de histología sr. HERMOGENES MAMANI Q. por su incansable labor.
- Al director del CIPP- Chucuito, por su colaboración, a los técnicos sr. ADRIAN ARUQUIPA M. y sr. ROGELIO CRUZ A.
- A los productores de C.P. Cachipucara Sr. GUIDO CRUZ V. y sr. JHONNY RAMIREZ R.
- A los productores de Arapa SAC Lic. YURI YUCRA U.
- A toda mi familia, amigos y demás personas que de una u otra manera brindaron su apoyo para la finalización de este proyecto.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
<b>CAPÍTULO II</b>	
2.1. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1.1. Trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	14
a. Generalidades.....	14
b. Clasificación taxonómica.....	15
c. Biología.....	16
d. Producción de truchas en la Región Puno.....	19
e. Manifestaciones clínicas.....	20
f. Exoftalmia.....	23
g. Escoliosis y lordosis.....	24
h. Páncreas endocrino.....	25
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	27
<b>CAPÍTULO III</b>	
3.1. MATERIALES.....	30
3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.1.1. Determinar los signos corporales externos e internos de alevinos de trucha arco iris .....	32



3.1.2. Evaluar la histología pancreática en alevinos de trucha arco

iris ..... 35

**CAPÍTULO IV**

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO..... 38

**CAPÍTULO V**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 40

5.1. Determinar los signos corporales externos e internos de alevinos

de trucha arco iris ..... 40

5.2. Evaluar la histología pancreática en alevinos de trucha arco

iris ..... 52

CONCLUSIONES..... 62

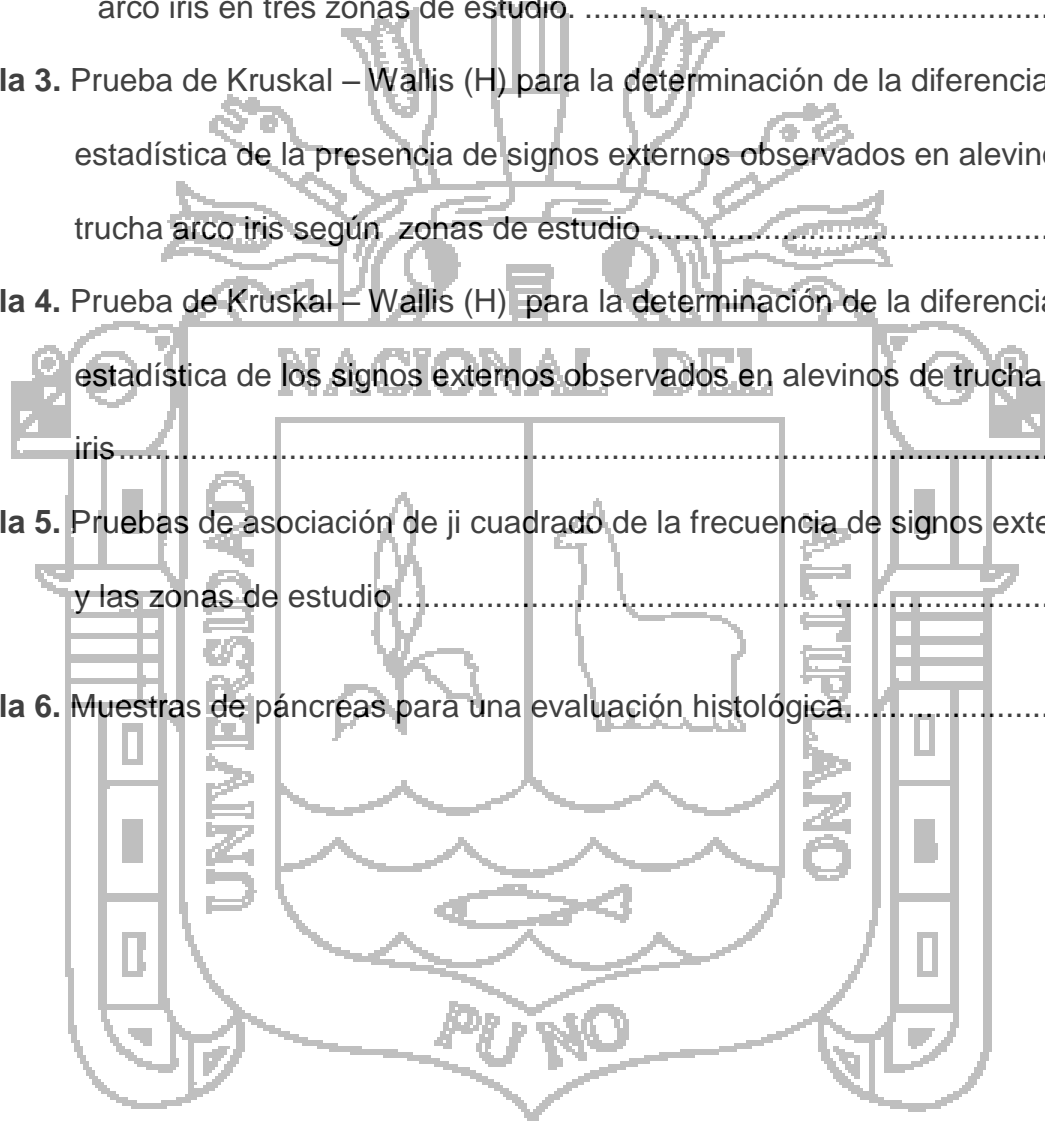
RECOMENDACIONES ..... 63

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA..... 64



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Número de individuos juveniles evaluados en las tres zonas de estudio con presencia o ausencia de signos externos e internos .....	41
<b>Tabla 2.</b> Frecuencia de signos externos observados en alevinos de trucha arco iris en tres zonas de estudio. ....	43
<b>Tabla 3.</b> Prueba de Kruskal – Wallis (H) para la determinación de la diferencia estadística de la presencia de signos externos observados en alevinos de trucha arco iris según zonas de estudio .....	45
<b>Tabla 4.</b> Prueba de Kruskal – Wallis (H) para la determinación de la diferencia estadística de los signos externos observados en alevinos de trucha arco iris .....	46
<b>Tabla 5.</b> Pruebas de asociación de ji cuadrado de la frecuencia de signos externos y las zonas de estudio .....	51
<b>Tabla 6.</b> Muestras de páncreas para una evaluación histológica.....	53



## ÍNDICE DE FIGURAS

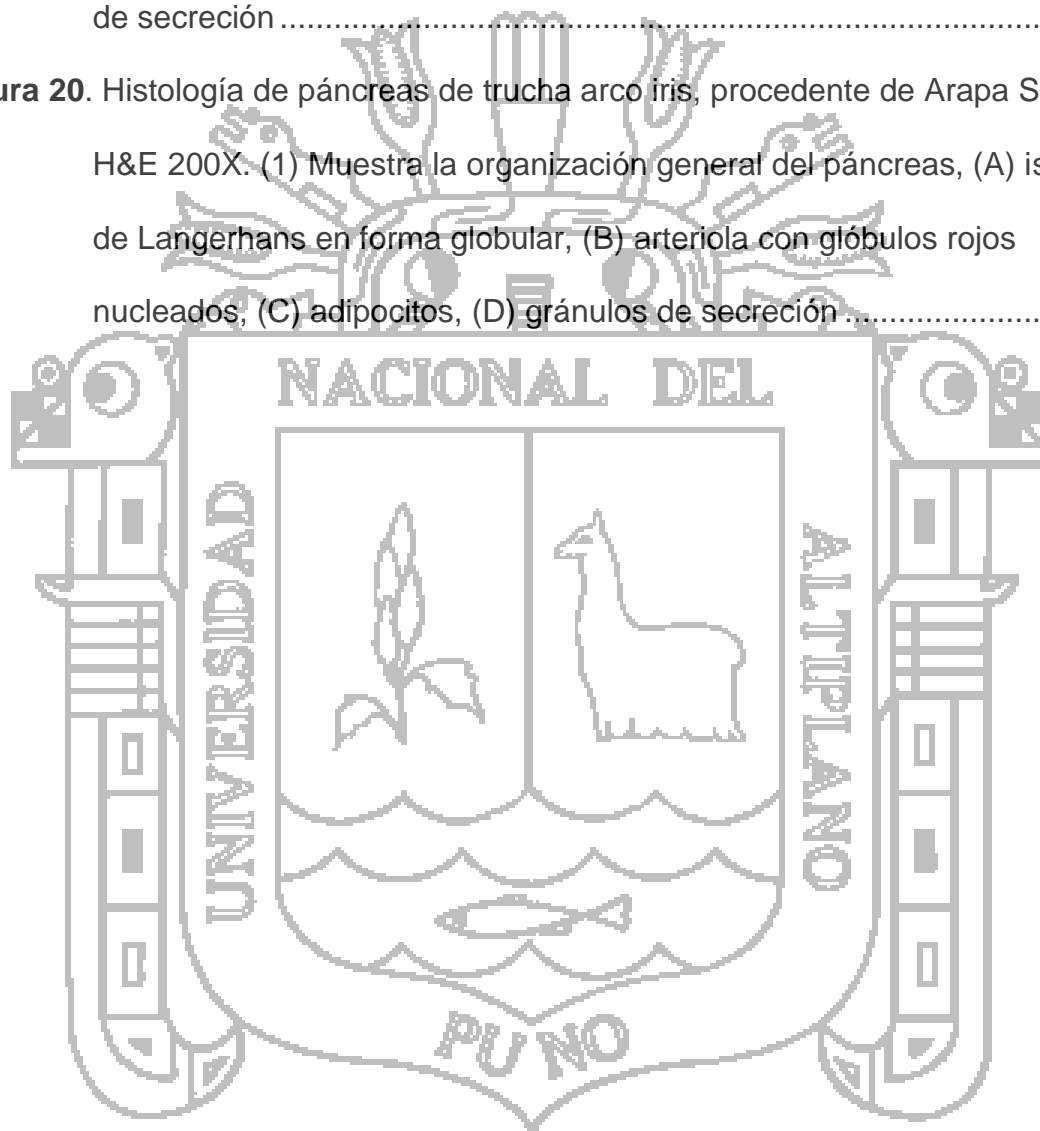
<b>Figura 1.</b> Ciclo biológico de la trucha arco iris .....	19
<b>Figura 2.</b> Cuadro clínico de Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN). Se observa hígado pálido, congestión y hemorragia de la grasa peripilórica y visceral. ( <a href="http://www.marcosgodoy.com">www.marcosgodoy.com</a> ) .....	22
<b>Figura 3.</b> Páncreas, H&E, 200X. Tejido pancreático afectado por IPN. Se observan pérdida de la estructura celular y órgano. Las células grasas se observan poco afectadas (se observan como vacuolas sin contenido). ( <a href="http://www.marcosgodoy.com">www.marcosgodoy.com</a> ) .....	22
<b>Figura 4.</b> Salmón del Atlántico ( <i>Salmo salar</i> ), afectado por cuadro enfermedad de la burbuja agudo. Se observa exoftalmía bilateral asimétrica, asociada a hemorragias intraoculares ( <a href="http://www.marcosgodoy.com">www.marcosgodoy.com</a> ) .....	24
<b>Figura 5.</b> Malformaciones de la columna en trucha arco iris, escoliosis y lordosis .....	25
<b>Figura 6.</b> Jaula seleccionada para tomar muestras del CIPP-Chucuito .....	33
<b>Figura 7.</b> Ubicación de los puntos de estudio, distinguiendo los 3 puntos de muestreo que comprenden (zona 1: Chucuito, zona 2: llave, zona 3: Arapa).....	38
<b>Figura 8.</b> Población de truchas arco iris en jaulas lado izquierdo Arapa SAC, lado derecho CIPP-Chucuito del cual se realizó la toma de muestras. ....	39
<b>Figura 9.</b> Número de muestras evaluadas en las tres zonas de estudio. ....	41



<b>Figura 10.</b> Signos externos observados en trucha arco iris en tres zonas de estudio.....	43
<b>Figura 11.</b> Contraste de la prueba de Kruskal – Wallis (H) de la frecuencia de signos externos observados en alevinos de trucha arco iris en las zonas de estudio.....	45
<b>Figura 12.</b> Prueba de Kruskal – Wallis (H) para la determinación de la diferencia estadística de los signos externos observados en individuos juveniles de trucha arco iris.....	46
<b>Figura 13.</b> Número de muestras evaluadas en las tres zonas de estudio .....	53
<b>Figura 14.</b> Páncreas-ciegos pilóricos. donde se muestra la disposición del páncreas (oculto) en los ciegos pilóricos (+) .....	54
<b>Figura 15.</b> Histología pancreática en individuos de trucha arco iris, procedentes del CIPP – Chucuito.H&E 200X. Se muestra islote de Langerhans (x), venas (>), arteria (^), tejido adiposo (*), gránulos de secreción (0).....	56
<b>Figura 16.</b> Islote de Langerhans (→), notar la diversidad de celular rodeado de los acinis pancreáticos .....	57
<b>Figura 17.</b> Glándulas exocrinas, acinis pancreáticos. Observar la polaridad celular, región apical con gránulos y la basal con presencia de núcleos .....	57
<b>Figura 18.</b> Histología de páncreas de trucha arco iris, procedente del CIPP-Chucuito. H&E 200X. La imagen muestra la organización general del páncreas (1), la organización de los islotes de Langerhans en forma globular (A), una arteriola con glóbulos rojos nucleados (B), presencia de gránulos de secreción (C), presencia de adipocitos (D) .....	58

**Figura 19.** Histología de páncreas de trucha arco iris, procedente de C.P.de Cachipucara – llave. H&E 200X. (1) Nos muestra la organización general del páncreas, (A) islote de Langerhans en forma globular, (B) dos vénulas con glóbulos rojos nucleados, (C) adipocitos, (D) gránulos de secreción .....59

**Figura 20.** Histología de páncreas de trucha arco iris, procedente de Arapa S.A.C. H&E 200X. (1) Muestra la organización general del páncreas, (A) islote de Langerhans en forma globular, (B) arteriola con glóbulos rojos nucleados, (C) adipocitos, (D) gránulos de secreción ..... 60



## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en tres zonas de producción zona 1 CIPP-Chucuito; zona 2 llave C.P. Cachipucara y Zona 3 Arapa SAC. de la región de Puno, durante los meses de marzo a agosto del 2012. El objetivo general fue: determinar los signos corporales externos, internos e histopatología pancreática en alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*). Para determinar los signos externos corporales se muestreó un total de 25 individuos por cada zona de producción, en 22 fueron evaluados los signos externos e internos y los restantes 3 tomaron como tratamiento control; los signos internos fueron evaluados realizando la necropsia a los individuos que presentaban signos clínicos de malformaciones externas y luego la histología del páncreas se realizó en el laboratorio de histología de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para lo cual se tomaron 8 muestras de páncreas, 5 muestras con malformaciones y signos clínicos, los restantes 3 para control y/o realizar una comparación de la necrosis pancreática. Estadísticamente se realizó el análisis mediante la prueba de Kruskal Wallis. Considerando las tres zonas de estudio, resultó que no se presentó diferencia significativa ( $H_{\text{calc. } 0,05} = 6,40$ ;  $GL = 3$ ;  $P = 0,09$ ), el ji cuadrado ( $X^2_c: 9,584 < X^2_t: 12,59$ ), es decir que las frecuencias de observación de los signos externos no varían según las zonas de estudio, por lo que no existe diferencia estadística significativa ( $P=0,1433$ ). Los signos externos más frecuentes fueron exoftalmia en 26 individuos, seguido de crecimiento retardado en 20 individuos, escoliosis y lordosis en 13 y finalmente malformación branquial en 7 individuos. Los resultados muestran que no hay compatibilidad con una infección viral (IPNV) por el cual no se observó necrosis celular y/o muerte celular en las láminas histológicas.

