



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES “CAREN”

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

“CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL HEMATOLÓGICO Y BIOQUÍMICO DE LA TRUCHA SILVESTRE ECUATORIANA EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

AUTOR:

CÁRDENAS MONCAYO CARLOS ENRIQUE

TUTOR:

PhD. RAFAEL ALFONSO GARZÓN JARRIN

Latacunga – Ecuador

2019

AUTORÍA

“Yo CARLOS ENRIQUE CÁRDENAS MONCAYO declaro ser autor (a) del presente proyecto de investigación “Caracterización del perfil hematológico y bioquímico de la trucha silvestre Ecuatoriana en la provincia de Cotopaxi”, siendo PhD. RAFAEL ALFONSO GARZÓN JARRIN el Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga,

.....
Carlos Enrique Cárdenas Moncayo

C.I. 050362508-9

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte de **Carlos Enrique Cárdenas Moncayo**, identificado con C.I. N°. 050362508-9 de estado civil soltero y con domicilio en Salcedo, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES:

CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Medicina Veterinaria**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Septiembre 2013 – Febrero 2018

Aprobación HCD.

Tutor(a). - PhD. RAFAEL ALFONSO GARZÓN JARRIN

Tema: “Caracterización del Perfil Hematológico y Bioquímico de la trucha silvestre Ecuatoriana en la Provincia de Cotopaxi”

CLÁUSULA SEGUNDA. - EL CESIONARIO es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **EL CESIONARIO** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **EL CESIONARIO** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **EL CESIONARIO** no se halla obligado a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **EL CESIONARIO** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **EL CESIONARIO** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 20 días del mes de febrero del 2019.

Sr. Carlos Enrique Cárdenas Moncayo

Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

EL CEDENTE

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Caracterización del perfil hematológico y bioquímico de la trucha silvestre ecuatoriana en la provincia de Cotopaxi”, del estudiante Carlos Enrique Cárdenas Moncayo , de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga,

El Tutor

Firma

.....

PHD. Rafael Alfonso Garzón Jarrin

C.I.: 0501097224

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Medicina Veterinaria; por cuanto, el postulante Carlos Enrique Cárdenas Moncayo con el título de Proyecto de Investigación: “CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL HEMATOLÓGICO Y BIOQUÍMICO DE LA TRUCHA SILVESTRE ECUATORIANA EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI” ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga,

Para constancia firman:

Lector 1.

MVZ. Cristian Neptali Arcos Álvarez, Mg.

CC:180367563-4

Lector 2

MVZ. Cristian Beltrán Romero, Mg.

CC: 175698569-1

Lector 3

MV. Edilberto Chacón Marcheco, PhD.

CC: 175698569-1

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a toda mi familia por ser un pilar fundamental de apoyo en todo momento brindándome consejos y sabiendo guiarme por el mejor camino para poder terminar mi vida universitaria.

A mi tutor por instruirme de la mejor manera para la culminación de este proyecto.

A Dios por siempre cuidarme y precautelar mi salud ante todo siendo la luz en cada momento y un umbral de esperanza.

Carlos Enrique Cárdenas Moncayo

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mi madre quien siempre estuvo a mi lado y a pesar de toda adversidad que encontramos siempre estuvo conmigo inculcándome los mejores valores e impulsándome a seguir con mi estudio hasta llegar donde estoy, todo lo que soy y llegare a ser en algún momento se lo voy a deber a ella.

Carlos Enrique Cárdenas Moncayo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL HEMATOLÓGICO Y BIOQUÍMICO DE LA TRUCHA SILVESTRE ECUATORIANA EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Autor: Carlos Enrique Cárdenas Moncayo

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, en los páramos de Limpiopungo y Salayambo y en el Cantón Salcedo en los páramos de Cusubamba, para la caracterización del perfil hematológico y bioquímico de la trucha silvestre ecuatoriana (*Oncorhynchus mykiss*). Fueron capturados un total de 30 especies, en estado silvestre, para proceder a la recolección de la muestra mediante punción por la vena caudal, se tomó 1 ml de sangre en tubos minicooler de tapa lila para el perfil hematológico y 2 ml de sangre en los tubos vacoutainer de tapa roja para el perfil bioquímico las muestras fueron transportadas al Laboratorio clínico San Francisco en la ciudad de Ambato. Una vez obtenidos los resultados se los tabulo en el programa Excel se utilizó análisis descriptivo para evaluar las medias de todos los parámetros los cuales fueron los siguientes: para el perfil hematológico los valores son Hematocrito (%) 40.95, Hemoglobina (g/L) 13.07, Eritrocitos (mm^3) 4.397.333,33, Volumen glomerular medio (fl) 94.06, Hemoglobina corpuscular media (pg) 29.94, Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL) 31.86, Plaquetas (mm^3) 33700 en el leucograma se obtuvieron los siguientes valores: Leucocitos (mm^3) 14540, Neutrófilos (%) 15.53 Linfocitos (%) 78,40, Monocitos (%) 6.03, Eosinofilos (%) 0, Basófilos (%) 0 y para el perfil bioquímico los valores obtenidos fueron: Glucosa (mmol/L) 4.38, Urea (mmol/L) 2.36 , BUN (mmol/L)1.08, Creatinina (umol/L) 40.92 , AST (U/L) 152.99, ALT (U/L) 97.28, Proteínas Totales (g/L) 38.25, Calcio (mmol/L) 5.06, Fosforo (mmol/L) 7.44, Potasio (mmol/L) 24.84. Los datos obtenidos en esta investigación fueron distintos a los de literaturas anteriores en especial el hematocrito el cual se mostró alto en relación a otros estudios la aclaración de este acontecimiento radica en que los animales fueron estudiados a una altura mayor a los 3000 msnm pero teniendo concordancia en la ausencia de eosinofilos y basófilos.

Palabras Claves: trucha silvestre, bioquímica, hematología.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: “Characterization of the hematological and biochemical profile of the ecuadorian wildlife trout in the cotopaxi province”

Author: Carlos Enrique Cárdenas Moncayo

The present investigation was carried out in the Cotopaxi Province, Latacunga Canton, in the Limpiopungo y Salayambo moors as well as in the Salcedo Canton in Cusubamba moors, for the characterization of the hematological and biochemical profile of the Ecuadorian wildlife trout (*Oncorhynchus mykiss*). A total of thirty species were captured, in the wild, to proceed with the sample collection by puncture through the caudal vein, one ml of blood was taken in a minicooler tubes of lilac cap for the hematological profile and two ml of blood in a vacoutainer tubes of red cap for the biochemical profile, the samples were transported to San Francisco Clinical Laboratory in the Ambato city. Once the results were obtained and the tabulations were done in the Excel program. The descriptive analysis was used to evaluate the average of all the parameters, which were the following: for the hematological profile the values are Hematocrit (%) 40.95, Hemoglobin (g/L) 13.07, Erythrocytes (mm³) 4,397,333.33, Average glomerular volume (fl) 94.06, Average corpuscular hemoglobin (pg) 29.94, Average Concentration of corpuscular hemoglobin (g/dL) 31.86, Platelets (mm³) 33700 in the leucogram, the following values were obtained: Leukocytes (mm³) 14540, Neutrophils (%) 15.53 Lymphocytes (%) 78.40, Monocytes (%) 6.03, Eosinophils (%) 0, Basophils (%) 0 and for the biochemical profile the values obtained were: Glucose (mmol/L) 4.38, Urea (mmol/L) 2.36, BUN (mmol/L) 1.08, Creatinine (umol/L) 40.92, AST (U/L) 152.99, ALT (U/L) 97.28, Total Proteins (g/L) 38.25, Calcium (mmol/L) 5.06, Phosphorus (mmol/L) 7.44, Potassium (mmol/L) 24.84. The data obtained in this investigation were different from those of previous literatures, especially the hematocrit, which was high in relation to other studies. The clarification of this event is that the animals were studied at a height higher than 3000 m.a.s.l but having agreement in the absence of eosinophils and basophils.

Key words: Wild Trout, Biochemistry, Hematology

ÍNDICE PRELIMINAR

AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido. xi

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.INFORMACIÓN GENERAL.....	19
2.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	20
3.JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	20
4.BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	21
4.1. Directos	21
4.2.Indirectos.....	21
5.EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	21
6.OBJETIVOS	23
6.1. Objetivo General.....	23
6.2.Objetivos Específicos.....	23
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	24
7.1. TRUCHA ARCOIRIS	24
7.1.1. Origen	24
7.1.2. Características	24
7.1.3. Morfología	25
7.1.4. Tamaño	25
7.1.5. Hábitat.....	25
7.1.6. Competidores	26
7.1.7. Alimentación.....	26
7.1.8. Reproducción	26
7.2. PERFIL HEMATOLOGICO	28
7.2.1. Hematocrito.....	29
7.2.2. Hemoglobina.....	29
7.2.3. Eritrocitos.....	29
7.2.4. VGM	29
7.2.5. HCM	30
7.2.6. Plaquetas.	30
7.2.7. Leucocitos.	30
7.2.8. Neutrófilos	30
7.2.9. Basófilos	31

7.2.10. Eosinofilos	31
7.2.11. Linfocitos	31
7.2.12. Monocitos (MON o MID).....	32
7.2.13. Índices hematológicos.....	32
7.3. PERFIL BIOQUIMICO.....	33
7.3.1. Glucosa	34
7.3.2. Urea.....	34
7.3.3. BUN	34
7.3.4. Creatinina.....	34
7.3.5. ALT Y AST	35
7.3.6. Potasio.....	35
7.3.7. Sodio	36
7.3.8. Proteínas totales	36
7.3.9. Calcio	36
7.3.10. Fosforo	36
7.3.11. Potasio.....	37
8.VALIDACION DE LA HIPÓTESIS	37
9.MÉTODOLOGIAS	38
9.1. Condiciones Geográficas y ambientales	38
9.2. Obtención de la muestra sanguínea.....	38
9.4. Metodología	40
9.5. Variables a medir	40
10.ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	42
10.1 Georreferencia de la trucha silvestre ecuatoriana en la provincia de Cotopaxi	42
10.2. Perfil Hematológico	45
10.3. Leucograma.....	46
10.4. Perfil Bioquímico.....	47
11.IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)..	49
12.PRESUPUESTO DEL PROYECTO	50
13.CONCLUSIONES	51
14.RECOMENDACIONES	51