## INTRODUCCIÓN

En la práctica de la producción de truchas, se presenta una mortalidad de alevinos promedio que superan el 10%, y muchas veces los productores desconocen las causas de tal mortandad, las cuales posiblemente se deban a una causa infecciosa originada por microorganismos y agentes patógenos o no infecciosa debido al aumento de temperatura o la falta de certificación de los alimentos que se administran a los peces (Mantilla, 2004; Aqua, 2007).

Se afirma que una de las causales de la alta mortalidad se debe a las infecciones virales, usualmente letal para salmónidos jóvenes menores (Rodríguez *et al.*, 2001). El cuadro clínico patológico típico de la enfermedad se presenta en alevinos de primera alimentación, caracterizado por mortalidad súbita y elevada, severa distensión abdominal, exoftalmia y branquias pálidas. A la necropsia la cavidad celómica presenta ascitis, el páncreas y la grasa abdominal presentan petequias multifocales, y en general los órganos internos muestran decoloración pálida.

Debido al desconocimiento de la causa precisa de mortalidad y malformaciones en alevinos de trucha arco iris por parte de los productores, el trabajo de investigación se realizó para determinar la compatibilidad del estudio histológico de páncreas y signos corporales externos e internos con enfermedades virales, enfermedades nutricionales y/o también bacterianas.

Teniendo como objetivo general la determinación de los signos corporales externos, internos e histología pancreática en alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) procedentes de tres zonas de producción (CIPP-Chucuito, Ilave, Arapa SAC) de la Región de Puno.



## CAPÍTULO I

### ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. ANTECEDENTES

En la página web AL AQUARIUM. NET (2012), menciona que la exoftalmia o enfermedad de los ojos saltones no es considerada como una enfermedad en sí misma, ya que este cuadro patológico es síntoma de un buen número de infecciones que pueden estar causadas o no por el mismo patógeno o incluso simplemente deberse a una deficiencia nutricional. Se produce cuando se acumula una excesiva cantidad de líquido biológico en el interior del ojo o cavidad ocular del pez afectado. Una de las posibles causas de esta afección en los peces es una carencia nutricional principalmente de vitamina A. Aparte de peces que no presentan otro síntoma más que la exoftalmia, es frecuente que ésta forma parte del cuadro patológico representativo de otras infecciones, tales como tuberculosis, septicemia hemorrágica bacteriana.

Gil *et al.* (2012), indican que el páncreas generalmente se encuentra formando por nódulos de disposición variable. En ciertas especies se localiza de forma difusa alrededor del intestino, entremezclado con la grasa mesentérica. En salmónidos los nódulos del páncreas se disponen diseminados entre la grasa del mesenterio que fija los ciegos pilóricos, formando el hepatopáncreas. Este órgano consta de una porción exocrina y otra endocrina (escasa). Existe un conducto pancreático que normalmente se une al biliar antes de desembocar en el intestino.

Higuera y Oyarzun (2012), reportan que en la vida acuática, el cadmio puede incorporarse a los peces a través de dos rutas principales: ingestión e introducción en la agallas. El cadmio así adquirido se acumula en el hígado, riñones y en el tracto gastrointestinal, este elemento metálico origina los siguientes efectos en los peces, tales como: problemas en las agallas y riñones, pobre mineralización de los huesos, anemia, crecimiento retardado y anomalías del desarrollo y comportamiento.

Mateo (2011), afirma que el rango de edad más susceptible a las infecciones por IPN (necrosis pancreática infecciosa) es en alevines de 2 a 3 semanas; entre los signos externos menciona la hemorragia ventral y el abdomen distendido; entre los signos internos se presenta la hemorragia en los ciegos pilóricos, estómago e intestino anterior con materia lechosa. A nivel de histopatología intestinal presenta necrosis y desprendimiento del epitelio; a nivel del páncreas se presentó una necrosis severa.

Quintero (2009), manifiesta que las proteínas y los aminoácidos son muy importantes para una adecuada nutrición. Las deficiencias se caracterizan en la reducción del crecimiento, la conversión alimentaria es deficiente, cataratas u opacidad completa o parcial del lente cristalino debido a la deficiencia de metionina y triptófano, causa lordosis y escoliosis transitoria, el cuerpo retorna a su condición natural cuando se restauran los niveles adecuados de triptófano en la dieta.

Montaña (2009), señala que la velocidad de crecimiento de *O. mykiss* se encuentra influenciada por varios factores. Entre los más destacados se encuentran la concentración de oxígeno, puesto que los alevines de 0,1 g necesitan de 1200 – 1800 mg de O<sub>2</sub>/kg/h para satisfacer su actividad metabólica, además influyen la temperatura, el alimento suministrado y el tamaño del pez. Blanco (1994), indica que la temperatura influye sobre la tasa de crecimiento debido a que *O. mykiss* es una especie poiquiloterma. Para fines de producción piscícola la temperatura adecuada es de 15° C.

Bravo *et al.* (2008), reportan que existen ectoparásitos copépodos capaces de provocar severos daños comerciales en el salmón cultivado en Chile, siendo la especie más devastadora (*Caligus rogercresseyi*). Los daños económicos provocados por este parásito están relacionados con la pérdida de calidad del producto final, con el crecimiento retardado de los peces parasitados, con el incremento de la susceptibilidad frente a otros patógenos y por los costos generados por los tratamientos.

Salgado (2006), afirma que la necrosis pancreática infecciosa (NPI) constituye una enfermedad viral importante que afecta a los salmónidos. En la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) el agente etiológico, un *Birnavirus*, causa enfermedad letal en crías y alevines. Los peces que sobreviven actúan como portadores del virus en estadios de edad más avanzados, éstos pueden diseminar el agente causal o



transmitirlo de manera vertical a su progenie. La identificación de truchas con NPI o la detección viral en peces infectados es importante para controlar la diseminación del virus.

Avci y Birincioglu (2005), señalan que los agentes bacterianos (*Yersinia ruckeri*) se transmite de manera horizontal, es decir a través del agua, por las deyecciones de los peces infectados o portadores al pez susceptible. Este microorganismo puede originar exoftalmia con hemorragias en el orbital. Además, presentan un oscurecimiento de la piel y distensión abdominal, se pueden observar cambios en el comportamiento de los peces, como nado cerca de la superficie y movimientos lentos. Con frecuencia, los peces afectados se encuentran en estado de letargo y en áreas con bajo flujo de agua, además a menudo pierden el apetito. Esta enfermedad puede afectar a los peces de todas las etapas de cultivo, pero es más aguda en alevinos.

Peplow y Edmonds (2002) citados por Avci y birincioglu (2005), observaron una reducción en el crecimiento y un incremento en la tasa de mortalidad en secciones de ríos por debajo de minas, llegando a la conclusión de que el efecto de concentraciones sub letales de metales pesados como el Zn y el Cu reducen la razón de crecimiento y la fecundidad de muchas especies de peces, entre las que se encuentra la trucha.

Vicentini *et al.* (2005), mencionan que la observación de acinos pancreáticos asociados a ductos biliares localizados dentro del parénquima hepático identificados también estructuralmente, los hepatocitos presentan características muy similares.

Trenzado (2004), manifiesta que otra de las causas que originan crecimiento retardado en los juveniles, se constituirían los desechos nitrogenados en la forma de  $\text{NH}_3$  que no sufre ninguna transformación química. El amoníaco es muy soluble en el agua y el  $\text{NH}_3$  difunde desde la sangre del pez, al medio acuoso. Mientras existe un gradiente favoreciendo la difusión de amoníaco desde la sangre del animal al agua, su eliminación es rápida y eficiente. En el agua el amoníaco producido puede estar presente en dos formas: como el amoníaco o el amonio no – ionizado, o en la forma del amonio ionizado. El amoníaco es muy tóxico para los peces, mientras el amonio ionizado es relativamente inocuo, excepto a niveles muy elevados. Concentraciones de amoníaco tan bajas como 1 a 2 ppm pueden ser letales para los peces. Con 0,3 ppm de amoníaco en el agua, se puede impedir el crecimiento y normal desarrollo de los organismos acuáticos.

Gibello *et al.* (2001), manifiestan que la sintomatología y lesiones de las enfermedades infecciosas de los peces carecen de la especificidad suficiente como para establecer un diagnóstico definitivo del posible agente patógeno. La presencia de signos externos e internos en individuos juveniles de trucha arco iris, probablemente se deba a una alta densidad de cultivo, las deficiencias en el

recambio de agua, la acumulación de alimento y excretas en las jaulas, los cuales pueden contener microorganismos, que encuentren las condiciones adecuadas para multiplicarse y atacar a las truchas, de igual manera una deficiencia nutricional y lesiones pueden debilitar a los peces y hacerlos presa fácil de estos organismos agresores.

Burgos (1999), menciona en años recientes se ha observado un significativo incremento en el interés por parte de los productores de salmón y trucha, sobre las secuelas de índole económica y productiva que las malformaciones pueden producir, las cuales son principalmente observadas o cobran importancia en peces de mayor tamaño, período en el cual se hacen evidentes. Durante el período de incubación estos peces con malformaciones pasan desapercibidos ya que por una parte son muy difíciles de distinguir a simple vista, y por otra parte tienden a morir en etapas tempranas posterior a la eclosión, siendo retirados con el resto de la mortalidad. Sin embargo estos podrían aumentar si no se controlan las condiciones y factores que influyen en la presentación de estas malformaciones, las cuales pueden estar afectando al embrión ya desde sus primeras horas de vida.

Burgos (1999), manifiesta que dentro de las malformaciones del tipo únicas se incluyen a aquellas que guardan relación con la columna vertebral tales como espiralización de la región tronco caudal (ERTC), escoliosis y lordosis, las causas de estas malformaciones podrían producirse por factores ambientales los cuales

estarían lesionando la médula espinal dando un cambio en la dirección del eje embrionario. Debido a que tanto las condiciones ambientales, como el manejo que se da a los peces pueden estar influyendo en la presentación de malformaciones, es importante hacer alusión a las condiciones en las cuales se mantenían tanto a ovas como a alevines.

Akvaforsk (1997), señala que diferentes deformaciones pueden ocurrir en la etapa de huevo, cuando tiene lugar la formación de las partes relevantes del cuerpo y de algunos órganos, es así como se ha visto algunas deformaciones en huevos incubados a altas temperaturas, algunas de las cuales no aparecen hasta más tarde en el ciclo de vida. Se sabe que la temperatura del agua es un factor crítico para el desarrollo normal y uno de los más importantes con respecto a la incidencia de deformaciones en el salmón. Hoy en día la situación en el mercado de los huevos es altamente competitiva, ya que la oportunidad de entrega y el tamaño son factores importantes para la producción, por lo que la posibilidad de alcanzar los máximos crecimientos se ha transformado en un objetivo de importancia para los productores. A pesar del riesgo de aparición de deformaciones, se ha observado en forma experimental que las altas temperaturas durante el período previo a la primera alimentación inducen una importante ganancia de tiempo y la obtención de mejores crecimientos en los peces después de la primera alimentación.

Bernardet *et al.* (1996), mencionan que las principales causantes de enfermedades en los salmónidos son las bacterias Gram negativas; siendo el grupo de las flavobacterias responsables de cuadros patológicos habituales que afectan la piel, aletas y branquias y son conocidas como la “enfermedad bacteriana de la branquia” o “enfermedad de la columnaris”; pero en algunos casos como las infecciones por (*Flavobacterium psychrophilum*) antes (*Flexibacter psychrophilus* o *Cytophaga psychrophila*).

Gómez *et al.* (1994), utilizaron la técnica histoquímica avidina – biotina – peroxidasa, empleando un suero policlonal frente al virus de la necrosis pancreática infecciosa. De los órganos estudiados, el más afectado resultó ser el páncreas, donde el antígeno aparece tanto en el interior de células acinosas degeneradas como extracelularmente, adyacente a las que han sido destruidas, se aprecia inmunomarcaje en hígado, con presencia de precipitados marrones en el citoplasma de hepatocitos degenerados y aumentados de tamaño.

Castro (1994), manifiesta que el crecimiento retardado en individuos juveniles de trucha arco iris, se debe a muchas causas, bióticas como bacterias, hongos, virus o parásitos, y abióticas debido a la presencia de sustancias nitrogenadas y metales pesados, el tipo de estanque y la densidad del cultivo de truchas. El crecimiento en longitud de los peces describe normalmente una curva de tipo exponencial, suele ser de un crecimiento rápido al principio, cuando el pez es joven y más lento a medida que aumenta la edad y que este alcanza el tamaño de

longitud máxima. El crecimiento en peso sigue un patrón diferente que describe una curva sigmoidea. En las primeras etapas de la vida el pez el incremento en peso es muy lento.

Blanco *et al.* (1994), señalan que por otro lado, la *lactococosis* es una enfermedad septicémica generalizada que cursa de forma hiperaguda, con mortalidad en un alto porcentaje de los casos. Clínicamente, los animales presentan letargia, exoftalmia, hemorragias en piel y globos oculares.

Brown (1993), también coincide con los autores que hay algunas anomalías y deformaciones que pueden ser de origen genético, en estos casos incluye a alevines de trucha arco iris que poseen un acortamiento de la parte anterior de la columna y a los salmones con la deformación de la mandíbula. Al respecto menciona que se trata de un pool pequeño de genes que son usado en algunos cultivos de salmón, los cuales pueden aumentar la ocurrencia de anormalidades genéticas, a su vez también la presión de selección para ciertas características deseables puede ser causa concomitante en el incremento de algunas características indeseables.

Bruno (1990), manifiesta que hoy en día las malformaciones que más frecuentemente aparecen, son las que guardan relación con la columna vertebral (escoliosis, lordosis) y mandíbula – branquial, indica que las deformaciones y anormalidades del esqueleto, y particularmente de la columna vertebral, han sido

observadas en muchas especies de peces destacando dentro de las causas factores hereditarios, injurias mecánicas, deficiencias nutricionales, parasitismo, condiciones ambientales adversas, y bajos niveles de oxígeno.

Roberts (1989), estima el porcentaje de malformaciones encontradas durante el periodo de alevín, que comprende desde la eclosión hasta la absorción del saco vitelino es baja, se debe considerar que durante el periodo de incubación de las ovas la mortalidad puede ascender a un 15%. ARIAS *et al.* (1998), señalan que de este porcentaje gran cantidad podría corresponder también a ovas que poseen en su interior embriones malformados y que por el serio daño que presentan no alcanzan siquiera a eclosionar.