15. BIBLIOGRAFÍA.....	51
16. ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía.....	24
Tabla 2. Perfil Hematológico valores referenciales.....	32
Tabla 3. Parámetros bioquímicos	33
Tabla 4. Intervalos de referencia-Perfil Bioquímico	37
Tabla 5. Intervalos referenciales de minerales séricos en salmónidos (trucha arcoíris)....	37
Tabla 6. Variables a medir Perfil Hematológico.....	38
Tabla 7. Variables a medir Perfil Bioquímico.....	41
Tabla 8. Localización geográfica	43
Tabla 9. Resultados del hemograma de la trucha silvestre ecuatoriana.....	45
Tabla 10. Resultados del leucograma de la trucha silvestre ecuatoriana.....	46
Tabla 11. Resultados del perfil bioquímico de la Trucha silvestre ecuatoriana.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Georreferenciación Cusubamba.....	43
Figura 2. Georreferenciación Salayambo.....	44
Figura 3. Georreferenciación Limpiopungo.....	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del estudiante.....	55
Anexo 2. Hoja de vida del docente	56
Anexo 3. Captura.....	57
Anexo 4. Sujeción del animal.....	57
Anexo 5. Toma de muestra.....	58
Anexo 6. Muestra.....	58
Anexo 7. Examen de laboratorio.....	59
Anexo 8. Aval de traducción	60

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto: Caracterización del perfil hematológico y bioquímico de la trucha silvestre ecuatoriana en la provincia de Cotopaxi

Fecha de inicio: Abril 2018

Fecha de finalización: Febrero 2019

Lugar de ejecución: Provincia de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Ciencias agropecuarias y recursos naturales

Carrera que auspicia: Carrera de medicina veterinaria

Proyecto de investigación vinculado: Biodiversidad y conservación de recursos genéticos

Equipo de trabajo:

Carlos Enrique Cárdenas Moncayo. (Anexo 1)

PhD. Rafael Alonso Jarrin Garzon. (Anexo 2)

Área de conocimiento: agricultura

Sub área

62 Agricultura, Silvicultura y pesca.

64 Veterinaria, auxiliar de veterinaria.

Línea de investigación: Análisis y conservación de aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub líneas de investigación de la carrera: Biodiversidad mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se realizó en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, en los páramos de Limpiopungo y Salayambo y en el Cantón Salcedo en los páramos de Cusubamba, para la caracterización del perfil hematológico y bioquímico de la trucha silvestre ecuatoriana (*Oncorhynchus mykiss*). Fueron capturados un total de 30 especies, en estado silvestre, para proceder a la recolección de la muestra mediante punción por la vena caudal, se tomó 1 ml de sangre en tubos minicooler de tapa lila para el perfil hematológico y 2 ml de sangre en los tubos vacoutainer de tapa roja para el perfil bioquímico las muestras fueron transportadas al Laboratorio clínico San Francisco en la ciudad de Ambato. Una vez obtenidos los resultados se los tabulo en el programa Excel se utilizó análisis descriptivo para evaluar las medias de todos los parámetros los cuales fueron los siguientes: para el perfil hematológico los valores son Hematocrito (%) 40.95, Hemoglobina (g/L) 13.07, Eritrocitos (mm^3) 4.397.333,33, Volumen glomerular medio (fl) 94.06, Hemoglobina corpuscular media (pg) 29.94, Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL) 31.86, Plaquetas (mm^3) 33700 en el leucograma se obtuvieron los siguientes valores: Leucocitos (mm^3) 14540, Neutrófilos (%) 15.53 Linfocitos (%) 78,40, Monocitos (%) 6.03, Eosinofilos (%) 0, Basófilos (%) 0 y para el perfil bioquímico los valores obtenidos fueron: Glucosa (mmol/L) 4.38, Urea (mmol/L) 2.36 , BUN (mmol/L)1.08, Creatinina (umol/L) 40.92 , AST (U/L) 152.99, ALT (U/L) 97.28, Proteínas Totales (g/L) 38.25, Calcio (mmol/L) 5.06, Fosforo (mmol/L) 7.44, Potasio (mmol/L) 24.84. Los datos obtenidos en esta investigación fueron distintos a los de literaturas anteriores en especial el hematocrito el cual se mostró alto en relación a otros estudios la aclaración de este acontecimiento radica en que los animales fueron estudiados a una altura mayor a los 3000 msnm pero teniendo concordancia en la ausencia de eosinofilos y basófilos.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se da por la poca información acerca de los parámetros sanguíneos que se puede encontrar referente a las truchas en estado silvestre y así tener valores referenciales para futuras investigaciones que puedan colaborar con la propagación de la diversidad genética.

Por esta razón la información sanguínea resulta útil para pronosticar o diagnosticar morbilidad en una población basándose en la valoración sanguínea como indicadores de vulnerabilidad.

Al considerar que se trata de una especie con un valor de tipo genético dentro de la fauna silvestre en el Ecuador más específicamente en la provincia de Cotopaxi por la presencia de paramos, resulta de gran importancia efectuar caracterizaciones sanguíneas de la especie mencionada, con la finalidad de conocer los parámetros sanguíneos de dicha especie.

La biodiversidad genética representa la materia prima que permite a los criadores mejorar la producción, la eficiencia y la comerciabilidad de las especies animales y vegetales en la acuicultura (1).

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Directos

- Ministerio del ambiente.
- El investigador principal del proyecto, requisito previo a la obtención del Título en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

4.2. Indirectos

- Estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria que desarrollarán actividades de vinculación con la sociedad, elementos incluidos en la malla curricular.
- Otros pobladores de la Provincia de Cotopaxi vinculados a la producción de los animales en estudio.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las truchas se encuentran normalmente en aguas frías y limpias de ríos y lagos distribuidos a lo largo de Norteamérica, el norte de Asia y Europa. Varias especies de trucha fueron introducidas en el siglo XIX en Ecuador. También han sido introducidas en Australia y Nueva Zelanda, además de los Andes venezolanos y Perú (2). El problema en el país es que es un gran depredador de renacuajos que amenaza la diversidad de anfibios de ciertas regiones de Ecuador.

En Venezuela según Pedro J Salinas (3) se realizó un trabajo en el El Campo Experimental Truchícola La Mucuy, ubicado en La Sierra Nevada de Mérida, Venezuela, a una altitud de 2.300 msnm. El objetivo de este trabajo fue evaluar algunos parámetros sanguíneos de la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* y relacionarlos con la edad y el sexo. Las muestras de sangre se extrajeron por punción de la vena caudal y la técnica utilizada para las determinaciones hematológicas es la que tradicionalmente se emplea en humanos. Se utilizaron 60 ejemplares machos y hembras con edades entre dos y seis años y con peso

promedio (\pm DS) de $1551,25 \pm 1297,11$ g. Se encontró una alta correlación entre el peso, la longitud y la altura de las truchas ($r = 0,98$). La hemoglobina promedio de la población estudiada fue de $8,24 \pm 1,88$ g/100 ml, el hematocrito promedio alcanzó una media de $33,73 \pm 7,61\%$ y el conteo eritrocitario fue de $2,96 \times 10^6 \pm 0,71 \times 10^6/\text{mm}^3$. Al analizar las medias de los diferentes parámetros sanguíneos en relación con el sexo no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los valores hematológicos estudiados. Al incrementar la edad se observó una disminución significativa de las células sanguíneas rojas ($\alpha = 0,01$, $gl=29$). Igualmente se observó un incremento significativo, a un nivel de $0,01$ ($gl = 29$) en el volumen corpuscular medio y la hemoglobina corpuscular media al incrementar la edad de los ejemplares estudiados.

En Colombia según Rodríguez (4) la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es la especie más utilizada con fines piscícolas en las aguas frías continentales de Colombia. La tecnología de su cultivo es conocida ampliamente. Aun cuando se han presentado enfermedades mortales, éstas no han generado pérdidas graves, sin embargo, es necesario conocer los parámetros normales para tener una base comparativa en el momento en que se desencadene un proceso patológico.

En Ecuador según Reinoso (5) comparo el conteo diferencial de glóbulos blancos que presenta la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en sus dos etapas de crecimiento: juvenil 4 de meses y adulta de 8 meses de edad en la granja el Carmen, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichicha a 2780 msnm. Se aisló una población de 100 truchas arcoíris, a las que se extrajo una muestra de sangre en las dos etapas anteriormente mencionadas. Se realizó un frotis por cada muestra de sangre, pintándolos con la tinción Diff Quick y finalmente se realizó el conteo diferencial leucocitario. Después de cuatro meses se pudo realizar la comparación de los leucogramas entre juveniles y adultas, adicionalmente se diseñó un atlas leucocitario para presentar las características morfológicas generales encontradas en los glóbulos blancos de esta especie. Los análisis estadísticos demostraron que al comparar leucogramas de truchas juveniles con leucogramas de truchas adultas, no existen diferencias significativas entre las dos etapas.

Debido al aumento de esta especie en los páramos andinos del Ecuador es necesario conocer los parámetros sanguíneos que presenta la trucha silvestre para conocer el estado fisiológico en el que se encuentra dicho animal.

Existen una serie de trabajos de la especie sobre parámetros hematológicos centros piscícolas, sin embargo, son escasos por no decir nulos los trabajos publicados sobre esta especie en ambientes naturales.

Al no registrar estudios previos en Ecuador acerca de esta especie en estado silvestre el valor que presenta este tipo de investigación para el diagnóstico de enfermedades de los animales o para conocer el estado fisiológico de dicha especie se muestra con gran valor científico.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Evaluar los valores de referencia hematológica, bioquímica de la trucha silvestre de la provincia de Cotopaxi, como bases para su conservación y mejora genética.

6.2. Objetivos Específicos

- Determinar la ubicación geográfica de la trucha silvestre en la provincia de Cotopaxi mediante un GPS.
- Caracterizar parámetros hematológicos, bioquímicos con la finalidad de obtener valores de referencia fiables para ser utilizados el ámbito clínico.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. TRUCHA ARCOIRIS

La llamada trucha arcoíris, cuyo nombre científico es (*Oncorhynchus mykiss*), es un pez que pertenece al grupo de los salmónidos originarios de América del Norte, en nuestro país, su distribución natural abarca las corrientes de aguas frías y cristalinas de las zonas montañosas más altas (6).

Tabla 1. Taxonomía

Reino	Animal
Sub Reino	Metazoa
Sub Phylum	Vertebrata
Clase	Osteichtyes
Sub Clase	Actinopterygii
Orden	Isospondyli
Sub Orden	Salmonidei
Familia	Salmonidae
Genero	Oncorhynchus
Especie	Oncorhynchus mykiss
Nombre Vulgar	“Trucha arco iris”

Fuente. (7)

7.1.1. Origen

“La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), es un pez que pertenece a la familia Salmonidae, del orden Salmoniformes y clase Actinopterygii. La trucha arco iris es originaria de la parte occidental de Norteamérica, desde Alaska hasta México. La trucha arco iris fue introducida para su cultivo en aguas americanas excepto la Antártida” (8).

7.1.2. Características

La trucha arcoíris se caracteriza por tener un cuerpo cubierto con escamas muy finas y de forma fusiforme, su coloración es variada dependiendo del hábitat, de la edad o del estado de maduración sexual y otros múltiples factores (9).

Las influencias del ambiente en riachuelos sombreados presentan color plomo oscuro mientras que en un estanque bien expuesto a los rayos del sol ofrece un color mucho más claro, verde oliva en su parte superior luego una franja rojiza para finalizar con el

abdomen blanco; además posee gran número de máculas negras en la piel, a manera de lunares, por lo que en otros lugares se le llama también trucha pecosa (10).

7.1.3. Morfología

La trucha arcoíris presenta un cuerpo alargado y fusiforme, con 60- 66 vértebras, 3-4 espinas dorsales, 10-12 radios blandos dorsales, 3-4 espinas anales, 8-12 radios blandos anales y 19 radios caudales. Como todos los salmónidos, tiene una aleta adiposa, generalmente con un borde negro. Una banda irisada rosácea longitudinal le marca los flancos. Por encima de ella es de color azul a verde, por debajo el vientre es color gris plateado o blanquecino (11).

Este tipo de especie está caracterizada por tener el cuerpo cubierto con finas escamas y de forma fusiforme (forma de huso), su coloración es variada de acuerdo al ambiente en que vive, edad, estado de maduración sexual y otros factores, como por ejemplo la influencia del ambiente en riachuelos sombreados puede presentar un color plomo oscuro mientras que en un estanque bien expuesto a los rayos del sol ofrece una tonalidad mucho más clara, verde oliva en su parte superior luego una franja rojiza para finalizar con el abdomen blanco; además posee gran número de máculas negras en la piel, a manera de lunares, por lo que en otros lugares se le llama también trucha pecosa .La denominación de trucha arco iris se debe a la presencia de una franja de colores de diferentes tonalidades, con predominio de una franja rojiza sobre la línea lateral en ambos lados del cuerpo (12).

7.1.4. Tamaño

Las formas sedentarias pueden alcanzar los 4,5 Kg en 3 años, mientras que en el mismo tiempo las de lagos o mar pueden llegar a los 7-10 Kg. Su velocidad máxima es de 5 m/s, pero se desplaza lentamente para ahorrar energía. Los movimientos en S tienen lugar gracias a la aleta caudal, facilitados por los músculos de la cola, que le permite avanzar o recular. Se paran desplegando las aletas pares y cambian de dirección gracias a las pectorales. Pueden efectuar saltos de hasta un metro (13).

7.1.5. Hábitat

La trucha arcoíris habita en aguas salobres, dulces o en aguas marinas de zonas templadas. La trucha anádroma, se desarrolla y reproduce tempranamente en arroyos de agua dulce y después migra al océano en donde pasará su vida adulta. Cuando están en agua dulce se ubican en temperaturas de hasta los 24-25 °C. Las que no son anádromas permanecen en ríos o arroyos frescos, cerca de zonas con vegetación que facilitan la sombra. La especie

(*Oncorhynchus mykiss*) necesita de lechos gravosos para depositar sus huevos, son sensibles a las condiciones que los llenen de sedimentos o la limpieza de canales en los que habita. Las truchas juveniles se encuentran en aguas tranquilas, ya que pueden morir en cursos demasiado rápido (14).

7.1.6. Competidores

En los ambientes naturales a nivel de alevines, sus principales competidores son los peces nativos, luego a medida que va desarrollando se convierte en predador de los peces nativos, ya que es muy voraz. La trucha como predador es territorial, vive en un área o espacio que defiende desde que es alevín y comienza a comer, ocupa un sitio determinado en posición contraria a la corriente del río, que solo abandonará cuando pase un organismo vivo que le sirva de alimento o cuando quiera expulsar de él a otro congénere, a medida que va adquiriendo mayor tamaño tiene mayor agresividad y trata de expandir su territorio obligando a los pequeños a emigrar o colonizar otras partes del río (15).

7.1.7. Alimentación

Las truchas son animales predadores que subsisten capturando y devorando otros seres vivos. Su aparato digestivo está preparado para el aprovechamiento de proteínas animales y sólo pueden digerir y aprovechar una variedad muy limitada del producto vegetal, las truchas que habitan en los ríos, arroyos y lagunas que nacen de las montañas, se comen unas a otras, siendo las víctimas los más pequeños que existen en el medio. También son predadores según su tamaño, sobre larvas de insectos, crustáceos y moluscos de agua dulce. Se puede decir entonces que la trucha es un pez carnívoro en Ecuador los anfibios en estado inmaduro es el principal alimento de la trucha arcoíris que se encuentra en estado silvestre (16).

7.1.8. Reproducción

Los machos de la trucha arcoíris siempre son de un mayor tamaño y 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 (17).

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 (18).

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 (19).

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. Se menciona que 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. En el ciclo de vida de la trucha arco iris se describen generalmente cinco etapas que son (20):

- Huevo: una vez que se ha fertilizado los huevos, estos son incubados en el nido construido por la hembra; la velocidad de desarrollo de los huevos depende en gran medida de la temperatura del agua, la óptima se sitúa entre los 8 y 12 °C. A una temperatura de 10 °C la eclosión del alevín será a los 31 días, mientras que a 15.6 °C la eclosión será a los 19 días (20).
- Alevín: al concluir el desarrollo embrionario, el alevín eclosiona y se alimenta de las reservas nutricionales contenidas en el saco vitelino durante dos o cuatro semanas dependiendo de la temperatura. Una vez que estas reservas han sido agotadas y el saco vitelino ha sido absorbido, el alevín se transforma en cría y asciende a la superficie; esta fase dura entre 14 y 20 días (20).
- Cría: en esta fase empiezan a nadar mas libremente y procurarse el alimento por sí mismos. Conforme crecen y sobreviven, las crías continúan su desarrollo, cuyo ritmo depende de una serie de factores, tales como la duración del día, la temperatura y la abundancia de alimento (20).
- Juvenil: en esta etapa los organismos tienen todas las características de los adultos, es decir, ya tienen hábitos propios de la especie, como ser activos y nadar contra

la corriente, atrapar sus presas para alimentarse, haciéndolo con pequeños peces de otras especies, ranas, etc. Se diferencian de los adultos en que aún no han madurado sexualmente (20).

- Adulto: dependiendo de las condiciones físicas del hábitat, una buena parte de las truchas de una determinada población maduran entre los 15 y 18 meses de edad, sin embargo, la mayoría alcanza su madurez dos meses después. Cuando ocurre la maduración, los peces cambian de coloración, de tal manera que adquiere las características típicas de la trucha adulta (20).

7.2. PERFIL HEMATOLOGICO

El hemograma completo (HC) es un perfil de pruebas utilizado para describir la cantidad y calidad de los elementos celulares presentes en la sangre y de algunas sustancias halladas en el plasma. El HC es un método de detección efectivo en relación con los costos, que detecta muchas anormalidades y cuadros patológicos (21).

El hemograma completo (HC) debe ser evaluado de manera sistemática. El primer paso incluye identificar los resultados de una prueba anormal y utilizar los términos científicos adecuados para describir las anormalidades. Los adjetivos tales como leve, moderado o marcado reflejan la magnitud del cambio. Los resultados anormales de las pruebas son los que por lo general no están incluidos dentro de los valores de referencia para esa especie. No obstante, dichos valores de referencia habitualmente corresponden a animales adultos, no separados por edad, sexo o raza. Estos factores pueden ser significativos (21).

El un examen de Hematología Completa o Perfil Hematológico es el examen más común que se tiene a la mano para el estudio de la sangre, el viene dado a través del recuento y análisis de los componentes que posee la sangre (glóbulos rojos o hematíes, glóbulos blancos o leucocitos y plaquetas). Este examen se lo llega a realizar tomando una muestra de sangre de la especie analizar (22).

El recuento sanguíneo completo tiene componentes tanto cualitativos como cuantitativos, el componente cualitativo es la evaluación de la morfología de los glóbulos en el frotis sanguíneo periférico. Los componentes cuantitativos comprenden todas las cantidades numéricas que se encuentran en el recuento 20 sanguíneo completo: recuentos totales de glóbulos, recuento diferencial de glóbulos blancos, hematocrito, hemoglobina, índices de glóbulos rojos y proteína total en plasma. La correcta interpretación de hemogramas se

basa en una clara comprensión de la fisiología y patofisiología de los diversos componentes del sistema hematopoyético (23).

Los parámetros que se reportan en un examen hematológico completo es:

7.2.1. Hematocrito.

Es un valor que muestra el porcentaje de la sangre que se encuentra formando los globulos rojos, es de gran utilidad cuando se requiere identificar el grado de deshidratación que tiene (24).

Un Hematocrito aumentado refleja que la sangre es muy espesa, dificultando su flujo por los vasos sanguíneos y aumentando la probabilidad de formación de coágulos, por otro lado, un hematocrito disminuido indica que hay poca cantidad de glóbulos rojos que transporten oxígeno a los tejidos y, desde estos, CO₂ a los pulmones. el organismo (24).