Duijnván (1973), señala que ciertas malformaciones de la espina dorsal pueden ser demostradas debido a la carencia de núcleo proteínas en los alimentos, estas deformaciones pueden ser la xifosis, la lordosis o la escoliosis. Este mismo autor también menciona que sin duda hay deformaciones que pueden deberse a factores hereditarios como en el caso del pez dorado cuyas anomalías hereditarias han sido originadas por la selección genética a que han sido sometidos, y por la creación de líneas consanguíneas.

## 1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

### OBJETIVO GENERAL

- ✓ Determinar los signos corporales externos, internos e histología pancreática en alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) procedentes de tres zonas de producción (CIPP-Chucuito, llave y Arapa SAC), de la Región de Puno

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar los signos corporales externos e internos de alevinos de trucha arco iris procedentes de tres zonas de producción (CIPP-Chucuito, llave y Arapa SAC) de la Región de Puno.
- ✓ Evaluar la histología pancreática en alevinos de trucha arco iris procedentes de tres zonas de producción (CIPP-Chucuito, llave y Arapa SAC) de la Región de Puno.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

###### a. Generalidades

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), pertenece a la familia Salmonidae, es originaria de las costas del Pacífico de América del Norte y debido a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida casi en todo el mundo. En América del Sur, se encuentra distribuida en Argentina, Brasil, Bolivia Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. La introducción de esta especie en el Perú se dio en el año 1928, desde los Estados Unidos de Norteamérica, con una cantidad de 50 000 embriones, los mismos que fueron instalados en La Oroya (Junín), luego a los ríos y lagunas de Junín y Pasco. En 1941 fueron transportados 25 000 embriones de trucha desde la Estación Piscícola El Ingenio a la Estación Piscícola de Chucuito – Puno, poblándose todo el sistema hidrográfico del Lago Titicaca y otras lagunas, como la de Languilayo – Cusco. A partir de la década del 70, se comenzaron a instalar piscigranjas, utilizando estanques de concreto; y con los avances de nuevas tecnologías de cultivo, actualmente se constituye en una alternativa de producción masiva (Ragash, 2009).

## b. Clasificación taxonómica

Los taxonomistas creen ahora que la trucha arco iris y la trucha “*salmo mykiss*” de Asia constituyen una única especie y que el nombre “*mykis*” tiene prioridad en la nomenclatura. Por esta razón el Names of FishesCommitte ha adoptado *Oncorhynchus mykiss* como nombre científico de esta especie.

La ubicación taxonómica de la trucha arco iris, es la siguiente:

REYNO	:	Animalia
PHYLLUM	:	Chordata
SUB PHYLLUM	:	Vertebrata
GRUPO	:	Gnatosthomata
SUPER CLASE	:	Pisces
CLASE	:	Osteichthyes
SUB CLASE	:	Actinopterygii
SUPER ORDEN	:	Clupeomorpha
ORDEN	:	Salmoniformes
SUB ORDEN	:	Salmonoidei
FAMILIA	:	Salmonidae
GÉNERO	:	<i>Oncorhynchus</i>
ESPECIE	:	<i>mykiss</i>
NOMBRE COMUN	:	trucha arco iris
NOMBRE EN INGLÉS	:	RaimbowTrout
NOMBRE EN FRANCÉS	:	Truitearc-en ciel.

**Fuente:** Adaptado por Smith, Gerald R. y Stearley Ralph F. de la sociedad Americana de Ictiólogos y Herpetólogos a través del Comité de Nombres Científicos de Peces (Mantilla, 2004).

**c. Biología****- Hábitat**

La trucha arco iris en su ambiente natural, es un pez que habita espacios acuáticos con aguas puras y cristalinas, con cauces que presentan marcados desniveles topográficos que originan rápidos, saltos y cascadas que son muy comunes en los ríos de alta montaña, son estos rápidos con una pronunciada velocidad de corriente y suelo pedregoso los más frecuentados por las truchas. De manera que las truchas son peces nativos de regiones elevadas y montañosas donde existen aguas frías y claras, siendo en general la Sierra Norte una región apropiada para el cultivo de este pez, puesto que cuenta con aguas cristalinas y bien oxigenadas (Godoy, 2002).

**- Alimento**

Por otra parte, la trucha es un pez carnívoro que en la naturaleza se alimenta de las presas que captura vivas, siendo la mayoría de ellas organismos acuáticos y algunos terrestres, como son los insectos que en primavera y verano revolotean sobre el agua. Los moluscos como los caracoles también son presas habituales, así como los crustáceos (cangrejos, etc.), gusanos, renacuajos y peces pequeños de la misma u otras especies (Godoy, 2002).

**- Reproducción y ciclo de vida**

Durante la etapa de reproducción suelen desarrollar dimorfismo sexual, la trucha tiene un ciclo reproductor anual, siendo una condición indispensable

que el macho y la hembra sean adultos y sexualmente maduros. Los machos pueden adquirir la madurez sexual a los 15 o 18 meses, mientras que en las hembras es un poco más tardado, ya que necesitan un mínimo de dos años. Durante el proceso de maduración sexual, las truchas van sufriendo una serie de cambios morfológicos en su aspecto, los cuales hacen que uno pueda distinguir fácilmente los machos de las hembras, dos de los cambios más notorios sucede en el macho, uno de ellos es en el maxilar inferior debido a que este sufre un proceso de prolongación, así como una ligera curvatura dorsal del cuerpo (Godoy, 2002).

La reproducción de las truchas al igual que la de los demás salmónidos es sexual y externa, esto quiere decir que la hembra como el macho, depositan libremente en el agua sus productos sexuales (espermatozoides y óvulos). En los ríos o arroyos, los óvulos procedentes de las hembras son depositados en el fondo en un nicho o nido previamente preparado por la hembra, donde inmediatamente después el macho deposita el esperma, dando lugar con esto a la fecundación. Al proceso natural de emisión de los productos sexuales al exterior comúnmente se le da el nombre de desove (García *et al.*, 2003).

Es importante mencionar que la reproducción de los salmónidos es cíclica, esto significa que tiene lugar una vez al año y en una época determinada. El desove en la trucha arco iris se da en el periodo comprendido entre los meses

de noviembre a febrero, pero que este fenómeno está condicionado por la influencia de las condiciones climáticas ambientales.

Según Ministerio de Pesquería (Aquatrou, 2010), el desarrollo biológico de la trucha es de 4 etapas, las cuales son:

**OVAS.-** Son los huevos fecundados que permanecen durante 30 días promedio, para luego desprenderse y convertirse en larvas.

**ALEVINOS.-** Son peces pequeños que miden de 3 cm a 10 cm, con un peso que oscila entre 1,5 a 20 g

**JUVENILES.-** Son peces que miden de 10 cm a 15 cm, cuyo peso es generalmente de 20 a 100 g.

**ADULTOS.-** Son los peces que han llegado al máximo de su ciclo vital, que en promedio es de 3 años y pesan generalmente un kg.



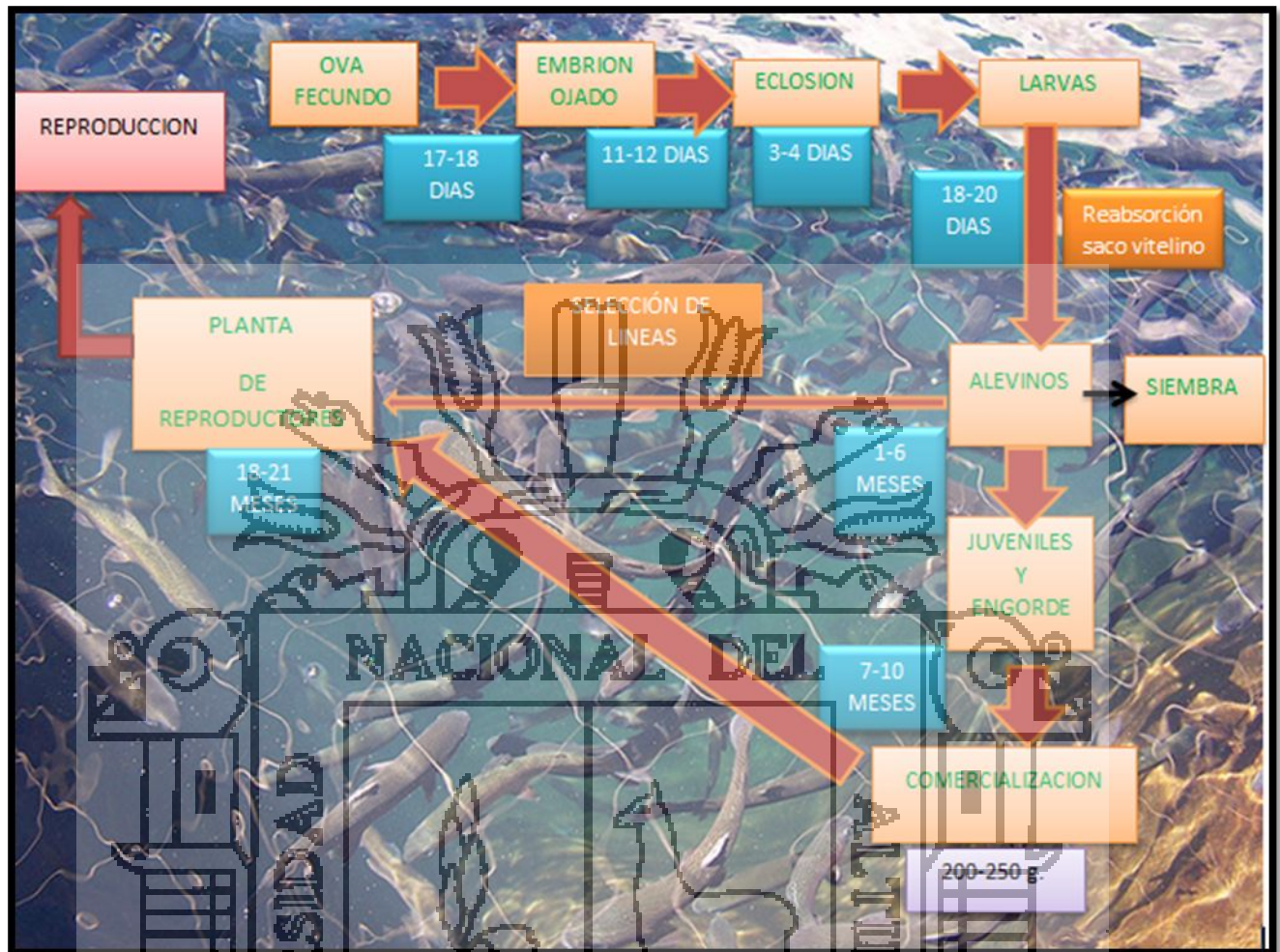


Figura 1. Ciclo biológico de la trucha arco iris.  
Fuente: elaboración propia.

**d. Producción de truchas en la Región Puno**

La actividad pesquera en especial la truchicultura en la Región de Puno, se viene desarrollándose con mayor incidencia en la zona circunlacustre, desde octubre de 1977 se ha impulsado la crianza de truchas bajo las modalidades de jaulas flotantes, cercos de confinamientos y piscigranjas, de los cuales el de jaulas es la que viene logrando una producción creciente en los últimos años (Mantilla, 2004). Por otro lado, la producción pesquera acumulada del periodo enero – octubre del 2012 totalizó un volumen de 15 916,3 TM, que



representó un incremento de 37,0 por ciento respecto al año anterior, explicado principalmente por la mayor producción de truchas en jaulas flotantes (39,4 %). Este comportamiento positivo importante de la extracción y producción de trucha fue para satisfacer la alta demanda existente a nivel local, nacional e internacional (Ministerio de la Producción, 2012).

#### **e. Manifestaciones clínicas de una infección viral**

Aunque la enfermedad del VNPI es altamente contagiosa, puede ser que las manifestaciones clínicas no se presenten o se manifiesten en forma subclínica (OIE, 2000). Los signos clínicos de esta enfermedad son: distensión abdominal, oscurecimiento de la piel, ligera exoftalmia, pérdida del equilibrio que ocasiona un nado en espiral, como persiguiendo la cola. Por lo general los peces presentan hemorragias en la superficie abdominal y ventral. Las agallas son pálidas y punteadas con lesiones hemorrágicas. El estómago e intestino están vacíos de alimento pero se observa un exudado catarral dentro de la luz intestinal. En los peces grandes el curso de la enfermedad puede ser más crónica y los signos clínicos menos aparentes o hasta ausentes. Cuando ocasionalmente la enfermedad afecta a peces grandes se observa siempre una distensión ventral abdominal de las vísceras y el contenido intestinal semeja una gelatina amarilla o un exudado catarral blanquecino (Troutlodge, 2003; Salgado, 2000).

Se describe que la mortalidad aumenta rápidamente y excede el 50% (Wolf y Quimby, 1971) y puede llegar en casos extremos al 100% (Dorson y Torchy,

1981). Se pueden observar hemorragias petequiales en los ciegos pilóricos y el hígado y bazo esta decolorados (Wolf, 1988). Histológicamente se observa una necrosis pancreática que compromete los acinos y células de islote. También se ven afectados el tejido adiposo adyacente y el tejido renal hematopoyético (McKnight y Roberts, 1976). La susceptibilidad a la enfermedad depende de la especie, condiciones ambientales y la edad del pez (Dorson y Torchy, 1981). Peces jóvenes son más susceptibles que las edades mayores que son resistentes a la enfermedad.







Figura 2. Cuadro clínico de Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN). Se observa hígado pálido, congestión y hemorragia de la grasa peripilórica y visceral. ([www.marcosgodoy.com](http://www.marcosgodoy.com))



Figura 3. Páncreas, H&E, 200X. Tejido pancreático afectado por IPN. Se observan pérdida de la estructura celular y órgano. Las células grasas se observan poco afectadas (se observan como vacuolas sin contenido). ([www.marcosgodoy.com](http://www.marcosgodoy.com))

#### f. Exoftalmia

**Origen de la patología.** Avitaminosis, enfermedades bacterianas diversas o incluso algún tremátodo parásito.

**Sintomatología.** Ojos hinchados salidos de orbita (puede ser uno o ambos).

#### **Características de la patología**

La exoftalmia o enfermedad de los ojos saltones no podemos considerarla una enfermedad en sí misma, ya que este patológico es síntoma de un buen número de infecciones que pueden estar causadas o no por el mismo patógeno o simplemente deberse a una deficiencia nutricional. Por ello, hemos colocado a la exoftalmia dentro de este apartado enfermedades debidas a varias causas. (Al Aquarium 2012).

La exoftalmia se produce cuando se acumula una excesiva cantidad de líquido biológico en el interior del ojo o cavidad ocular del pez afectado. Este exceso de líquidos produce la hinchazón del globo ocular que es proyectado hacia el exterior. Evidentemente el exceso de líquidos biológicos se produce como una reacción del organismo ante el ataque de agentes agresores, pudiendo ser éstos microbianos, parasitarios, agentes psicoquímicos y/o desarreglos fisiológicos debido a carencias alimentarias (Godoy 2002).