7.2.2. Hemoglobina.

Expresa la concentración de Hb presente en la muestra de sangre, la cual en la mayoría es de 9 a 15 g/dL. La hemoglobina es una proteína que opera como transporte de gases como oxígeno, dióxido de carbono, y monóxido de carbono; a más de participar en el equilibrio ácido base su valor es de 13 a 16 g/dL. La interpretación del aumento o disminución de su hematocrito y concentración de eritrocitos (25).

7.2.3. Eritrocitos

Son los encargados de darle el color rojo a la sangre, en su composición contienen hemoglobina (proteína rica en hierro) esta es la encargada de recoger oxigeno de los pulmones, para poder trasportarlos por todo el cuerpo. Por lo general se tiene de 4 a 5 millones de hematíes por mililitro de sangre, y en 12 a 17 gramos de hemoglobina por decilitro de sangre. Un glóbulo rojo tienen un tiempo de vida medio de 3 meses, por lo general mueren y se reponen constantemente en el cuerpo humano (26).

7.2.4. VGM

El VGM es el volumen eritrocitario medio de la muestra analizada expresada en fentolitros. Se denomina macrocitos a los valores más altos que los normales y microcitos a los más bajos. El VGM se puede apreciar a partir del examen microscópico de una extensión en palia. También se puede calcular a partir del hematocrito y el recuento de hematíes por la fórmula: $VGM = Hct. \times 10 / n^{\circ} \text{ hematíes}$ y por los contadores automáticos que son más precisos y fiables (27).

7.2.5. HCM

La hemoglobina corpuscular media (HCM) es un estudio de laboratorio que se realiza para evaluar los glóbulos rojos de la sangre. La HCM es una medida de la media de la concentración de hemoglobina presente en un glóbulo rojo. Informa del contenido medio de Hb de cada hematíe. Es la Hb [g/dl]/eritrocitos [$\times 10^{12}/l$]⁴. Puede estar disminuido (hipocromía) o aumentado (hipercromía) y en general se correlaciona con el VCM (está disminuido en las anemias microcíticas y elevado en las macrocíticas) (28).

7.2.6. Plaquetas.

Las plaquetas son fragmentos pequeños anucleados de citoplasma de 2 a 4 μm , en animales esto representa aproximadamente un 25 - 50% de diámetro de los eritrocitos con presencia ocasional de plaquetas grandes. Las plaquetas provienen de los megacariocitos en la médula ósea su citoplasma es claro y de un gris pálido con números gránulos rosa púrpura, se producen en la médula ósea a partir de los megacariocito, pero también en el parénquima pulmonar y esplénico, permanecen en sangre durante 10 días (25).

7.2.7. Leucocitos.

Los linfocitos de la sangre periférica pueden originarse tanto en la médula ósea como el en timo, en animales sanos los linfocitos derivan aproximadamente un 70% del timo y un 30% de la médula ósea, tienen un tamaño de 9-12 μm . Viven desde 12 horas hasta algunos años, participan en la inmunidad celular y humoral, elaboran moduladores celulares como las linfoquinas e interferón, pero no efectúan fagocitosis. La linfopoyesis se lleva a cabo en los tejidos linfoides y depende del grado o tipo de estimulación antigénica así como de la influencia de un conjunto de interleucinas que estimulan a los linfocitos B a dividirse o transformarse en células efectoras que producen inmunoglobulinas ; las células plasmáticas son las últimas derivadas de los linfocitos B, determinados antígenos estimulan a los linfocitos T a dividirse o transformarse en células efectoras que producen linfoquinas y median la inmunidad celular (25).

Esta es una breve descripción de los leucocitos:

7.2.8. Neutrófilos

En la medula ósea existe un compartimiento de reserva de neutrófilos que son los primeros en salir al torrente sanguíneo en caso de necesidad, siendo capaz de abastecer la demanda normal de 5 días. Solo hay un incremento de la producción por parte de la medula ósea después de 3 o 4 días, de ahí que sea importante el comportamiento de

reserva. La estancia media del neutrófilo en el torrente sanguíneo es de 6 a 10 horas, los neutrófilos constituyen la principal defensa contra la invasión de tejidos por microorganismos, los neutrófilos eliminan bacterias, pero también pueden participar en la destrucción de hongos, algas o virus (29).

7.2.9. Basófilos

Los basófilos son raros de encontrar en sangre periférica, son del mismo tamaño o mayores que los neutrófilos, el núcleo tiene menos lobulaciones que un neutrófilo y suele adoptar una forma de cinta trenzada, el citoplasma es de color azul grisáceo, los basófilos y los mastocitos juegan un papel importante en la reacción de hipersensibilidad inmediata (29).

7.2.10. Eosinofilos

Estas células suelen ser de mayor tamaño que los neutrófilos y normalmente se encuentran en bajo número en animales sanos. El núcleo aparece segmentado, pero se divide en pocos lóbulos, con cromatina poco compacta y citoplasma claro que presenta gránulos llamativamente rosáceos, tiene un papel importante en la inflamación aguda ya que sus gránulos citoplasmáticos poseen enzimas similares a las de los neutrófilos además de otras proteínas degradantes y oxidativas, y enzimas antiinflamatorias (29).

7.2.11. Linfocitos

Son de pequeño tamaño, escasamente mayores a un eritrocito y con un núcleo redondeado densamente tejido donde predomina la cromatina compacta. El citoplasma es escaso y a veces incluso imperceptible. El linfocito es la célula principal de las involucradas en la respuesta inmune. A medida que recirculan, los linfocitos están vigilantes ante la posible presencia de antígenos a los cuales previamente ya ha sensibilizado (29).

Viven desde 12 horas hasta algunos años, participan en la inmunidad celular y humoral, elaboran moduladores celulares como las linfoquinas e interferón pero no efectúan fagocitosis la linfopoyesis se lleva a cabo en los tejidos linfoides y depende del grado o tipo de estimulación antigénica así como de la influencia de un conjunto de interleucinas que estimulan a los linfocitos B a dividirse o transformarse en células efectoras que producen inmunoglobulinas ; las células plasmáticas son las últimas derivadas de los linfocitos B, determinados antígenos estimulan a los linfocitos T a dividirse o transformarse en células efectoras que producen linfoquinas y median la inmunidad celular (25).

7.2.12. Monocitos (MON o MID)

Se originan en la médula ósea y a diferencia de los granulocitos, se liberan en la circulación periférica como células inmaduras y se transportan a los tejidos en donde pueden diferenciarse en macrófagos, células epiteloideas o células inflamatorias gigantes multinucleadas, tienen un tamaño de 15–20 μm . La vida de los monocitos varía desde algunas semanas hasta varios meses, la evolución continua de los monocitos a macrófagos representa la segunda línea de defensa del sistema fagocítico circulante, su función principal es la de fagocitosis y regulación de la respuesta inflamatoria por medio de la liberación de mediadores inflamatorios, intervienen el procesamiento de antígenos para su presentación a linfocitos y también participan en la regulación de las reservas de hierro del organismo (25).

7.2.13. Índices hematológicos.

La hematología también permite evaluar parámetros como la cantidad de hemoglobina que contiene cada glóbulo rojo, así como el tamaño de estos últimos, esto es de gran utilidad al momento de establecer cuál es la causa de la anemia cuando esta se encuentra presente.

Tabla 2. Perfil Hematológico valores referenciales

Parametros	Valores referenciales
Hemoglobina (g/dl)	10,04 \pm 1,66
Hematocrito (%)	44,07 \pm 10,92
Eritrocitos (mm^3)	1.368.332 \pm 368.999
Linfocitos (mm^3)	81.530 \pm 16.520
Monocitos (%)	15,67 \pm 14,02
Neutrófilos (%)	4,20 \pm 4,20
VCM (fL)	74,40 \pm 20,72
HCM (pg)	327,80 \pm 127,34
CHCM (%)	23,01 \pm 5,20
Plaquetas (mm^3)	13.890 \pm 67.230

Fuente. (30)

7.3. PERFIL BIOQUIMICO

Al recoger sangre para análisis bioquímico se debe llevar en consideración que la contención el manejo del pescado por tan sólo 30 segundos puede provocar cambios en los analitos bioquímicos plasmáticos. Los cambios in vitro después de la recolección de sangre pueden minimizarse separando el plasma de los eritrocitos tan pronto como sea posible después de obtener el espécimen. El volumen de muestra obtenido depende del tamaño del pez y puede limitar el número de análisis bioquímicos (31).

Tabla 3: Parámetros Bioquímicos

PARAMETROS BIOQUIMICOS
Glucosa en sangre
BUN
Urea
Creatinina
ALT
AST
Proteínas Totales
Calcio
Potasio
Fosforo
Sodio

Fuente. Directa

Parámetros bioquímicos

Los principales analitos que se miden en bioquímica clínica de peces se describen en el Capítulo I y son: urea, creatinina, proteínas totales, albumina, globulinas, calcio, fósforo, sodio y potasio y cloro, ALT, AST, GD, ALP, LDH, CK, ALT, Lactato, glucosa, triglicéridos, colesterol. A continuación, se describirá en cuáles situaciones pueden ser necesaria la medición de esos analitos y cómo interpretar sus variaciones plasmáticas (31).

Parámetros Bioquímicos

Los parámetros bioquímicos en un análisis sanguíneo son:

7.3.1. Glucosa

La glucosa es el sustrato energético más importante del organismo. En la mitocondria celular y a través del ciclo de Krebs se transforma en energía, en forma de moléculas de ATP (adenosin trifosfato), para ser utilizada en las reacciones químicas que requieran tal aporte de energía. La glucosa se incorpora al organismo con la ingesta. Tras su ingestión, si no es necesaria en este momento, en el hígado se convierte en glucógeno o grasa y se almacena. Ante una demanda de glucosa se obtiene de nuevo a partir del glucógeno mediante el proceso de la glucogenolisis o a partir de los aminoácidos por el proceso de neoglucogénesis. La concentración de glucosa en sangre se mueve entre límites estrechos, sin ocasionar sintomatología. Los niveles de glucemia están regulados por la acción hipoglucemiante de la insulina y la acción hiperglucemiante del glucagón, cortisol, catecolaminas y hormona del crecimiento. La determinación de la glucemia es útil para el diagnóstico y monitorización de las enfermedades metabólicas de los carbohidratos como la diabetes mellitus (32).