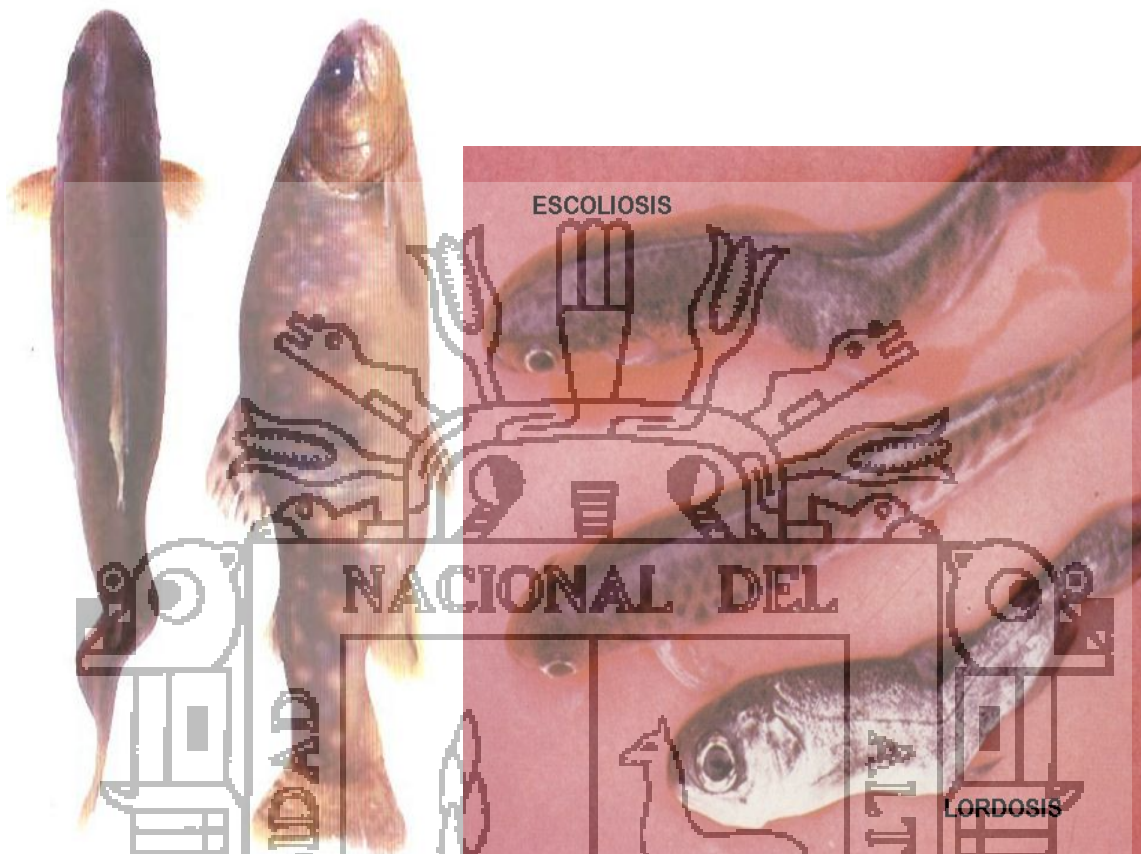
Figura 4. Salmón del Atlántico (*Salmo salar*), afectado por cuadro enfermedad de la burbuja agudo. Se observa exoftalmía bilateral asimétrica, asociada a hemorragias intraoculares ([www.marcosgodoy.com](http://www.marcosgodoy.com)).

#### g. Escoliosis y lordosis

Entre las patologías que afectan a la columna vertebral se encuentran la lordosis (curvatura ventral), cifosis (curvatura dorsal) y escoliosis (curvatura lateral). La cifolordosis es una desviación de la columna dorsal y ventral simultáneamente. De forma secundaria esta patología se asocia a compresión y fusión vertebral.

Los factores involucrados en la presentación de esta condición son variables y es posible que interactúen factores genéticos, ambientales, nutricionales y biomecánicos (Godoy 2002).





**Figura 5. Malformaciones de la columna en trucha arco iris, escoliosis y lordosis.**  
Fuente: Quintero 2009

#### h) Páncreas endocrino

La disposición del tejido pancreático varía considerablemente según las especies, como ocurre con sus componentes endocrinos, pudiendo presentarse desde minúsculos islotes de Langerhans dispersos por todo el tejido pancreático de los salmónidos y de los anguilidos, hasta, como ocurre en los teleósteos superiores, en que existe un número reducido de islotes diseminados, o en un gran islote, único y compacto. Estos tienen una delicada capsula fibrosa que contiene tipos de células insulares: células que producen glucagón, células que producen insulina.

El tamaño de estos islotes está condicionado a la freza, la edad y los cambios de alimentación. No obstante, el espectro de la actividad de la insulina de los teleósteos, por ejemplo, parece diferir de la insulina en los mamíferos, y el papel fisiológico de las hormonas pancreáticas en los peces (Roberts, 1981).

**Células alfa ( $\alpha$ ):** estas células sintetizan y liberan glucagón, hormona que eleva el nivel de glucosa en la sangre. Representa el 10 - 20% del volumen del islote y se distribuye de forma periférica.

**Células beta ( $\beta$ ):** producen y liberan insulina.

**Células delta ( $\delta$ ):** producen somatostatina, regula la producción y liberación de la insulina y glucagón (Gil, 2012).

La parte exocrina presenta gránulos de cimógeno secretadas al sistema de conductos, la glándula exocrina es un acino, pequeño grupo de células que tiene muchos gránulos en el interior y los núcleos están cerca de la periferia. Los gránulos de cimógeno son secretadas por células acinares, y las células sin gránulos son células centroacinares, son donde comienzan los conductos (Molist *et al.*, 2011).

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

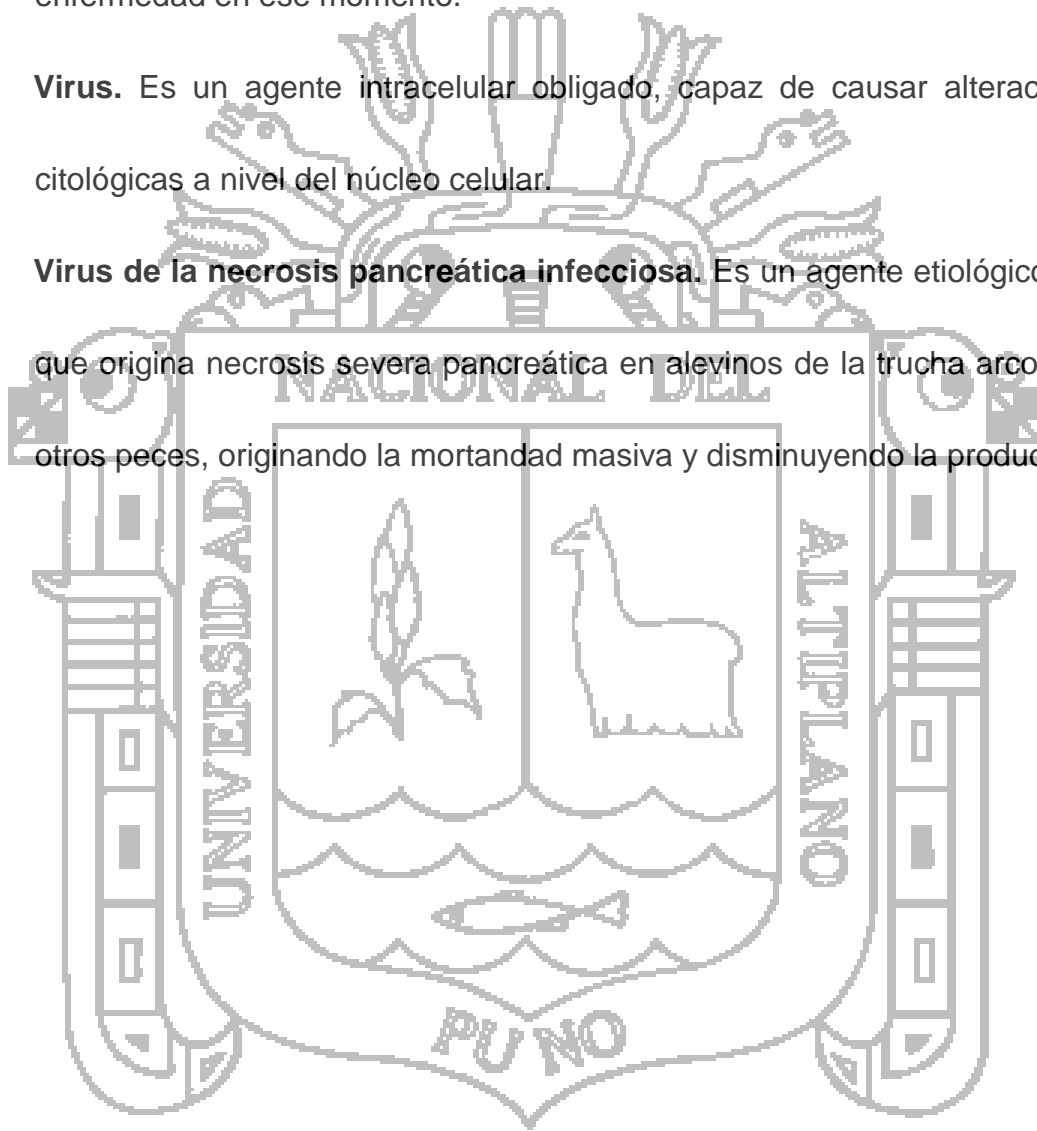
- **Alevinos.** Son peces pequeños que miden de 3 cm a 10 cm con un peso que oscila entre 1,5 a 20 g.
- **Coloración hematoxilina – eosina.** La tinción hematoxilina y eosina es uno de los métodos más usuales de tinción utilizado en histología y medicina diagnóstica. El método supone la aplicación de la tinción de hematoxilina, que por ser catiónica o básica, tiñe estructuras ácidas (basófilas) en tonos azul y púrpura, como por ejemplo los núcleos celulares; y el uso de eosina que tiñe componentes básicos (acidófilos) en tonos de color rosa, gracias a su naturaleza aniónica o ácida, como el citoplasma.
- **Escoliosis y lordosis.** Es una patología que afecta a la columna vertebral la lordosis (curvatura ventral), cifosis (curvatura dorsal) y escoliosis (curvatura lateral). La cifolordosis es una desviación de la columna dorsal y ventral simultáneamente.
- **Exoftalmia.** Ojos hinchados salidos de orbita (puede ser uno o ambos) a diversas causas como: Avitaminosis, enfermedades bacterianas diversas o incluso algún trematodo parásito.
- **Histología.** Es la ciencia que estudia todo lo referente a los tejidos orgánicos: su estructura microscópica, su desarrollo y sus funciones. La

histología se identifica a veces con lo que se ha llamado anatomía microscópica, pues su estudio no se detiene en los tejidos, sino que va más allá, observando también las células interiormente y otros corpúsculos, relacionándose con la bioquímica y la citología.

- **Infección.** Es la presencia de un agente infeccioso sobre una superficie de tejido vivo, causando alteraciones citológicas y moleculares.
- **Malformación.** Es una alteración de la forma producida por un trastorno del desarrollo. Así, las malformaciones pueden concebirse como el resultado de una reacción patológica propia de las estructuras biológicas en desarrollo. Esto significa que concluido el desarrollo deja de existir la posibilidad de que se produzca una malformación.
- **Mortalidad.** Es un indicador demográfico que señala el número de defunciones de una población de peces, durante un período determinado (generalmente un año).
- **Necrosis.** O apoptosis, es la muerte celular programada o por etiología más corriente.
- **Prevalencia.** Es el número total de los individuos que presentan un atributo o enfermedad en un momento o durante un periodo dividido por la población en ese punto en el tiempo o en la mitad del periodo. Cuantifica la

proporción de personas en una población que tienen una enfermedad (o cualquier otro suceso) en un determinado momento y proporciona una estimación de la proporción de sujetos de esa población que tenga la enfermedad en ese momento.

- **Virus.** Es un agente intracelular obligado, capaz de causar alteraciones citológicas a nivel del núcleo celular.
- **Virus de la necrosis pancreática infecciosa.** Es un agente etiológico viral que origina necrosis severa pancreática en alevinos de la trucha arco iris y otros peces, originando la mortandad masiva y disminuyendo la producción.





## CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1. MATERIALES

○ **Muestra biológica**

- Alevinos de trucha arco iris de tres zonas productoras de la Región Puno.

○ **Material de laboratorio**

- Laminillas porta objetos.
- Laminillas cubre objetos.
- Vasos de precipitado.
- Frascos de vidrio de boca ancha.

- Chinguillo.

- Tijeras y bisturí de disección.

- Placas de leucar.

- Mechero.

- Pinzas.

- Porta laminas.

- Caja de tecnopor.

○ **Reactivos**

- Agua destilada.

- Colorante Hematoxilina.

- Colorante Eosina.

- Xilol.

- Balsamo de Canadá.



- Formaldehido.
- Formol.
- Alcohol- ácido.
- Carbonato de litio.
- Fosfato de sodio monobásico 4 g.
- Fosfato de sodio bibásico 6,5 g.

- **Equipos**

- Cocinilla eléctrica.
- Balanza digital.
- Autoclave.
- Estufa.
- Micrótopo. Minot semimotorizado de marca LEICA
- Microscopio NIKON con cámara digital incorporada.
- Baño María.

- **Otros materiales**

- Guardapolvo.
- Gorro, barbijo, guantes de látex.
- Cinta maskentape.
- Lapicero indeleble.
- Algodón.
- Gasa, pabilo y papel aluminio.
- Cámara digital.
- Cuaderno de apuntes.
- Lapicero, lápiz.

## 3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

### 3.2.1. Determinar los signos corporales externos e internos de alevinos de trucha arco iris

El tipo de estudio fue observacional y descriptivo, Para determinar los signos corporales externos e internos el tamaño de muestra fue conformado por 25 individuos de trucha arco iris en cada zona de estudio (CIPP Chucuito, C.P. Cachipucara y Arapa SAC), de las cuales 23 fueron sometidos a estudios de signos corporales externos e internos y los restantes 3 se utilizaron como control para la comparación. El muestreo y selección se realizó en la jaula donde se encontraba una mayor cantidad de individuos con signos clínicos posiblemente con una infección viral para extraer se utilizó un chinguillo, luego se sacó a un balde y después se pasó a una caja de tecnopor con hielo para que no pierda sus características fisiológicas, posteriormente se llevó al laboratorio de histología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Los muestreos se efectuaron a partir de las 6:40 am hasta las 11:30 am, antes de que los peces sean alimentados.



Figura 6. Jaula seleccionada para tomar muestras del CIPP- Chucuito.