7.3.2. Urea

La urea es el producto final del catabolismo de las proteínas. Tras sintetizarse en el hígado a partir de los aminoácidos, la urea pasa a la sangre y de aquí es eliminada finalmente por el riñón. El término “Nitrógeno ureico”, aunque similar, no es un concepto equivalente al de urea. Esta expresión procede del hecho que, tradicionalmente, se ha venido determinando la urea a partir del nitrógeno contenido en el amoníaco que se forma por acción de la enzima ureasa sobre la propia urea de la sangre (32).

7.3.3. BUN

La concentración de urea comúnmente se reporta como nitrógeno ureico sanguíneo (BUN), y ocasionalmente como nitrógeno ureico sérico (SUN), o concentración de nitrógeno ureico (UN). Dos grandes procesos alteran la concentración de la urea en el suero estos son la tasa de síntesis de urea por los hepatocitos y la tasa de aclaramiento de la urea por los riñones. La tasa de síntesis de la urea depende de forma primaria de la función hepática y está influenciada por alteraciones de la dieta a base de proteínas o su catabolismo. La tasa de aclaramiento renal de la urea depende de la tasa de proteína o su catabolismo (33).

7.3.4. Creatinina

La creatinina es el producto resultante del catabolismo muscular, formándose a partir del fosfato de creatina que contiene el músculo. Tras pasar a la sangre se elimina por el riñón.

La creatinina filtra libremente en el glomérulo y no es reabsorbida por el túbulo. La determinación de creatinina es el mejor indicador de la función renal. Su concentración depende de la masa muscular y en mucha menor medida de la ingesta de proteínas (32).

7.3.5. ALT Y AST

Las transaminasas AST y ALT catalizan la conversión de aspartato y alanina a oxaloacetato y piruvato respectivamente. En el hígado se encuentran los niveles más altos de ALT, mientras que la AST se encuentra presente en el corazón, músculo esquelético e hígado en cantidades similares. La actividad en el suero de tanto la AST como la ALT aumenta rápidamente durante el comienzo de la ictericia viral y permanece elevada por 1 a 2 semanas. En las hepatitis tóxicas también se elevan la ALT y la AST, pero la LDH se eleva mucho más como resultado de la necrosis celular hepática. En los pacientes con hepatitis crónica activa también se observan aumentos en la AST y ALT. La necrosis hepática aguda se acompaña por incrementos significativos en las actividades tanto la ALT y la AST (34).

El aumento en la actividad de la ALT es generalmente mayor que el incremento en la actividad de la AST. En la cirrosis del hígado las actividades de las transaminasas séricas generalmente no se elevan por encima de 300 U/L, sin importar la causa de la enfermedad cirrótica. Las elevaciones en las ALT y AST séricas observadas en el síndrome de Reye, son atribuibles directamente al daño hepático, y el incremento en la ALT es generalmente mayor que el incremento en la AST. También se incrementa la actividad de las transaminasas en la actividad neoplásica (34).

7.3.6. Potasio

El potasio es el catión principal del líquido intracelular. Un desequilibrio en el nivel de potasio tiene un efecto directo sobre la irritabilidad muscular, la función miocárdica y la respiración. La hiperpotasemia se define como una concentración plasmática mayor de 5.5 mEq/L. Con una función renal adecuada es virtualmente imposible permanecer en un estado de hiperpotasemia pues el potasio es excretado con suma facilidad por el riñón. Por tanto, un incremento significativo de potasio se encuentra principalmente en casos de insuficiencia renal grave con azotemia; también podría haber aumento con una administración desmedida de potasio si hay excreción urinaria inadecuada, con el uso excesivo de diuréticos antagonistas de la aldosterona (34).

7.3.7. Sodio

La prueba del sodio sérico es una medida del catión principal (electrolítico, carga positiva) en el espacio vascular, componente del líquido extracelular. Deberá considerarse una medida proporcional, la proporción entre sodio y agua, más que una medición directa del sodio corporal total. El sistema amortiguador del bicarbonato de sodio es uno de los principales controles renales de las concentraciones de iones hidrógeno, que convierten al sodio en un catión importante para la conservación del equilibrio ácido básico corporal y también para la distribución del agua corporal (34).

7.3.8. Proteínas totales

Las proteínas son compuestos orgánicos macromoleculares, ampliamente distribuidos en el organismo, esenciales para la vida. Actúan como elementos estructurales y de transporte y aparecen bajo la forma de enzimas, hormonas, anticuerpos, factores de coagulación, etc. En el plasma, las proteínas contribuyen a mantener el volumen del fluido circulante, transportan sustancias relativamente insolubles y actúan en la inactivación de compuestos tóxicos y en la defensa contra agentes invasores (35).

7.3.9. Calcio

Porque el agua es una fuente de calcio fácilmente disponible, la concentración de calcio plasmático está influenciada por la concentración ambiental de calcio. Los peces tienen acceso a un suministro continuo de calcio, por lo que deben limitar su consumo. Los peces no tienen glándulas paratiroides o una hormona similar a paratormona. En salmónidos de agua dulce 30-40% del total de calcio plasmático está ligado a la proteína. Aproximadamente el 22% del calcio total está ligado a la proteína en los teleósteos marinos. Por lo tanto, los cambios en las proteínas plasmáticas afectarán la concentración plasmática total de calcio. Sin embargo, la concentración libre de Ca^{++} permanece constante, por lo que se recomienda la medición de calcio iónico (31).

7.3.10. Fosforo

El fósforo (junto con el calcio) es un componente estructural para los huesos, los dientes y las escalas. Además, desempeña un papel en varios procesos metabólicos del pez. Los requerimientos de fósforo dietético varían ampliamente entre para diferentes especies de peces. Cantidad de fósforo que requieren los salmónidos en su dieta es bastante elevada. La disminución en las concentraciones de fósforo está asociada principalmente a la baja ingesta de fósforo en la dieta y generará disminución de la tasa de crecimiento, la reducción de la eficiencia alimenticia y las deformidades óseas (31).

7.3.11. Potasio

Menos del 2% del potasio corporal total se encuentra en los líquidos extracelulares; por lo tanto, las concentraciones plasmáticas no se ven afectadas por cambios en la permeabilidad electrolítica de las branquias. La hipocalcemia puede estar asociada con alcalosis, pérdida de potasio gastrointestinal o cutánea o toxicidad por nitrito. La hipercalcemia puede estar asociada con la acidosis, tal como ocurre después de la actividad muscular intensa durante la captura y manejo, y la disminución de la secreción renal de potasio en los teleósteos de agua dulce. La hemólisis también causará un aumento artificial del potasio en plasma (31).

Tabla 4. Intervalos de referencia-Perfil Bioquímico

Parámetros	Medida	Rango
Glucosa	mmol/L	1.77-7.60
Urea	mmol/L	0.69-2.1
BUN	mmol/L	0.46-1.15
Creatina	mmol/L	1-89
AST	U/L	13-806
ALT	U/L	1-32
Proteínas Totales	g/L	29-48

Fuente. (36)

Tabla 5. Intervalos de referencia de minerales séricos en salmónidos (trucha arco iris)

Parámetros	Medida	Rango
Calcio	mmol/L	3.17-3.88
Fosforo	mmol/L	6.12-10.37
Potasio	mmol/L	1.8-19.7

Fuente. (37)

8. VALIDACION DE LA HIPÓTESIS

El análisis del perfil hematológico y bioquímico de la trucha silvestre ecuatoriana en la provincia de Cotopaxi, nos proporciona información de los parámetros de la trucha silvestre.

9. MÉTODOLOGIAS

9.1. Condiciones Geográficas y ambientales

La presente investigación se llevó a cabo en la Provincia de Cotopaxi, (en los páramos de Cusubamba, Salayambo y Limpiopungo) geográficamente se encuentra ubicada en el centro del país, en la zona geográfica conocida como región interandina o sierra. Su capital administrativa es la ciudad de Latacunga. Ocupa un territorio de unos 6.569 km², siendo la décima séptima provincia del país por extensión limitando al norte con la Provincia de Pichincha al sur con la Provincia de Tungurahua y la Provincia de Bolívar al este con la Provincia del Napo al oeste con la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y la Provincia de Los Ríos.

Se recogieron un total de 30 muestras de sangre divididas para hematología y bioquímica sabiendo el número de animales capturados en los diferentes paramos de la provincia de Cotopaxi.

La captura se realizó en los diferentes ríos y lagunas de los páramos de Cotopaxi a través de cebos con una caña de pescar y redes de captura para luego de la toma de muestras ser liberadas se tomaron 10 muestras de cada paramo.

Ya capturado el animal se procedió a tomar la ubicación exacta con un celular Android el mismo que tuvo descargada la aplicación GPS la posición referente a la captura estas coordenadas están referenciadas en UTM.

9.2. Obtención de la muestra sanguínea

Se fijó los sitios en los cuales existía una alta prevalencia de los individuos a muestrear y se los dividió en tres lugares.

Se adquirió todos los materiales necesarios para la obtención de las muestras.

La toma de muestras se dividió en tres semanas del mes de diciembre siendo el viernes 7 de diciembre la primera toma de las 10 muestras en el Sector de Cusubamba, la segunda toma de muestra se realizó el martes 11 de diciembre en el Sector denominado Salayambo con otras 10 muestras para el estudio y una última toma de muestras realizada el viernes 14 de diciembre con las ultimas 10 muestras del estudio en el sector de Limpiopungo.

En la recolección de muestras las truchas fueron capturadas una por una con red de pescar y colocadas en bateas de pastico de 0,75 cm de diámetro (ANEXO 3), la sujeción e

inmovilización del animal se la realizo tomando al animal por la cabeza y cola. (ANEXO 4) Las muestras de sangre fueron obtenidas mediante punción en la vena caudal, para ellos se inyectó una aguja en la línea media ventral se atravesó el musculo hasta llegar hasta llegar a la columna vertebral y ubicar la vena caudal el proceso se realizó en un lapso no mayor a los 60 segundos para evitar el estrés de los individuos. (ANEXO 5)

Se usaron jeringas de 3 ml para obtención de las muestras.

Ya obtenida la muestra se colocó 1ml en tubos minicooler con anticoagulante (tapa lila) y se colocó 2 ml en los tubos sin anticoagulante (tapa roja).

Se identificó cada muestra.

Se colocó la muestra en Cooler de transporte con gel pack. (ANEXO 6)

Después de la obtención de las muestras las mismas son transportadas al laboratorio donde se van a procesar las muestras el cual se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua Cantón Ambato al Laboratorio Clínico San “Francisco”. (ANEXO 7)

Se utilizó el método para el perfil hematológico conteo en cámara de neubauer, técnica manual.

El método para el perfil bioquímico es la colorimétrica, enzimática.

Se esperó un rango de 18 a 21 días para que el laboratorio nos entregue los resultados de las muestras.

Una vez obtenidos los resultados de las muestras se realizó la tabulación de los mismos en el programa Excel para la estadística descriptiva y el análisis y discusión de resultados.

9.3. Materiales, Equipos e instalaciones

Para esta investigación se utilizó los siguientes materiales, equipos e instalaciones.

- Laboratorio Clínico San Francisco.
- Tubos minicollect plástico (con anticoagulante tapa lila).
- Tubos Vacutainer plástico (sin anticoagulante tapa roja).
- Agujas Vacutainer.
- Guantes de nitrilo.
- Jeringas de insulina (1ml).
- Jeringas estériles de (3ml).

- Gel pack.
- Cooler de transporte.
- Microscopio.
- Marcador rotulador.
- Computadora.
- Impresora.
- Celular.

9.4. Metodología

El presente trabajo de investigación corresponde a un estudio de tipo inductivo.

9.5. Variables a medir

Tabla 6. Variables a medir Perfil Hematológico

Analito	Unidades
Hematocrito	(%)
Hemoglobina	(g/L)
Eritrocitos	($10^6/\mu\text{L}$)
VGM	(fL)
MCH	(pg)
CGMH	(g/dL)
Plaquetas	(mm^3)
Leucocitos	(mm^3)
Neutrófilos	(%)
Linfocitos	(%)
Monocitos	(%)
Eosinofilos	(%)
Basófilos	(%)

Fuente. Directa

Tabla 7. Variables a medir Perfil Bioquímico

Analito	Unidades
Glucosa	(mmol/L)
Urea	(mmol/L)
BUN	(mmol/L)
Creatinina	(mmol/L)
AST	(U/L)
ALT	(U/L)
Proteínas totales	(g/L)
Calcio (Ca)	(mmol/L)
Fosforo (P)	(mmol/L)
Potasio (K)	(mmol/L)

Fuente. Directa

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1 Georreferencia de la trucha silvestre ecuatoriana en la provincia de Cotopaxi

Las muestras fueron obtenidas en la provincia de Cotopaxi más específicamente en sus paramos tomando en cuenta la altura y el tipo de ecosistema y la prevalencia de dicha especie se tomaron 30 muestras en diferentes zonas como son:

Cantón Salcedo

Cusubamba

Parroquia rural del cantón Salcedo tiene un área de 192 km², ocupando toda la zona occidental del cantón la cabecera cantonal está ubicada en los pliegues de la cordillera occidental andina, su terreno se encuentra un tanto accidentado, se encuentra a 21 km de la cabecera cantonal (San Miguel) limitando con el cantón Pujili al norte, y al sur con la provincia de Tungurahua, al este con la parroquia de Mulalillo y al oeste con Pujili.

Figura 1: Localización de la extracción de muestras.

Cantón Latacunga

Salayambo

Está ubicada en la provincia de Cotopaxi en Latacunga, posee diversos paramos, con una variedad de flora y fauna, pero lamentablemente esta laguna no es muy conocida, sus paramos con inigualable vegetación se puede apreciar animales exóticos con son pumas, osos, lobos etc. Se encuentra a una altura de 3532 m.

Figura 2: Localización de la extracción de muestras.

Cantón Latacunga

Limpiopungo

La Laguna de Limpiopungo, de aproximadamente 200 hectáreas.

Laguna Limpiopungo altitud 3.892 - 3.892 m.s.n.m.

Figura 3: Localización de la extracción de muestras.

Ubicación Georreferencia de los páramos de Cotopaxi

Esta investigación fue desarrollada en la provincia de Cotopaxi en los páramos de los Cantón Salcedo en la parroquia de Cusubamba y Latacunga en los páramos de Salayambo

y Limpiopungo respectivamente todos estos sectores están localizados a una altura mayor a los 3000 metros sobre el nivel del mar

Tabla8. Ubicación geográfica de los páramos de toma de muestras de sangre

Nº	Cantón	Lugar	x	y	Altitud
Muestras					
10	SALCEDO	CUSUBAMBA	1°04'08	78°42'18	3256m
10	LATACUNGA	SALAYAMBO	0°56'00	78°25'16	3552m
10	LATACUNGA	LIMPIOPUNGO	0°36'48	78°28'22	3601m

Fuente. Directa

Las muestras fueron extraídas en los sectores (Tabla 8), con un total de 30 muestras 10 en cada Cantón a una altitud promedio de 3100 msnm.



Figura 1. Georreferencia de la ubicación de la trucha silvestre ecuatoriana en la provincia de Cotopaxi en la parroquia de Cusubamba.

Fuente. Directa



Figura 2. Georreferencia de la ubicación de la trucha silvestre ecuatoriana en la provincia de Cotopaxi en el sector de Salayambo.

Fuente. Directa



Figura 3. Georreferencia de la ubicación de la trucha silvestre ecuatoriana en la provincia de Cotopaxi en el sector de Limpiopungo.

Fuente. Directa

Se describió mediante GPS las coordenadas de altitud, latitud, en la provincia de Cotopaxi de los sectores donde se encuentra afluencia de trucha silvestre ecuatoriana, se estableció en las (Figuras 1, 2, 3) con las coordenadas de recolección de muestras mediante Google Earth Pro UTM (Universal Transverse Mercator).

10.2. Perfil Hematológico

Según estadística descriptiva de los valores del hemograma de la trucha silvestre ecuatoriana que se evidencian en la (Tabla 9) con los respectivos datos obtenidos de acuerdo a la media de las siguientes variables: Hematocrito (%) 40.95, Hemoglobina (g/L) 13.07, Eritrocitos (mm^3) 4.397.333,3, Volumen glomerular medio (Fl) 94.06, Hemoglobina corpuscular media (pg) 29.94, Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL) 31.86, Plaquetas (mm^3) 33700. Encontrándose así que todos los valores de la media se encuentran entre los límites establecidos, tomando en cuenta los valores de referencia.

Tabla 9. Resultados del hemograma de la trucha silvestre ecuatoriana

Variable	Media	Max	Min	D. Estandar
Hematocrito (%)	40.95	53.2	31.2	4.98
Hemoglobina(g/L)	13.07	17.3	9.8	1.64
Eritrocitos (mm^3)	4.397.333,3	6.080.000	3.1400.00	705.847,17
Volumen Glomerular Medio (Fl)	94.06	112.9	76	9.96
Hemoglobina Corpuscular Media (pg)	29.94	35.7	24.6	2.89
Concentración De Hemoglobina Corpuscular Media (g/dL)	31.86	32.7	31.1	0.53
Plaquetas (mm^3)	33700	67000	11000	17128.62

Fuente. Directa

Los valores obtenidos en hematocrito y plaquetas se ubican dentro de los rangos que asumen la investigación (30) realizada en trucha arco iris bajo tratamiento hormonal después de tener en cuenta que esta investigación fue realizada en diferentes situaciones ambientales y geográficas se pudo relacionar y comparar con los resultados de la presente investigación de una forma confiable y clara de acuerdo a las condiciones geográficas de la provincia de Cotopaxi en la que en la actualidad no existen valores referenciales propios de este medio. Al igual al realizar comparaciones con un Promedio de los resultados obtenidos del cuadro hemático normal de *O. mykiss* de la Estación Piscícola del Neusa (38) nos revela un hematocrito de 40.7% similar al de Adriana Rodríguez (39) que nos muestra un hematocrito de 40.7% el cual se encuentra ligeramente bajo con

relación al de esta investigación 40.95% la aclaración de este acontecimiento radica en que los animales fueron estudiados a una altura mayor a los 3000 msnm, pero tanto Rodríguez (39) como una investigación hecha con trucha arco iris bajo tratamiento hormonal (30) muestran un Volumen Glomerular Medio 294.2 fl alto en relación a esta investigación. Al medir la respuesta hematológica de truchas (*oncorhynchus mykiss*) al estar sometida a estrés hipoxico (40) se notó cierta similitud con los valores de esta investigación en cuanto a Concentración De Hemoglobina Corpuscular Media 31.86.

10.3. Leucograma

Al obtener los datos tabulados del leucograma de la trucha silvestre ecuatoriana que se evidencian en la (Tabla 10) tomando en cuenta la media de sus variables. Según la estadística descriptiva del leucograma de la trucha silvestre ecuatoriana que se muestra en la (Tabla 10) con los siguientes valores: Leucocitos (mm³) 14540, Neutrófilos (%) 15.53 Linfocitos (%) 78,40, Monocitos (%) 6.03, Eosinofilos (%) 0, Basófilos (%) 0.