Las variables evaluadas fueron las características corporales, signos externos: crecimiento retardado, exoftalmia, malformación branquial, escoliosis, lordosis y signos internos. Para determinar la frecuencia entre las tres zonas de producción (CIPP Chucuito, C.P. Cachipucara y Arapa SAC) con signos corporales externa e interna el margen de error fue de 5% y el nivel de confianza de 95%. El modelo matemático aplicado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots, t$  (tratamientos) y  $j = 1, 2, \dots, r$  (repeticiones)

Donde:

$Y_{ij}$  = observación en la  $j$  – ésima unidad experimental, sujeto al  $i$  – ésimo tratamiento.  
 $t$  = efecto del  $i$  – ésimo tratamiento.

$\mu$  = efecto de la media general o constante común.

$E_{ij}$  = efecto verdadero de la  $j$  – ésima unidad experimental (réplica), sujeta al  $i$  – ésimo tratamiento (error experimental).

Se analizó los datos a través de la prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis, seguidamente con prueba de contraste de LSD. Siendo la fórmula de Kruskal Wallis.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

**Donde:**

K = número de grupos;  $n_j$  = número de observaciones del j – ésimo grupo; n = número total de observaciones y  $R_j$  = suma de los rangos del j – ésimo grupo.

La regla de decisión será:

$H_c > H_t$ , entonces existirá asociación estadística significativa.

$H_c < H_t$ , entonces no existirá asociación estadística significativa.

Se utilizó ji cuadrado para evaluar la asociación de los signos externos con las tres zonas de estudio. Siendo la fórmula de ji cuadrado.

$$X^2 = \frac{\sum (F_o - F_e)^2}{F_e}$$

**Donde:**  $\Sigma$  = sumatoria de frecuencias

$F_o$  = frecuencia observada

$F_e$  = frecuencia esperada

### 3.1.2. Evaluar la histología pancreática en alevinos de trucha arco iris.

#### Preparación de fijador al 12%

Se utilizó la solución fijadora de formaldehído al 12%, que tuvo formaldehído 120 ml, agua destilada 880 ml, 4 g de fosfato de sodio monobásico y 6,5 g de fosfato bibásico.

#### Muestreo de tejido pancreático

- Para la obtención del órgano pancreático, los alevinos de trucha arco iris, tuvieron lordosis, escoliosis, exoftalmia se les consideró para la toma de muestras.
- La biopsia fue de 0,3 a 0,5 cm, de páncreas mediante disección y selección del órgano en estudio.

#### Procedimiento histológico

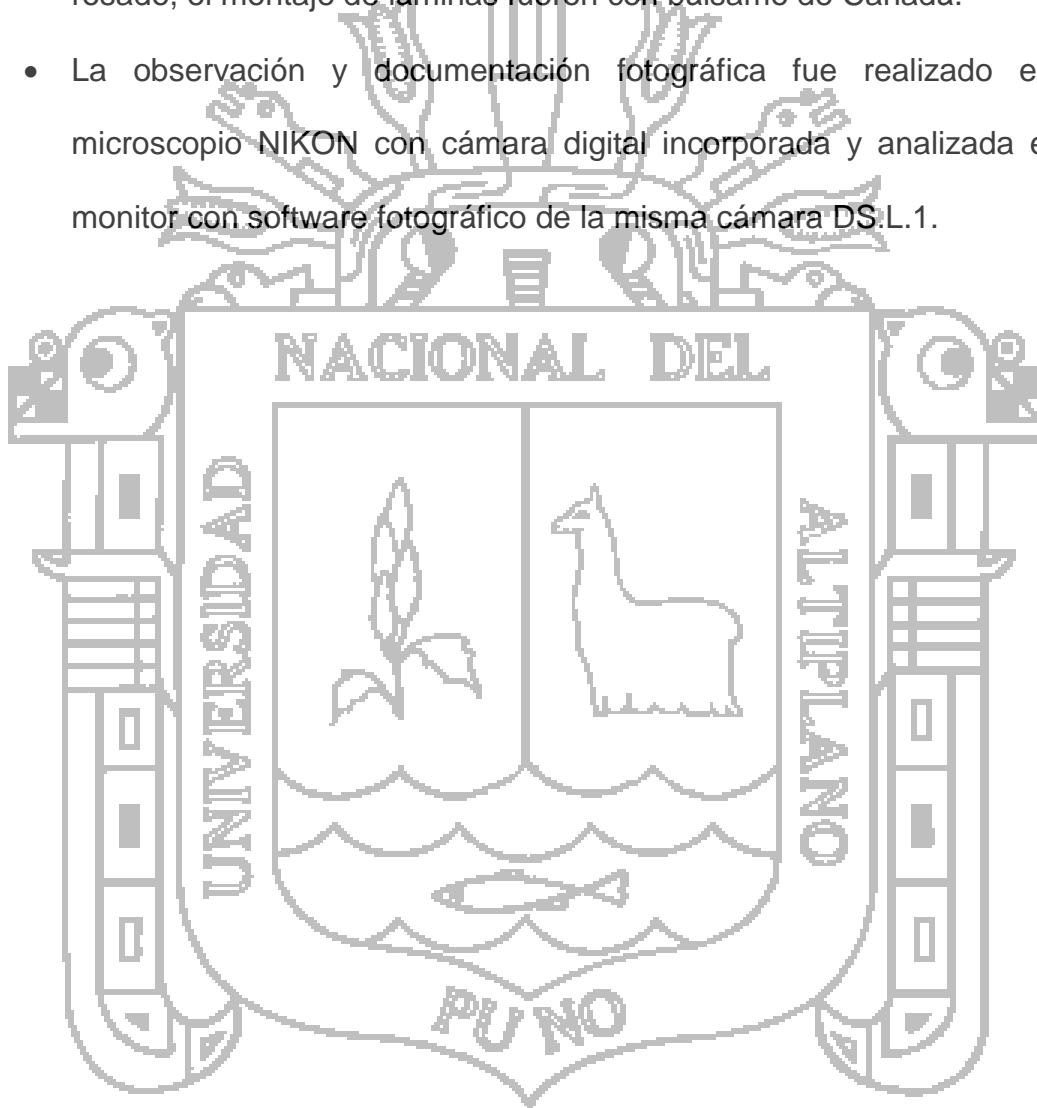
- **Fijación.** Las muestras se colocaron en canastillas de gasa simple, junto con la identificación correspondiente. Luego se colocaron en fijador de 12% por 24 horas, para luego continuar con la técnica en parafina.
- **Lavado.** Se realizó por 18 h a flujo de agua corriente controlada para la eliminación del fijador, una vez lavados los tejidos, se realizó los procesos de deshidratación.

- **Deshidratación.** En etanol de grados ascendentes cada uno por 1 hora.
    - Cubetas I, II, III al 70%;
    - Cubetas IV, V al 75%;
    - Cubeta VI al 80%;
    - Cubeta VII al 90%;
    - Cubetas VIII y IX al 100% y cloroformo.
  - **Diafanización.** Se utilizó cloroformo utilizando como vehículo para el ingreso de la parafina.
  - **Inclusión en parafina.** Teniendo parafina histológica “en lentejas” con grado de 56 a 58°, se distribuyó en 4 recipientes, cada una de ellas por 1 hora:
    - Recipiente I = xilol 50% + parafina 50%
    - Recipiente II = parafina pura 100%
    - Recipiente III = parafina pura 100%
    - Recipiente IV = parafina pura 100%
- En esta última etapa se procedió a formar los bloques con las muestras seleccionadas.
- **Corte.** Los bloques fueron cortados a 4  $\mu$ m, con el uso de un micrótopo tipo Minot semimotorizado de marca LEICA, en baño María los cortes fueron recogidos en láminas porta objetos y en una de las superficies se colocó albúmina de Mayer como adhesivo.

- **Coloración hematoxilina – eosina (HE)**

Las láminas fueron coloreadas en batería de coloración Hematoxilina-Eosina, donde la hematoxilina tuvo afinidad a los núcleos coloreándolos de azul, mientras la eosina coloreo el citoplasma y fibras de rojo a rosado, el montaje de láminas fueron con bálsamo de Canadá.

- La observación y documentación fotográfica fue realizado en un microscopio NIKON con cámara digital incorporada y analizada en un monitor con software fotográfico de la misma cámara DS:L.1.





## CAPÍTULO IV

## CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 4.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

La investigación se realizó en tres zonas de producción de trucha de la región de Puno: CIPP-Chucuito, Cachipucara- Ilave y Arapa S.A.C.

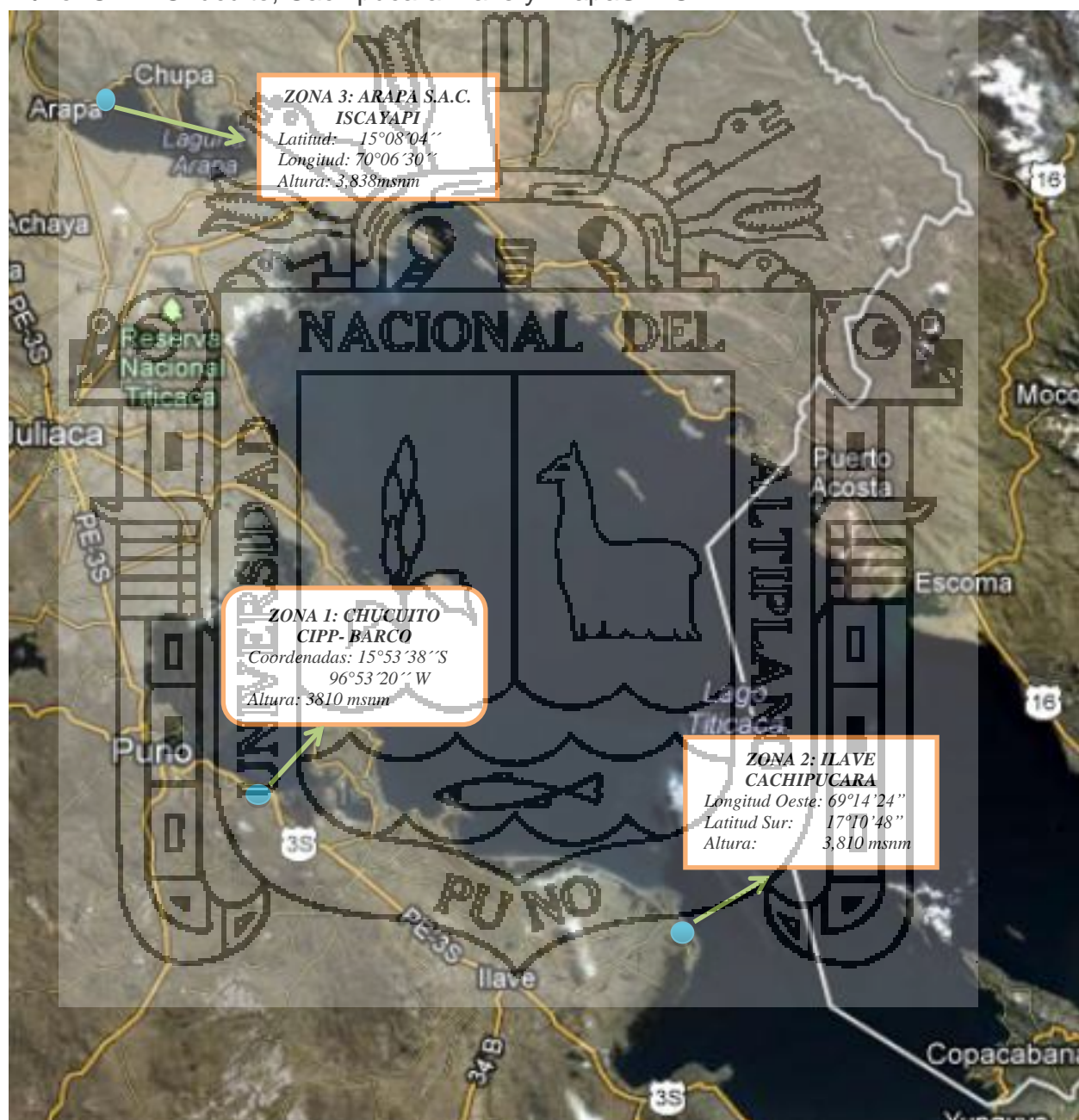


Figura 7. Ubicación de los puntos de estudio, distinguiendo los 3 puntos de muestreo que comprenden: zona 1: Chucuito, zona 2: Ilave, zona 3: Arapa.

El ámbito de estudio son tres zonas de producción de trucha la zona 1 fue el CIPP-Chucuito de la Universidad Nacional del Altiplano, se encuentra entre las coordenadas:  $15^{\circ}53'38''$  Latitud Sur,  $96^{\circ}53'20''$  Longitud Oeste, Altura aproximada: 3 809 msnm. El Muestreo se realizó de las jaulas ubicadas en Muelle Barco del CIPP - Chucuito, Zona 2 llave en el C.P. Cachipucara muelle cachi el cual se encuentra entre las coordenadas: Longitud Oeste:  $69^{\circ}14'24''$ , Latitud Sur:  $17^{\circ}10'48''$ , Altura aproximada: 3 814 msnm en el distrito de Pilcuyo y la zona 3 ARAPA S.A.C. que viene operando desde 1996 en la comunidad de Iscayapi a 4 Km del distrito de Arapa, provincia de Azángaro, sus coordenadas son Latitud Sur:  $15^{\circ}08'04''$ , Longitud Oeste:  $70^{\circ}06'30''$  y una altura de 3 838 msnm.



Figura 8. Población de trucha arco iris en jaulas flotantes lado izquierdo Arapa SAC, lado derecho CIPP - Chucuito del cual se realizó la toma de muestras.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1 Determinar los signos corporales externos e internos de alevinos de trucha arco iris

Generalmente las enfermedades de las truchas son ocasionadas principalmente por contagios directos o indirectos, frecuentemente ocasionadas por microorganismos como bacterias, virus, protozoarios, hongos y gusanos, los cuales se manifiestan en signos corporales externos e internos.

En los siguientes cuadros y gráficos, se presentan los resultados de la observación de la presencia o ausencia de signos externos e internos en individuos de trucha arco iris, los cuales fueron colectados de tres zonas de producción en la Región de Puno, como son el CIPP –Chucuito, Cachipucara – llave y Arapa S.A.C. –Iscajapi.

Tabla 1. Número de individuos evaluados en las tres zonas de estudio con presencia o ausencia de signos externos e internos.

Individuos	Zonas de estudio			Total
	CIPP – Chucuito	C.P. Cachipucar	Arapa S.A.C.	
Con presencia de signos externos e internos	22	22	22	66
Sin presencia de signos externos e internos	3	3	3	9
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>75</b>

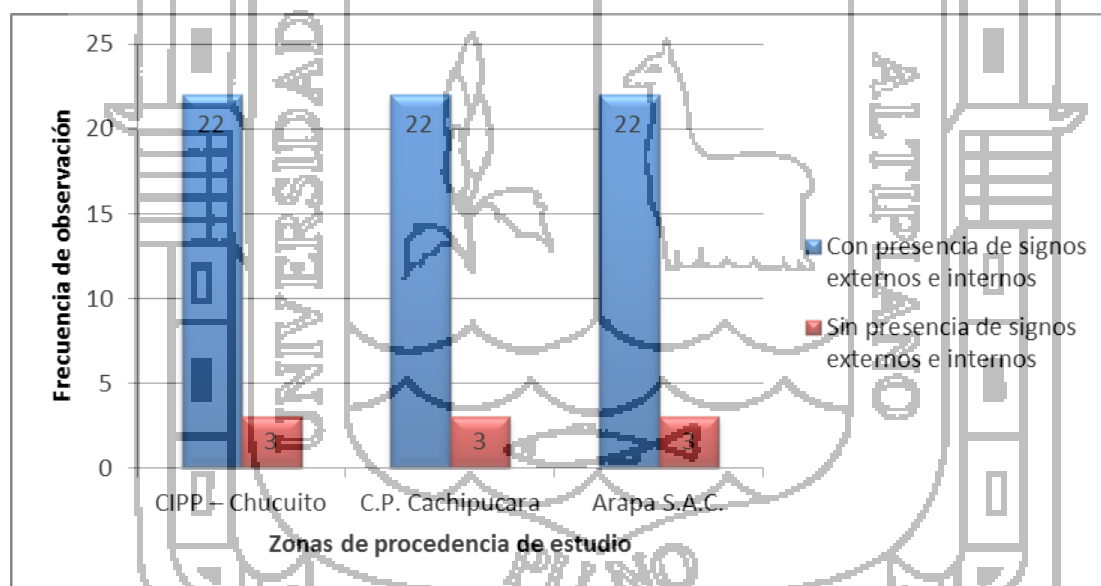


Figura 9. Número de muestras evaluadas en las tres zonas de estudio.

En la tabla 1 y figura 9, se presenta el total del tamaño de muestra estudiado en esta investigación, el cual estuvo conformado por 25 individuos en cada zona de

estudio. De 25 individuos evaluados, 22 resultaron con signos externos e internos, los restantes 3 no lo presentaron, los cuales se constituyeron en los controles o testigos.

La sintomatología y lesiones de las enfermedades infecciosas de los peces carecen de la especificidad suficiente como para establecer un diagnóstico definitivo del posible agente patógeno (Gibello *et al.*, 2001). La presencia de signos externos e internos en individuos juveniles de trucha arco iris, probablemente se deba a una alta densidad de cultivo, las deficiencias en el recambio de agua, la acumulación de alimento y excretas en las jaulas, los cuales pueden contener microorganismos, que encuentren las condiciones adecuadas para multiplicarse y atacar a las truchas, de igual manera una deficiencia nutricional y lesiones pueden debilitar a los peces y hacerlos presa fácil de estos organismos agresores.

Las principales causantes de enfermedades en los salmónidos son las bacterias Gram negativas; siendo el grupo de las flavobacterias responsables de cuadros patológicos habituales que afectan la piel, aletas y branquias y son conocidas como la “enfermedad bacteriana de la branquia” o “enfermedad de la columnaris”; pero en algunos casos como las infecciones por *Flavobacterium psychrophilum* (antes *Flexibacter psychrophilus* o *Cytophaga psychrophila*) (Bernardet *et al.*, 1996) pueden llegar a producir además serios procesos septicémicos (Padrós y Furones, 2002).

Tabla 2. Frecuencia de signos externos observados en alevinos de trucha arco iris en tres zonas de estudio.

Signos externos	Zonas de estudio			Total
	CIPP Chucuito	- Cachipucara	C.P. Arapa S.A.C.	
Crecimiento retardado	3	9	8	20
Exoftalmia	8	10	8	26
Malformación branquial	4	0	3	7
Escoliosis y lordosis	7	3	3	13
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>66</b>

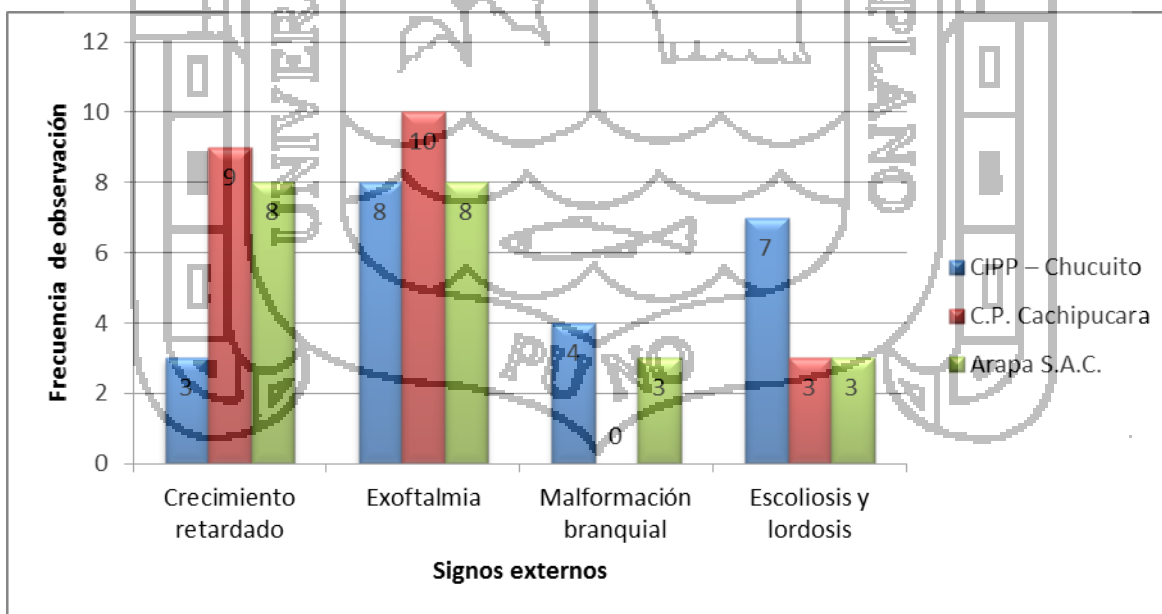


Figura 10. Signos externos observados en trucha arco iris en tres zonas de estudio.



En tabla 2 y figura 10, se presenta la frecuencia de observación de los signos corporales externos más frecuentes que se presentaron en los individuos de trucha arco iris en las tres zonas de estudio. En la figura 10, se muestra que la mayor frecuencia de crecimiento retardado y exoftalmia se presentaron en individuos procedentes de la zona de C. P. de Cachipucara con 9 y 10 individuos respectivamente; asimismo en esta misma zona de estudio no se presentaron malformaciones branquiales. Finalmente 7 individuos de trucha arco iris se encontró que presentaron escoliosis y lordosis en la CIPP-Chucuito.

En la tabla 3 y figura 11, se observa que el número de signos externos patológicos en alevinos de trucha arco iris evaluados en las tres zonas de estudio, no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $H_{\text{calc. } 0,05} = 0,07$ ;  $GL = 2$ ;  $P = 0,96$ ). En el cuadro 3 y figura 6, se observa que los signos externos patológicos observados en alevinos de trucha arco iris, no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $H_{\text{calc. } 0,05} = 6,40$ ;  $GL = 3$ ;  $P = 0,09$ ), donde la malformación que se presentó con mayor frecuencia son cuatro se obtuvo exoftalmia con 26 individuos que fue el más alto de las tres zonas de estudio, crecimiento retardado con 20 individuos, escoliosis y lordosis con 13 individuos y con menor frecuencia malformación branquial con 7 individuos.

Tabla 3. Prueba de Kruskal – Wallis (H) para la determinación de la diferencia estadística de la presencia de signos externos observados en alevinos de trucha arco iris según zona de estudio.

zonas	Tamaño de muestra	Rango promedio
CIPP - Chucuito	4	6,37
C.P. Cachipucara	4	6,25
Arapa SAC	4	6,87

$H = 0,0707721$ ;  $GL=2$ ; Valor  $P=0,965233$

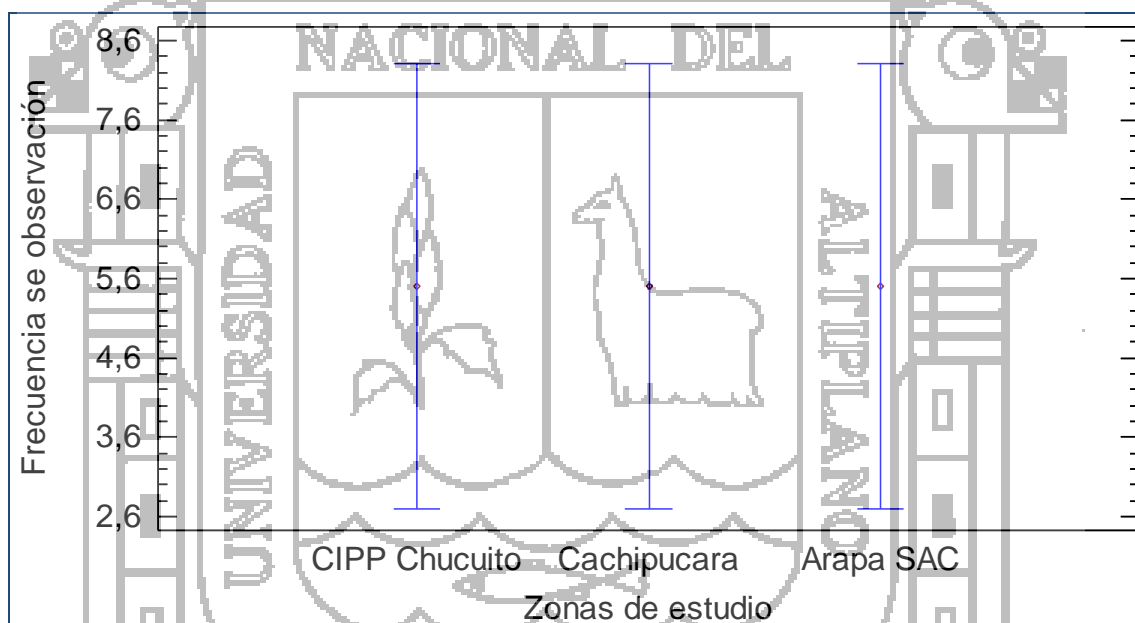


Figura 11. Contraste de la prueba de Kruskal – Wallis (H) de la frecuencia de signos externos observados en alevinos de trucha arco iris en las zonas de estudio.



Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis (H) para la determinación de la diferencia estadística de los signos externos observados en alevinos de trucha arco iris.

Signos externos	Tamaño de muestra	Rango promedio
Crecimiento retardado	3	7,83
Exoftalmia	3	10,00
Malformación branquial	3	3,50
Escoliosis y Lordosis	3	4,67

$H=6,40319$ ;  $GL=3$ ; Valor  $P=0,0935577$



Figura 12. Prueba de Kruskal – Wallis (H) para la determinación de la diferencia estadística de los signos externos observados en alevinos de trucha arco iris (CR= crecimiento retardado; EX=exoftalmia; MB=malformación branquial; EL= escoliosis y lordosis).

En estudios realizados por Castro (1994), indica que el crecimiento retardado en individuos de trucha arco iris, se debe a muchas causas, debido a la presencia de sustancias nitrogenadas y metales pesados, el tipo de estanque y la densidad del cultivo de truchas.

De igual manera Blanco (1994), menciona que la velocidad de crecimiento de *O. mykiss* se encuentra influenciada por varios factores. Entre los más destacados se encuentran la concentración de oxígeno, puesto que los alevines de 0,1 g necesitan de 1200 – 1800 mg de O<sub>2</sub>/kg/h para satisfacer su actividad metabólica, además influyen la temperatura, el alimento suministrado y el tamaño del pez.

De manera similar Montaña (2009), dice que la temperatura influye sobre la tasa de crecimiento debido a que *O. mykiss* es una especie poiquiloterma. Para fines de producción piscícola la temperatura adecuada es de 15°C.

Además Bravo *et al.* (2008), reportan que existen ectoparásitos copépodos capaces de provocar severos daños comerciales en el salmón, siendo la especie más devastadora *Caligus rogercresseyi*, con el crecimiento retardado de los peces parasitados, con el incremento de la susceptibilidad frente a otros patógenos y por los costos generados por los tratamientos,

También Higuera y Oyarzun (2012), reportaron que en la vida acuática, el cadmio puede incorporarse a los peces a través de dos rutas principales: ingestión e introducción en la agallas, este elemento metálico origina problemas en las agallas

y riñones, pobre mineralización de los huesos, anemia, crecimiento retardado y anomalías del desarrollo y comportamiento.

Peplow y Edmonds (2002) citados por Avci y Birincioglu (2005), observaron una reducción en el crecimiento y un incremento en la tasa de mortalidad en secciones de ríos por debajo de minas, llegando a la conclusión de que el efecto de concentraciones subletales de metales pesados como el Zn y el Cu reducen la razón de crecimiento.

En estudios realizados sobre exoftalmia por Al Aquarium (2012), indica que la exoftalmia o enfermedad de los ojos saltones no es considerada como una enfermedad en sí misma, ya que este cuadro patológico es síntoma de un buen número de infecciones que pueden estar causadas o no por el mismo patógeno o incluso simplemente deberse a una deficiencia nutricional. Se produce cuando se acumula una excesiva cantidad de líquido biológico en el interior del ojo o cavidad ocular del pez afectado. Una de las posibles causas de esta afección en los peces es una carencia nutricional principalmente de vitamina A. Asimismo, la ausencia de párpados en los peces expone a los ojos a una variada posibilidad de ataques bacterianos como consecuencia de cualquier herida que haya sido causada por cualquier medio, originando la exoftalmia.

Sin embargo Rodgers (1991), indica que entre los agentes bacterianos, *Yersinia ruckeri*, Este microorganismo puede originar exoftalmia con hemorragias en el

orbital. Además, presentan un oscurecimiento de la piel y distensión abdominal, se pueden observar cambios en el comportamiento de los peces, como nado cerca de la superficie y movimientos lentos.

Corroborado por Avci y Birincioglu (2005), afirma que esta enfermedad puede afectar a los peces de todas las etapas de cultivo, pero es más aguda en alevinos. Por otro lado Blanco *et al.* (2004), manifiesta que la lactococosis es una enfermedad septicémica generalizada que cursa de forma hiperaguda, con mortalidad en un alto porcentaje de los casos. Clínicamente, los animales presentan letargia, exoftalmia, hemorragias en piel y globos oculares.

Sin embargo Roberts (1989), estimó el porcentaje de malformaciones encontradas durante el periodo de larva, que comprende desde la eclosión hasta la absorción del saco vitelino es baja, se debe considerar que durante el periodo de incubación de las ovas la mortalidad puede ascender a un 15%. Arias *et al.* (1998), corrobora que este porcentaje podría corresponder también a ovas que poseen en su interior embriones malformados y que por el serio daño que presentan no alcanzan siquiera a eclosionar.

En estudios realizados por Bruno (1990), manifiesta que hoy en día las malformaciones que más frecuentemente aparecen, son las que guardan relación con la columna vertebral (escoliosis, lordosis) y mandíbula – branquial, indica que las deformaciones y anormalidades del esqueleto, y particularmente de la columna vertebral, han sido observadas en muchas especies de peces destacando dentro

de las causas factores hereditarios, injurias mecánicas, deficiencias nutricionales, parasitismo, condiciones ambientales adversas, y bajos niveles de oxígeno.