Tabla 10. Resultados del leucograma de la trucha silvestre ecuatoriana

Variable	Media	Max	Min	D. Estandar
Leucocitos (mm ³)	14540	41000	3500	9327.54
Neutrófilos (%)	15,53	39,00	4,00	9,01
Linfocitos (%)	78,40	93,00	47,00	11,34
Monocitos (%)	6,03	15,00	1,00	4,43

Fuente. Directa

En cuanto a los valores del diferencial de leucocitos, el porcentaje de monocitos no coincide con un estudio hecho en otra especie amazónica como el paiche según Serrano (41), sin embargo la media aritmética obtenida de neutrófilos y linfocitos difiere con los estudios realizados por Bastardo, Yépez y Rodríguez (30) el cual obtuvo unos valores 4,20% Neutrófilos y 15,67±14,02 Monocitos , estas diferencias pueden verse influenciadas por las condiciones ambientales o ser atribuidas a factores como variación genética, estrés por captura y transporte, así como también por los procedimientos que se toman al momento de obtener las muestras sanguíneas. En los peces, el recuento leucocitario es una herramienta importante para inferir sobre el estado sanitario debido diversas funciones que realizan estas células. Los datos sobre la cantidad de linfocitos en sangre encontrados en la literatura son muy variables y dependen de algunos factores, como: la especie, las condiciones de extracción de la sangre y condiciones fisiológicas

del pez además de la ubicación de la extracción de las muestras según Rodríguez (5) en condiciones normales los linfocitos en los salmónidos se encuentran en un promedio del 76,33% los cuales tienen valores semejantes a los de este estudio. Según Stosik (42) los mecanismos de inmunidad específica en peces son significativamente menos desarrollados y juegan un papel menos importante que en otros animales como aves o mamíferos. Según Rodríguez D. (5) en salmónidos, los eosinófilos en condiciones normales pueden encontrarse de 0 a 0,3%, con un promedio de 0,085 y los basófilos se los considera ausentes en la circulación de la mayoría de especies de salmónidas lo que concuerda con los datos de esta investigación en la cual tenemos una ausencia total tanto de eosinófilos como basófilos.

10.4. Perfil Bioquímico

Según estadística descriptiva de los valores de los bioquímicos de la trucha silvestre Ecuatoriana que se evidencian en la (Tabla 11) con los datos obtenidos de acuerdo a la media de las siguientes variables: Glucosa (mmol/L) 4.38, Urea (mmol/L) 2.36 , BUN (mmol/L)1.08, Creatinina (umol/L) 40.92 , AST (U/L) 152.99, ALT (U/L) 97.28, Proteínas Totales (g/L) 38.25, Calcio (mmol/L) 5.06, Fosforo (mmol/L) 7.44, Potasio (mmol/L) 24.84.

Tabla 11. Resultados del perfil bioquímico de la trucha silvestre ecuatoriana

Variable	Media	Max	Min	D. Estandar
Glucosa (mmol/l)	4,38	8,66	1,56	2,10
Urea (mmol/l)	2,36	5,09	1,23	0,85
Nitrógeno Ureico en Sangre (mmol/l)	1,08	2,36	0,57	0,39
Creatinina (umol/l)	40,92	185,90	11,40	32,33
Aspartato (u/l)	152,99	545,30	9,70	144,60
Alaninoaminotransferasa (u/l)	97,28	296,00	9,77	73,30
Proteínas totales (g/l)	38,25	55,30	19,70	8,41
Calcio (mmol/l)	5,06	11,10	2,00	2,95
Fosforo (mmol/l)	7,44	16,70	3,45	2,60
Potasio (mmol/l)	34,29	128,00	7,50	24,84

Fuente. Directa

Este trabajo es uno de los primeros que aborda el tema de la bioquímica sanguínea en salmónidos trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* en estado silvestre, ya que la escasa información existente sobre perfiles bioquímicos de estas especies se ha obtenido de salmónidos en etapa de cautiverio, por lo cual la información de literatura recopilada se base en producciones en campos piscícolas por lo cual los valores referenciales dados por otras investigaciones tienen ciertas discrepancias con esta.

Aunque la bioquímica sanguínea posee algunas limitantes al momento del diagnóstico de enfermedades en los peces, este estudio busca contribuir con información sobre los parámetros bioquímicos de la trucha arco iris en estado libre, por la utilidad que esto pueda prestar en el diagnóstico, tratamiento, pronóstico y determinación del estado nutricional de estos organismos.

La glucosa 4,38 (mmol/l), BUN 1,08 (mmol/l), creatina 40,92 (umol/l), AST 152,99 (u/l) y proteínas totales 38,25 (g/l) se encuentra dentro de los rangos del perfil metabólico de la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* de tres pisciculturas en fase de agua dulce en el sur de Chile (36) encontrando ciertas discrepancias solo en Urea y ALT con valores elevados, pero no tan alejados de los rangos expuestos por Herrera (36).

Al analizar los valores obtenidos en esta investigación acerca del calcio fosforo y potasio con los rangos consultados en el manual de patología clínica en peces salmónidos tomando como referencia a la trucha arco iris (37), se observa que no existieron diferencias en relación al calcio 5,06 (mmol/l) y potasio 34,29 (mmol/l) y encontrando similitud en los rangos dados en cuanto al fosforo 7,44 fosforo (mmol/l).

Según lo expuesto por Halver (43) nos hace referencia a que 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.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Impacto Ambiental

Se conoce que los salmónidos, en general, son un tipo de predadores visuales y se guían por la abundancia, el tamaño y el color de sus presas. Sin embargo, cuando sus presas preferidas escasean, pueden alimentarse de otras especies.

En este caso la truchas arcoíris se alimentan principalmente de insectos acuáticos y terrestres y de fitoplancton, aunque también se sabe que pueden llegar alevines de otras especies. Por otro lado, la alimentación de la trucha arcoíris consiste, principalmente, en invertebrados.

La trucha arcoíris depreda a la endémica la rana de cristal (*Nymphargus grandisonae*) y el sapito bullanguero amazónico (*Engystomops petersi*) con la segregación de ciertas sustancias que producen el estrés del animal y posteriormente su muerte. En algunos lugares se ha registrado una disminución en las poblaciones de renacuajos de ranas endémicas, de organismos bentónicos y de crustáceos.

La reducción de las especies mencionadas anteriormente, trae como consecuencia una disminución en las poblaciones de sus predadores naturales, es así que la trucha silvestre al ser una especie introducida en nuestro ecosistema puede causar ciertos desbalances en la flora y fauna de nuestros lagos.

Impacto Económico

Por otro lado, un punto positivo es que en explotaciones controladas en centros acuícolas el aporte económico del salmonido (trucha arcoíris) es realmente alto considerando los centros de explotación de esta especie que existe en el país.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Recursos	Cantidad	V. Unitario\$	Valor total\$
Salida de campopasajes	5	45	225
Jeringas 3 ml	60	0.30	18
Tubos minicooler plástico (con anticoagulante tapa lila)	30	0.30	9
Tubos vacutainer plástico (sin anticoagulante tapa roja)	30	0.45	13.50
Guantes de nitrilo	10	0.25	2.50
Hielo	2	1.50	3
Agujas vacutainer	60	0.10	6
Exámenes en laboratorio	30	24.50	735
Materiales bibliográficos y fotocopias		25.00	25.00
Oficios y solicitudes		5.00	5.00
Copias o/s			30
Otros recursos		35	35
Internet			
Total			\$1107.00
Total			\$1107.00

13. CONCLUSIONES

- La trucha silvestre ecuatoriana se encuentra mejor adaptada a los ríos y riachuelos que están situados entre los 3000 y 3900 metros de altura viendo así aún más afluencia en este tipo de ecosistemas donde se desenvuelven sin ningún tipo de dificultad.
- El estudio relacionado en cuanto a la trucha silvestre ecuatoriana nos muestra que tanto los parámetros hematológicos como bioquímicos poseen ciertas diferencias en cuanto a estudios realizados anteriormente ya que dichos estudios presentan valores referenciales de animales en producciones piscícolas , además que en todos los exámenes de laboratorio realizados a los 30 animales no muestra un conteo de eosinófilos ni basófilos concordando con otras investigaciones las cuales destacan la nula presencia de ambos parámetros.

14. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la ejecución de estudios con un mayor número de muestras tanto hematológicas como bioquímicas para tener un número más fiable y poder hacer una mejor comparación y discusión con otros tipos de estudios.
- También se recomienda que el procesamiento de las muestras sean in situ para que no existan complicaciones en el momento del traslado de las muestras y evitar complicaciones que pueden verse reflejados en los resultados.

15. BIBLIOGRAFÍA

1. FAO. La biodiversidad genética en la acuicultura. FAO. 2009 Julio; I(12).
2. National Geographic. National Geographic. [Online].; 2010 [cited 2018 Junio 12. Available from: <https://www.nationalgeographic.es/animales/trucha-arcoiris>.
3. Pedro J. Salinas , Coché Z. Determinaciones Hematológicas en trucha arco iris en Mérida Venezuela. Artículo científico. Mérida: Universidad de los andes, Facultad de ingeniería forestal; 1992.

4. Rodríguez A. Ultraestructura citohematológica de la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* (Salmoniformes: Salmonidae). 1999 Agosto 3..
5. Reinoso DJ. “Comparación del conteo diferencial de glóbulos blancos de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), en las etapas juvenil y adulta, en una explotación piscícola, ubicada en el cantón Rumiñahui, Pichincha Ecuador. Trabajo de grado. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2017 2017.
6. Martínez GA. Manual básico para el cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Primera ed. Marco Hernandez , editor. Mexico; 2018.
7. CEDEP. Conteo diferencial de globulos blancos en la trucha arcoíris. Primera ed. Ragash: ANTAMINA; 2012.
8. Rojas P. Efecto de la dieta sobre los niveles plasmáticos de insulina y glucagón en trucha arco iris. Primera ed. Barcelona: universitat de barcelona; 2005.
9. FAO. Manual practico para el cultivo de la trucha arcoíris. Fiat Panis. 2014.
10. Maiz Padrón AR, Valero Lacruz , Briceño Piñero. Elementos prácticos para la cría de truchas en venezuela. Mundo Pecuario. 2010 Julio; III(2).
11. Canchig MAB. Evaluar la suplementación con polen en alevines de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) medidos a través del peso y talla. 2013..
12. HIDALGO SAG. Plan de negocios para la ampliacion y desarrollo de un criadero especializado en el cultivo y comercialización de la trucha en la parroquia de LLoa, Cantón Quito. 2012..
13. Maraver LA. El cultivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). 2013..
14. Paradais Sphynx. Paradais Sphynx. [Online].; 2017 [cited 2018 Junio 27. Available from: <https://peces.paradais-sphynx.com/agua-dulce/trucha-arcoiris-oncorhynchus-mykiss.htm>.
15. Sanchez JEQ. Analisis de la cadena agroalimentaria de la trucha en colombia. 2014.
16. Rivas EO. Manual de alimento balanceado para truchas. 2010..
17. Fujishima H. REPRODUCCION DE SALMONIDOS. 2015..
18. Gallegos PAV. Maduración sexual de la trucha de San Pedro Mártir *Oncorhynchus mykiss nelsoni* evaluada mediante un método. 2014..
19. Limas MAG. Eclosion de ovas embrionadas nacionales e importadas y supervivencia de larvas de trucha arcoiris en la piscigranja gruta milagrosa. 2012..

20. Breton B. El cultivo de la trucha: Omega; 2007.
21. Vanegas MJM. Determinacion de parametros hematologico, proteinas plasmaticas. Trabajo de Grado. Bogota: Universidad de la Salle, Ciencias Veterinarias; 2011.
22. Lemos M. Valores Referenciales de la Hematologia. TUASÁUDE. 2019 Enero.
23. Grinspan S. El estudio del frotis de Sangre periférica. 2014 Julio..
24. Payares KA. Hemograma: Valores Normales de hematología Completa. 2010..
25. Alvarado Dávila G, Patiño Márquez JL. Perfil Hematologico de referencia en perros en el canton Cuenca. Tesis previa a la obtención del Título. Cuenca: Universidad de Cuenca, Ciencias Agropecuarias; 2017.
26. Payares KA. Puertalab. [Online]. [cited 2018 Julio 2. Available from: <https://puertalab.com/que-es-una-hematologia-completa-definicion/>.
27. Aguilo J. Valores Hematologicos. In Aguilo J. Valores Hematologicos.; 2001. p. 75-76.
28. Huertas J. Hematologia practica. In Huertas J. Hematologia practica. Madrid; 2018. p. 510.
29. Mora JGT. Determinacion de los valores de referencia en hemograma y quimica sanguinea en caninos hembras en condiciones de altitud. Trabajo de Titulacion. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana, Medicina Veterinaria; 2017.
30. Bastardo H, Yepez JC, Rodriguez E. Parametro Hematologico en trucha arco iris bajo tratamiento hormonal. In Bastardo H, Yepez JC, Rodriguez E. Parametro Hematologico en trucha arco iris bajo tratamiento hormonal. Caracas; 2008.
31. Muller A, Bittencourt P. Determinación de parámetros hematológicos, inmunológicos y mecanismos involucrados en las respuestas de hospederos a infecciones prevalentes y co-infecciones. Manual de patología clínica en peces salmónidos. Chile: Universidad Austral de Chile, Servicio nacional de pesca y acuicultura; 2011.
32. Mercadé PTi. Interpretación clínica de las pruebas analíticas y su aplicación en atención farmacéutica. 2010..
33. Mutis Barreto A, Perez Jimenez TE. Determinacion y analisis de valores de nitrogeno ureico en sangre (bun) , glucosa, creatin kinasa (ck) y acido lactico pre y post ejercicio en una poblacion de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. Articulo cientifico. Bogotá: Univeridad de Bogotá , Veterinaria; 2018.
34. Salgado RV. Manual de prácticas bioquímica clínica. Manual. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Facultad de Quimica; 2009.

35. Cétola VE. wiener-lab. [Online].; 2014 [cited 2018 Agosto 25. Available from: http://www.wienerlab.com.ar/VademecumDocumentos/Vademecum%20espanol/proteinas_totales_aa_sp.pdf.
36. Farban Herrera H. Perfil Metabolico del Salmon Atlantico y trucha arcoíris de tres pisciculturas en fase de agua dulce en el sur de Chile. Memoria de título. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Instituto de Patologia animal; 2004.
37. Rozas M, Walker R, Müller A, Bittercourt P. Manual de patologia clinica en peces Salmonidos Chile: Universidad Austral de Chile; 2015.
38. Bocaya Quintana M, Azula Pereira G. Estandarización de valores hematológicos de la trucha arcoiris. 2008..
39. Forero AR. Ultraestructura citohematológica de la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* (Salmoniformes: Salmonidae). 1999..
40. Valenzuela A, Alveal K, Tarifeño E. Respuestas Hematologicas hematologicas de truchas (*oncorhynchus mykiss*) a estres hipoxico agudo: serie roja. 2002..
41. Serrano E, Leguía G, Quispe M, Casas Gina. Valores hematológicos de paiche arapaima gigas de la Amazonía Peruana. Artículo científico. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de Veterinaria y Zootecnia; 2013.
42. Stosik M. Studies on the number and indigesting Hability of thrombocytes in sick carps Milan: Komenskeko; 2001.
43. Halver J. Fish nutrición. 1972..

16. ANEXOS

Anexo 1

Hoja de vida

Los parámetros de la hoja de vida no pueden ser modificados

1.- DATOS PERSONALES:

Nombre:	CARDENAS	MONCAYO	CARLOS ENRIQUE
	<small>Apellido Paterno</small>	<small>Apellido Materno</small>	<small>Nombres</small>
Lugar y fecha de Nacimiento:	AMBATO, 31 de diciembre de 1995.		
Edad:	22 años	Género:	Masculino
Nacionalidad:	Ecuatoriana	Tiempo de Residencia en el Ecuador (Extranjeros):	
Dirección Domiciliaria:	Cotopaxi	Salcedo	San Miguel
	<small>Provincia</small>	<small>Cantón</small>	<small>Parroquia</small>
	Av. Jaime Mata Yerovi y 9 de Octubre		
	<small>Dirección</small>		
Teléfono(s):	032728271	0987145499	
	<small>Convencionales</small>	<small>Celular o Móvil</small>	
Correo electrónico:	carlos.cardenas9@utc.edu.ec	Cédula de Identidad o Pasaporte:	0503625089
Tipo de sangre:		Estado Civil:	Soltero
Personas con discapacidad:	Nº de carné del CONADIS:		

DECLARACIÓN: DECLARO QUE, todos los datos que incluyo en este formulario son verdaderos y no he ocultado ningún acto o hecho, por lo que asumo cualquier responsabilidad.

Carlos Enrique Cárdenas Moncayo.

Firma del Estudiante

Anexo 2

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: GARZON JARRIN
NOMBRES: RAFAEL ALFONSO
ESTADO CIVIL: CASADO
CEDULA DE CIUDADANIA: 0501097224



DIRECCION DOMICILIARIA: SALCEDO: CONJUNTO HABITACIONAL SIERRA VISTA

TELEFONO CONVENCIONAL: 032727575 **TELEFONO CELULAR:** 0999934497

CORREO ELECTRONICO: Rafael.garzon@utc.edu.ec; garzonjarrin@gmail.com

EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON: Loudes Zambonino Tlf 0987034912

ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CODIGO DEL REGISTRO CONESUP
TERCER	Dr. Medicina Veterinaria	1005-04-492026	29- 03- 2004
CUARTO	<ul style="list-style-type: none">MAGISTER EN ciencias de la educación:mención planificación y administración edutativaDIPLOMADO: en didáctica de la educación superiorASPIRANTE: Al PhD	1020-05-587559	11-07-2005

HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD ACADEMICA EN LA QUE LABORA: C.A.R.E.N.
CARRERA A LA QUE PERTENECE: Medicina Veterinaria
AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Cc. Humanísticas
Agricultura y veterinaria
PERIODO ACADEMICO DE INGRESO A LA UTC: octubre 1997

FIRMA

Anexo 3

Captura



Anexo 4

Sujeción del animal



Anexo 5

Toma de muestra




Anexo 6

Muestras



Anexo 7


Examen de laboratorio



LABORATORIO CLINICO SAN "FRANCISCO"

MARIANO EGÚEZ Y SUCRE • EDIFICIO ELITE, 5º PISO
Teléfonos: 03 2420-872 • 0992672539 • Ambato

Lda. Maria Lema
LABORATORISTA CLINICA



Nombre	:CC-1	Especie	:Pez (Trucha)
Propietario	:	Edad	:
Dr (a)	:	Peso	: Kg
Anamnesis	:	Fecha	:01,12,2018

HEMOGRAMA

Analito	Resultado	Valor de referencia	Unidades	Morfología de Eritrocitos
Hematocrito	31.4	15.0-47.0	%	
Hemoglobina	9.8	6.5-15.9	g/dL	
Eritrocitos	3'140.000	1'660.000-5'800.000	mm ³	
VGM	100.0	86.7-138	fL	
MCH	31.2	21.5-88.0	pg	
CGMH	31.3	18.0-36.1	g/dL	
Plaquetas	16.000	14.200-63.000	mm ³	

Analito	Resultado	Valor de referencia	Unidades	Morfología de Leucocitos
Leucocitos	21.000	4.000-25.000	mm ³	
VALORES RELATIVOS				
Neutrófilos	5.0	3.0-19.0	%	
Linfocitos	83.0	70.0-92.0	%	
Monocitos	12.0	1.0-11.0	%	
Eosinófilos	0.0	0.0-0.0	%	
Basófilos	0.0	0.0-0.0	%	
VALORES ABSOLUTOS				
Neutrófilos	1050	1200-4750	mm ³	
Linfocitos	17430	2800-23000	mm ³	
Monocitos	2520	400-2750	mm ³	
Eosinófilos	0	0-0	mm ³	
Basófilos	0	0-0	mm ³	

PERFIL QUÍMICO

ANALITO	RESULTADO	VALOR DE REFERENCIA
Glucosa	6.40	1.77-7.60 mmol/L
Urea	2.15	1.01-2.49 mmol/L
BUN	0.99	0.46-1.15 mmol/L
Creatinina	23.4	0-70.7 umol/L
AST	19.7	16-120 U/L
ALT	123	<164 U/L
Proteínas totales	35.7	25-50 g/L
Calcio	9.71	2.71-12.84 mmol/L
Fosforo	10.4	<21.95 mmol/L
Potasio	23.5	<220 mmol/L