Todo ello lo corrobora Burgos (1999), Dentro de las malformaciones del tipo únicas se incluyen a aquellas que guardan relación con la columna vertebral tales como espirilización de la región tronco caudal (ERTC), escoliosis y lordosis, las causas de estas malformaciones podrían producirse por factores ambientales los cuales estarían lesionando la médula espinal dando un cambio en la dirección del eje embrionario. Debido a que tanto las condiciones ambientales, como el manejo que se le dé a los peces puede estar influyendo en la presentación de malformaciones, es importante hacer alusión a las condiciones en las cuales se mantenían tanto a ovas como a alevines.

También Duijnván (1973), señala que ciertas malformaciones de la espina dorsal pueden ser demostradas debido a la carencia de núcleoproteínas en los alimentos, estas deformaciones pueden ser la xifosis, la lordosis o la escoliosis. Este mismo autor también menciona que sin duda hay deformaciones que pueden deberse a factores hereditarios como en el caso del pez dorado cuyas anomalías hereditarias han sido originadas por la selección genética a que han sido sometidos, y por la creación de líneas consanguíneas.

Brown (1993), también coincide con los autores anteriores en que hay algunas anomalías y deformaciones que pueden ser de origen genético, en estos casos

incluye a alevines de trucha arco iris que poseen un acortamiento de la parte anterior de la columna y a los salmones con la deformación de la mandíbula. Al respecto menciona que se trata de un pool pequeño de genes que son usado en algunos cultivos de salmón.

Sin embargo Quintero (2009), manifiesta que las proteínas y los aminoácidos son muy importantes para una adecuada nutrición (cuadro 5). Las deficiencias se caracterizan en la reducción del crecimiento, la conversión alimentaria es deficiente, cataratas u opacidad completa o parcial del lente cristalino debido a la deficiencia de metionina y triptófano, causa lordosis y escoliosis transitoria, el cuerpo retorna a su condición natural cuando se restauran los niveles adecuados de triptófano en la dieta.

**Tabla 5.** Pruebas de asociación de ji cuadrado de la frecuencia de signos externos y las zonas de estudio.

Prueba	Estadístico	Gl	Valor-P
Chi - cuadrada	9,584	6	0,1433

El ji cuadrado calculado con 6 grados de libertad a un nivel de confianza de 0,05 fue de 9,584, mientras que el ji cuadrado tabulado fue de 12,59, en tal sentido se afirma que no hay diferencias de la presencia de signos externos en juveniles de trucha arco iris con respecto a las tres zonas de estudio. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula que afirma que no existe asociación entre los signos externos y las zonas de estudio.

## 5.2. Evaluar la histología pancreática en alevinos de trucha arco iris

En la tabla 6, la histología pancreática de un total de 24 individuos de trucha arco iris, 8 pertenecieron a cada zona de estudio, las muestras analizadas histológicamente fueron seleccionados por las características de los signos corporales externos que presentaron. De un total de 8 muestras colectadas de tejido pancreático, 5 muestras presentaron malformaciones en signos externos y los restantes 3 se constituyeron en los controles. Sin embargo los signos internos no presentaron compatibilidad con los signos externos más frecuentes obtenidos en las tres zonas de estudio, pudiéndose afirmar que la mortalidad de los alevinos, no están relacionadas a una infección de virus de la necrosis pancreática infecciosa (VNPI) y la histología pancreática lo corrobora porque no se encontró necrosis celular en ninguna de las muestras tomadas para esta evaluación.



Tabla 6. Muestras de páncreas para una evaluación histológica.

Observación	Zonas de estudio			TOTAL
	CIPP Chucuito	- Cachipucara	C.P. S.A.C. Arapa	
Individuos de trucha arco iris con signos externos	5	5	5	15
Individuos de trucha arco iris sin signos externos	8	3	3	9
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>

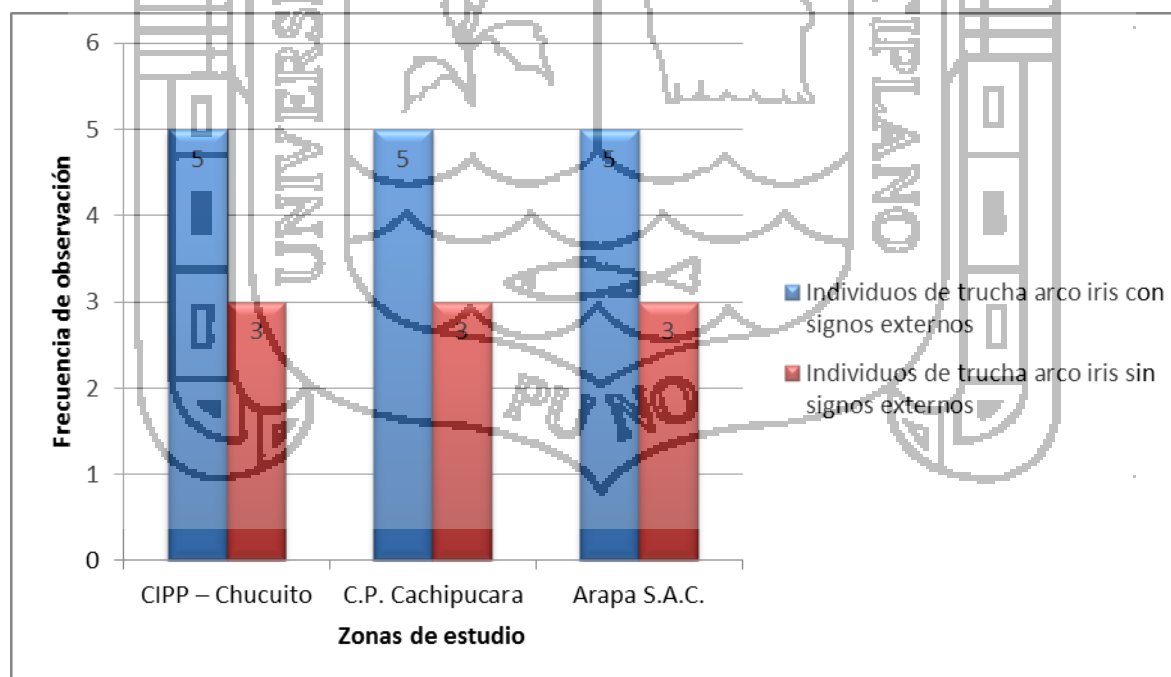


Figura 13. Número de muestras evaluadas en las tres zonas de estudio.



El páncreas en salmónidos fue observado formando nódulos que estuvieron diseminados entre la grasa del mesenterio los cuales se fijan en los ciegos pilóricos, el páncreas en el estudio exocrino contiene glándulas llamadas acinos serosos, entre tanto la parte endocrina, se agrupa en islotes de Langerhans (figura 14).



Figura 14. Páncreas-ciegos pilóricos. Donde se muestra la disposición del páncreas (oculto) en los ciegos pilóricos(+).

En la figura 14, se observa el tejido pancreático normal. En la histología normal se observa la abundancia de tejido pancreático entremezclado con la grasa mesentérica, lo cual coincide con lo reportado por Gil *et al.* (2012), que indica que el páncreas generalmente se encuentra formando por nódulos de disposición variable. En ciertas especies se localiza de forma difusa alrededor del intestino, entremezclado con la grasa mesentérica. En salmónidos los nódulos del páncreas se disponen diseminados entre la grasa del mesenterio que fija los ciegos pilóricos, formando el hepatopáncreas. Este órgano consta de una porción exocrina y otra endocrina (escasa). Existe un conducto pancreático que normalmente se une al biliar antes de desembocar en el intestino.



## HISTOLOGÍA PANCREÁTICA

El páncreas estuvo junto a los ciegos pilóricos, donde la organización histológica de este órgano presentó acinis pancreáticos distribuido dentro de lóbulos. Además la existencia de algunos islotes de Langerhans, y también fue evidente la presencia de tejido adiposo. El acini pancreático mostró una clara polaridad celular, donde la región apical fue acidofila y la región basal basofila con presencia de núcleo esférico. La acidofilia correspondió a la acumulación de gránulos uniformes.



Figura 15. Histología pancreática en individuos de trucha arco iris, procedentes del CIPP – Chucuito.H&E 200X. Se muestra islote de Langerhans (x), venas (>), arteria (^), tejido adiposo (o), gránulos de secreción (0).



Los islotes de Langerhans no presentaron conductos ni gránulos exocrinos, estuvieron compuestos por una diversidad celular, que para el presente estudio no fue constituido dentro de la investigación (fig. 16).



Figura 16. Islote de Langerhans (→), notar la diversidad de celular rodeado de los acinis pancreáticos.



Figura 17. Glándulas exocrinas, acinis pancreáticos. Donde se observar la polaridad celular, de la región apical con gránulos y la basal con presencia de núcleos.



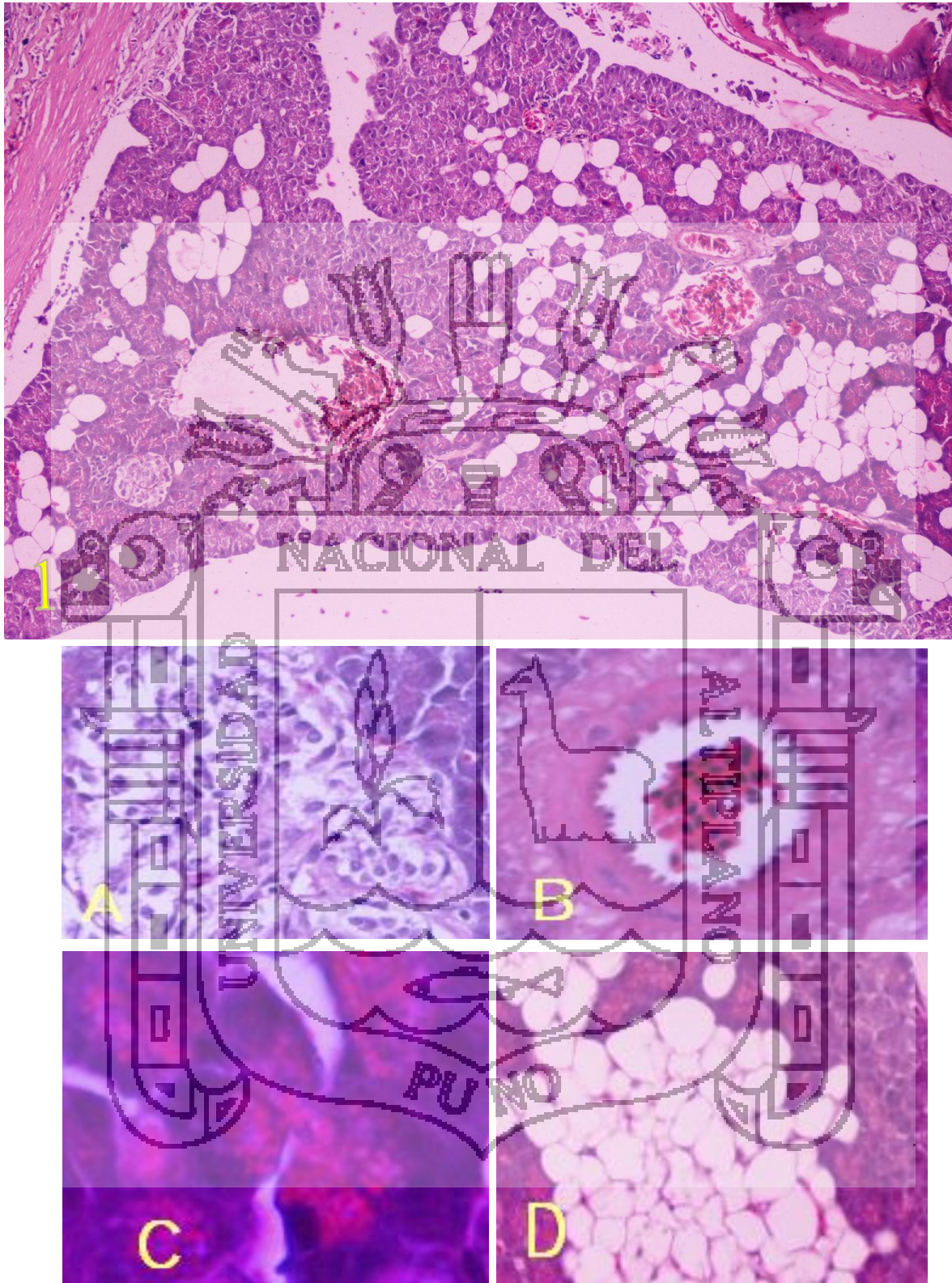


Figura 18. Histología del páncreas de trucha arco iris, procedente del CIPP-Chucuito. H&E 200X. La imagen muestra la organización general del páncreas (1), la organización de los islotes de Langerhans en forma globular (A), una arteriola con glóbulos rojos nucleados (B), presencia de gránulos de secreción (C), presencia de adipocitos (D).



En la fig. 19 se observa tejido adiposo cubriendo la mayor parte del páncreas, esto se debe al modo de alimentación que realizan los productores del C.P. Cachipucara – llave, que es ad libitum y/o hasta que la trucha deje de comer, no como la tabla de alimentación lo indica que debe de ser por peso y talla.

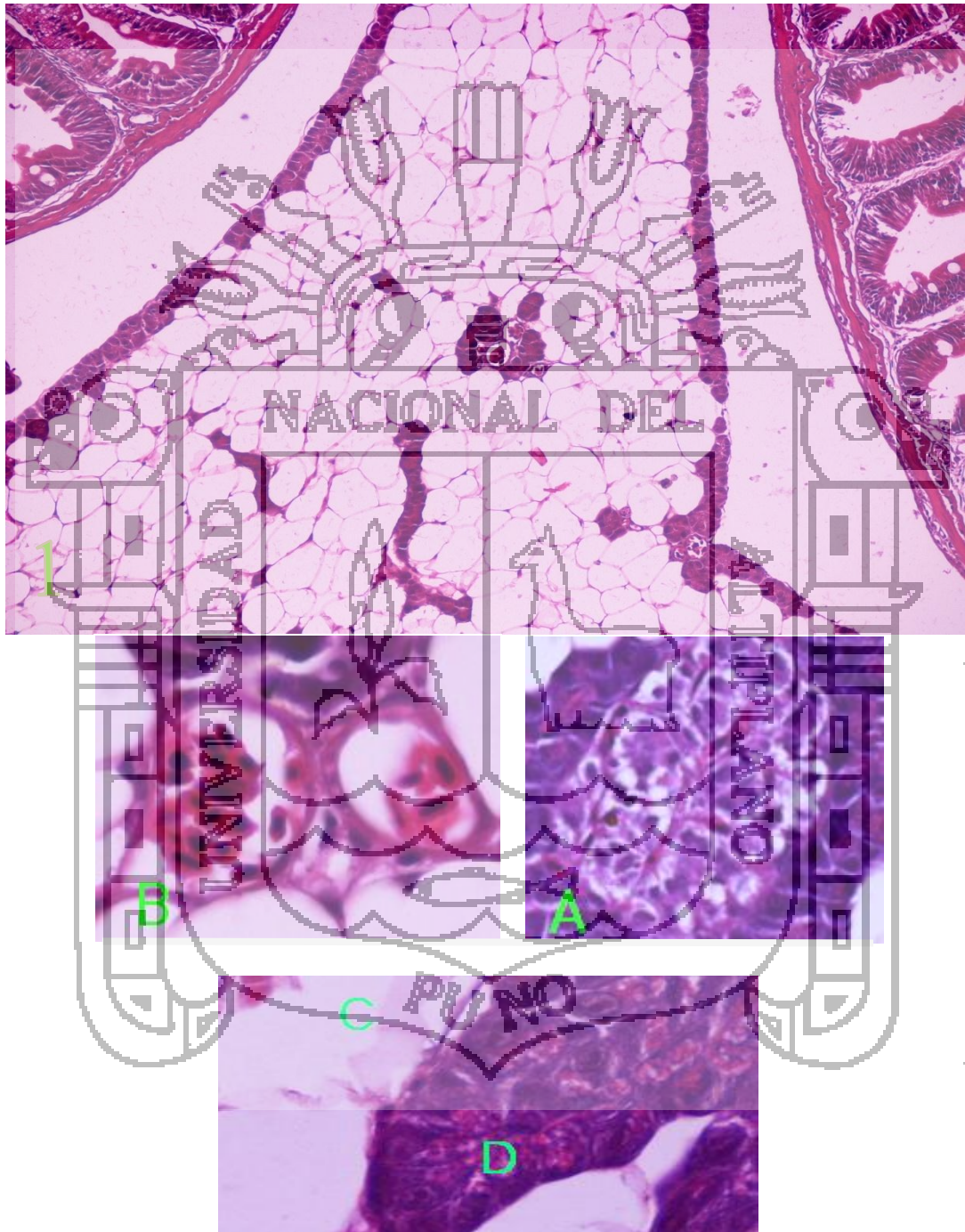


Figura 19. Histología del páncreas de trucha arco iris, procedente de C.P. de Cachipucara – llave. H&E 200X. (1) muestra la organización general del páncreas, (A) islote de Langerhans en forma globular, (B) dos vénulas con glóbulos rojos nucleados, (C) adipocitos, (D) gránulos de secreción.





Figura 20. Histología del páncreas de trucha arco iris, procedente de Arapa S.A.C. H&E 200X. (1) Muestra la organización general del páncreas, (A) islote de Langerhans en forma globular, (B) arteriola con glóbulos rojos nucleados, (C) adipocitos, (D) gránulos de secreción.



La evaluación histopatológica del páncreas, se realizó debido a que este órgano presenta una necrosis severa después de la infección del viral (VNPI). Mateo (2011), afirma que el rango de edad más susceptible a las infecciones por VNPI (necrosis pancreática infecciosa) es en alevines de 2 a 3 semanas; entre los signos externos, se reportan a la hemorragia ventral y el abdomen distendido; mientras que entre los signos internos se presenta la hemorragia en los ciegos pilóricos, el estómago y el intestino anterior con materia lechosa. A nivel de histopatología intestinal presenta necrosis y desprendimiento del epitelio, a nivel del páncreas se presenta una necrosis severa.

En los tejidos pancreáticos evaluados, no presentan necrosis pancreática como los muestra las figuras 15, 16, 17, 18, 19, 20, los resultados no fueron compatibles con la enfermedad provocada por una infección viral, Vicentini *et al.* (2005), corroboran que la observación de acinos pancreáticos asociados a ductos biliares localizados dentro del parénquima hepático identificados también por otros autores (Ferguson 2003).

Ultra estructuralmente, los hepatocitos presentan características muy similares. En este trabajo de investigación, se planificó la búsqueda de asociación de los signos internos y externos compatibles a la presencia de una infección viral, lo cual fue descartada según los resultados obtenidos histológicamente, debido a que este virus es una preocupación constante para la industria de la truchicultura (Labraña *et al.*, 2008). El agua es el vehículo más importante para la transmisión horizontal del virus, por lo tanto, los sedimentos próximos a las instalaciones de una piscicultura pueden convertirse en reservorios del virus

## CONCLUSIONES

- Las malformaciones más frecuentes que se encontraron fueron con mayor frecuencia exoftalmia y malformaciones branquiales en menor frecuencia, además los de crecimiento retardado y escoliosis – lordosis, los cuales no tuvieron relación con la mortalidad obtenida en los peces, sin embargo las malformaciones presentan relación con la deficiencia de requerimientos nutricionales, manejo inadecuado, oxígeno y temperatura.
- Los signos internos no tienen compatibilidad con una infección viral debido a que en la necropsia la cavidad celómica no presentó ascitis, se observó el páncreas y la grasa abdominal sin presencia de petequias multifuncionales y en general los órganos internos no presentaron la coloración pálida.
- Comparando histológicamente una lámina de páncreas infectada con IPNV y láminas obtenidas de las muestras de las tres zonas de producción de la región de Puno no presentaron necrosis celular, por lo tanto no hay compatibilidad con una infección viral.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Sugiero que se realice más estudios sobre las causas de la mortalidad existente en alevinos sembrados en los meses de enero a marzo y las causas de las malformaciones que existen en las zonas de producción de trucha de la región de Puno, utilizando otros métodos y técnicas. En vista que la mortalidad causa pérdidas económicas a los productores de trucha.



## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- AL AQUARIUM. 2012. Portal con reportes de patología de peces. Página web:  
<http://www.alaquairum.net/exoftalmia.htm>. Fecha de revisión: 05 de diciembre del 2012.
- AQUA. Revista de Acuicultura. 2007. Un factor clave, eficiencias durante el alevinaje. Revista de Acuicultura. Fundación Chile. Año19, No. 116: p. 21 – 27.
- AKVAFORSK. 1997. Abnormal de velopment in salmon fry. (Preliminary Report).
- AVCI H. Y BIRINCI OGLU S. 2005. Pathological findings in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) experimentally infected with *Yersinia ruckeri*. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. Vol. 29: p. 1321 – 1328.
- BERNARDET J., SEGER P., VANCANNEYT M., BERTHE F., KERSTERS K. Y VANDAMME P. 1996. Cutting a Gordian Knot: Emended Classification and Description of the Genus *Flavobacterium*, Emended Description of the Family Flavobacteriaceae, and proposal of *Flavobacterium hydatis* (Basonim, *Cytophaga aquatilis* Strohl and Tait 1978). International Journal of Systematic Bacteriology. Vol. 46: p. 128 – 148.
- BLANCO M. 1994. La trucha. Cría industrial. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 488 p.

- BLANCO M., LIÉBANA P., GIBELLO A., ALCALÁ C., FERNÁNDEZ – GARAYZÁBAL J. Y DOMÍNGUEZ L. 2004. Principales patologías bacterianas en la piscicultura española. Dpto. de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. Madrid – España. Página web: [www.veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)
- BURGOS A. M. 1999. Malformaciones encontradas en alevines de salmón del atlántico (*Salmo salar*) provenientes de ovas nacionales e importadas en una piscicultura de la Décima Región, Chile. Tesis presentada para obtener el título de licenciado en medicina veterinaria. Valdivia- Chile.
- BRAVO S., MARÍN S., MONTI GUSTAVO Y SILVA M. 2008. Estrategias de manejo integrado para el control de *Caligus* en la industria del salmón en Chile. Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile. 13 p.
- BRAVO M. 2011. Manual de procedimientos y técnicas histopatológicas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo – Morelia, Michoacan – México. 75 p.
- BROWN, L. 1993. Aquaculture for veterinarians, fish husbandry and medicine. Pergamon Press, Oxford.
- BRUNO, D.W. 1990. Jaw deformity associated with farmed Atlantic salmon. (*Salmo salar*). *Vet. Rec.* 126: 402-403.

- CAIN K. Y GARLING D. 1993. Trout culture in the North Central Region. Department of Fisheries and Wildlife, Michigan State University, East Lansing, MI 108: p. 1 – 8.
- CASTRO M. 1994. Algunos aspectos bioecológicos de la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* en el embalse pantano redondo Cundinamarca – Colombia. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 63 p.
- CASTRO G. 2010. Estandarización de la técnica RT-PCR a tiempo real para la detección del virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV) en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis de Medicina Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú. 76 p.
- CUÉLLAR L. 1984. Acuicultura e ictiopatología. Actas de Academia de Ciencias Veterinarias de Madrid. Vol. II: p. 205 – 221.
- DORSON M. and TORCHY C. 1981. The influence of fish age and water temperature on mortalities of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, caused by a European strain of infectious pancreatic necrosis virus. Journal of Fish Diseases. Vol. 4: p. 213 – 221.
- DUIJNVAN. 1973. Diseases of fish. 3ra Ed. Cox and Wyman Ltd., London.
- FERNÁNDEZ M. 2005. Estudio epidemiológico del virus de la necrosis pancreática infecciosa en salmones. Tipificación molecular de los distintos serotipos existentes en Chile. Tesis de Licenciatura en Bioquímica. Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile. 81 p.

- GARCÍA J., NÚÑEZ F., CHACÓN O., ALFARO R. y ESPINOSA M. 2003. Estudio microbiológico de tejido superficial de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y del agua circulante. Rev. Hidrobiológica. Vol. 13, No. 2: p. 111 – 118.
- GIBELLO A., BLANCO M., MORENO A., DOMÍNGUEZ L. Y FERNÁNDEZ – GARAYZABAL J. 2001. Utilización de la PCR para el diagnóstico en Ictiopatología. Revista AquaTiC. Vol. 15: p. 1 – 16.
- GIL F., AYALA D. Y LÓPEZ O. 2012. Estómago, hígado, intestino, bazo y páncreas de los peces. Manual de Anatomía Veterinaria. Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. España. p. 1 – 3.
- GODOY M. 2002. Truchicultura. Primera Reimpresión Ediciones Gama. Ayacucho – Perú. 247 p.
- GÓMEZ S., BAUDIN F. y CASTRIC J. 1994. Estudio inmunohistoquímico de la necrosis pancreática infecciosa. An. Vet. (Murcia). Vol. 10: p. 99 – 102.
- HIGUERAS P. Y OYARZUN R. 2012. Minerales, metales, gases y la salud humana y ambiental. Página web: [http://www.uclm.es/users/higueras/mga/Tema08/Minerales\\_salud\\_0.htm](http://www.uclm.es/users/higueras/mga/Tema08/Minerales_salud_0.htm).
- KLONTZ W. 1991. Producción de trucha arco iris en granjas familiares. Idaho, USA.
- LABRAÑA R., ESPINOZA J. y KUZNAR J. 2008. Detección del virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV) en sedimentos de agua dulce. Arch. Med. Vet. Vol. 40: p. 203 – 205.
- MANTILLA B. 2004. Acuicultura, cultivo de truchas en jaulas flotantes. Editora Palomino. Lima – Perú. 124 p.

- MATEO E. 2011. Principales enfermedades virales de truchas. Diapositivas presentadas en el Curso de Ictiopatología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano. 29 diapositivas.
- MCKNIGHT J. and ROBERTS J. 1976. The pathology of Infectious pancreatic necrosis. I. The sequential histopathology of the naturally occurring condition. Br Vet J. Vol. 132: p. 76 – 85.
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2010. Elaboración de estudio de mercado de la trucha en Arequipa, Cusco, Lima, Huancayo y Puno. Estudio de determinación y especificaciones de la trucha. Editorial Maximixe. 24 p.
- MONTAÑA C. 2009. Crecimiento y sobrevivencia en el levante de alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en sistemas cerrados de recirculación de agua. Escuela de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada. Santa Fe de Bogotá – Colombia. 76 p.
- OIE, Oficina Internacional de Epizootias. 2000. Necrosis Pancreática Infecciosa. Oficina Internacional de Epizootias, Aquatic Animal Enfermedad Cards, Disponible en: <http://www.oie.int>. Fecha de revisión: 07 – 04 – 2003.
- PADRÓS F. Y FURONES M. 2002. Patología bacteriana en piscicultura. Temas de Actualidad SEM N° 34: p. 13 – 21.
- QUINTERO, H. E. 2009. Aspectos nutricionales y su influencia en la salud de los peces. Guadalajara- Mexico. 54p.
- RAGASH Perú. 2009. Manual de crianza de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Manual editado por CEDEP, Municipalidad Distrital de Ragash y Antamina. Ancash – Perú. 25 p.



- ROBERTS, R.J. 1989. Fish pathology. 2nd Ed., Baillere Tindal, London.
- ROBERTS J. 1981. Patología de Los Peces VI, Virología de Los Teleósteos, Ediciones Mundi – Prensa, Madrid, España. 366 p.
- ROBERTS J. and PEARSON M. 2005. Infectious Pancreatic Necrosis in Atlantic salmon *Salmo salar* L. J Fish Dis. Vol. 28: p. 383 – 389.
- RODGERS C. 1991. The Control of enteric redmouth disease in Fish. Trouts News. Vol. 12: p. 27 – 30.
- RODRÍGUEZ M. 2000. Factores de Riesgo en la Movilización de Salmónidos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de la Pesca. Memorias de la Reunión Nacional de Trucha, agosto 2002, Toluca, estado de México, México, 177 – 179.
- RODRÍGUEZ S., ALONSO M. y PÉREZ S. 2001. Detection of infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) from leukocytes of carrier rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish Pathol. Vol. 36: p. 13 – 46.
- SALGADO C. 2000. La Necrosis Pancreática Infecciosa Enfermedad Viral en Salmónidos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de la Pesca. Memorias de la Reunión Nacional de Trucha, agosto 2002, Toluca, estado de México, México: p. 175 – 176.
- SALGADO C. 2006. Necrosis pancreática infecciosa: enfermedad emergente en la truchicultura de México. Veterinaria México, octubre – diciembre. Año/Vol. 37, No. 4: p. 467 – 477.

- SMAIL A., BAIN N., BRUNO D., KING J., THOMPSON F., PENDREY D., MORRICE S., CUNNINGHAM C. 2006. Infectious pancreatic necrosis virus in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., post – smolts in the Shetland Isles, Scotland: virus identification, histopathology, immunohistochemistry and genetic comparison with Scottish mainland isolates. *J Fish Dis.* Vol. 29: p. 31 – 41.
- TRENZADO C. 2004. Selección parental y dieta como estrategias del estrés crónico en la trucha *Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792. Tesis doctoral. Departamento de Biología Animal y Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. Granada – España. 371 p.
- VICENTINI, C. A.; FRANCESCHINI-VICENTINI, I. B.; BOMBONATO, M. T. S.; Bertolucci, B.; Lima, S. G. & Santos, A. S. Morphological study of the liver in the teleost *Oreochromis niloticus*. *Int. J. Morphol.*, 23(3):211-6, 2005.
- WAYNE D. 2002. Análisis de la variancia. Bioestadística. 4ta Ed. Editorial Limusa S.A. México D.F. 755 p.
- WOLF K. 1988. Infectious Pancreatic Necrosis. In: *Fish Viruses and Fish Disease*. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA. p. 115 – 157.