



**UNIVERSIDAD**

**TÉCNICA DE**

**COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES “CAREN”**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

“CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL  
DE LOS MÉDICOS VETERINARIOS ZOOTECNISTAS

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

**AUTOR:**

**YANGUICELA GUAMÁN LUIS HERNÁN**

**TUTOR:**

**MVZ. JUAN EDUARDO SAMBACHE TAYUPANTA, MSc**

**Latacunga – Ecuador**

**2018**

## AUTORÍA

“Yo Luis Hernán Yanguicela Guamán 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 el MSc. Juan Eduardo Sambache Tayupanta 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, agosto del 2018

.....

Luis Hernán Yanguicela Guamán

C.I. 172317275-3

## **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 **Luis Hernán Yanguicela Guamán**, identificado con C.I. N°. 172317275-3 de estado civil soltero y con domicilio en Machachi, 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 – agosto 2018

**Aprobación HCD.** 18/ Abril/ 2018

**Tutor(a).** - MVZ. Juan Eduardo Sambache Tayupanta MSc.

**Tema:** “Caracterización del Perfil Hematológico y Bioquímico de la trucha silvestre Ecuatoriano 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.

f) 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 8 días del mes de Agosto del 2018.

-----  
Sr. Luis Hernán Yanguicela Guamán

-----  
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 Luis Hernán Yanguicela Guamán, 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, agosto, 2018

El Tutor

Firma

.....

MVZ. Juan Eduardo Sambache Tayupanta, MSc.

C.I.: 172179675-1

## **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 Luis Hernán Yanguicela Guamán 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, Agosto 2018.

Para constancia firman:

---

**Lector 1.**

MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, MSc.

CC: 050194294-0

---

**Lector 2**

MV. Edilberto Chacón Marcheco, PhD.

CC: 175698569-1

---

**Lector 3**

MVZ. Paola Jael Lascano Armas, MSc.

CC: 050291724-8

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios por haberme dado salud, sabiduría y vida para poder culminar mi carrera, que es un paso muy importante en mi vida.

A mis queridos padres, quienes con amor, esfuerzo y sacrificio supieron apoyarme en todas las etapas de mi vida estudiantil, a mis hermanos quienes con sus palabras de ánimo me impulsaban día a día para conseguir este logro.

A mi tutor el Dr. Eduardo Sambache quien ha sido una parte fundamental de esta investigación ya que con su apoyo incondicional se ha podido culminar con este trabajo.

A la Universidad Técnica De Cotopaxi quien me abrió las puertas para poder formarme profesionalmente, a mis queridos docentes quienes con sus enseñanzas y experiencias compartidas en el salón de clase fueron inculcando grandes e importantes conocimientos.

## **DEDICATORIA**

Este logro va dedicado para mis dos seres más amados; a mi querida madre Cecilia Guamán y mi padre Rodrigo Yanguicela, por su gran esfuerzo y sacrificios, por haber inculcado en mí la responsabilidad, perseverancia a pesar de las dificultades y sobre todo por su gran amor incondicional durante toda mi formación académica.

**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: Luis Hernán Yanguicela Guamán**

**RESUMEN**

La presente investigación se realizó en la Provincia de Cotopaxi en los cantones Latacunga, Sáquisili, y Salcedo, con el objetivo de caracterizar el perfil hematológico y bioquímico de la Trucha Silvestre Ecuatoriana (*Oncorhynchus mykiss*). Fueron utilizados 30 animales con similares características, se seleccionaron las truchas con un promedio de 20 a 25 cm, en estado silvestre, para proceder a la recolección de la muestra mediante punción por la vena caudal, se tomó un ml de sangre en tubos vacutainer tapa lila y un ml de sangre tapa roja. Para el muestreo sanguíneo se utilizó el método de conteo en cámara de Neubauer y para el análisis bioquímico se utilizó el método de colorimetría enzimática, para el perfil hematológico se reveló 7 variables: Hematocrito, Hemoglobina, Eritrocitos, Volumen glomerular medio, Hemoglobina corpuscular media, Concentración de hemoglobina corpuscular media, Plaquetas, 7 variables del Leucograma: leucócitos, neutrófilos, linfócitos, monócitos, eosinófilos y basófilos y del perfil bioquímico se reveló 10 variables: glucosa, urea, creatinina, proteínas totales, aspartatoaminotransferasa, alaninotransferasa, calcio, fósforo y potasio, para la tabulación de datos se utilizó análisis descriptivo para evaluar las medias de todos los parámetros obtenidos con la investigación se concluyó que los valores de estudio son diferentes a los consultados y que la trucha silvestre carece de eosinófilos y basófilos.

**Palabras Claves:** Neubauer, Colorimétrica.

## **TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

### **FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**Title:** "Characterization of the hematological and biochemical profile of the Ecuadorian wild trout in the province of Cotopaxi"

**Author:** Luis Hernán Yanguicela Guaman

The present investigation was realized in the Province of Cotopaxi in the cantons of Latacunga, Sáquisili, with the objective of characterizing the profile hematological and biochemical of the Trout Silvestre Ecuador (*Oncorhynchus mykiss*). Where were used 30 animals with similar characteristics selected and the trout with an average of 20 to 25 cm, in the wild, to proceed with the collection of the sample by puncture by the caudal vein, took a ml of blood in vacutainer tubes cover lilac and 1 ml of blood red cover. For the blood sampling the method of counting in Neubauer chamber was used and for the biochemical analysis the enzymatic colorimetric method was used, for the hematological profile it was revealed 7 variables: hematocrit, hemoglobin, erythrocytes, glomerular volume Medium, hemoglobin corpuscular mean, concentration of hemoglobin corpuscular mean, platelets, 7 variables of leucograma: leucócitos, neutrophils, linfócitos, monócitos, eosinophils and basophils, the biochemical profile is revealed 10 variables: glucose, urea, creatinine, total proteins, aspartato aminotrasferasa, alaninotrasferasa, calcium, phosphorus and potassium, for data tabulation was used descriptive analysis to evaluate the averages for all the parameters obtained with the investigation concluded that the values of study are different to those consulted and that the trout silvestre lacks of eosinophils and basophils.

**Keywords:** Neubauer, colour.

## 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
SUMMARY.....	xi

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
4.1. Directos .....	3
4.2. Indirectos .....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
6. OBJETIVOS .....	6
6.1. Objetivo General .....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	7
8.1. Trucha silvestre Ecuatoriana .....	7
8.1.1. Origen .....	8
8.1.2. Biología de la Trucha.....	9

8.1.3.	Características .....	9
8.1.4.	Etapas de Desarrollo de la Truchas.....	10
8.1.5.	Reproducción .....	10
8.1.6.	Reproducción Natural .....	11
8.1.6.1.	Características de una Hembra Madura .....	11
8.1.6.2.	Características de un macho maduro.....	12
8.1.7.	Recurso Hídrico .....	12
8.2.	Sangre.....	12
8.2.1.	Técnica de extracción de sangre .....	13
8.3.	Perfil Hematológico .....	13
8.3.1.	<i>Eritrocitos</i> .....	13
8.3.2.	<i>Hematocrito</i> .....	14
8.3.3.	<i>Hemoglobina</i> .....	14
8.3.4.	<i>Plaquetas</i> .....	14
8.3.5.	<i>Serie Leucocitaria</i> .....	14
8.3.6.	<i>Neutrófilos</i> .....	15
8.3.7.	<i>Linfocitos</i> .....	15
8.3.8.	<i>Eosinófilos</i> .....	15
8.3.9.	<i>Monocitos</i> .....	16
8.3.10.	<i>Basófilos</i> .....	16
8.3.11.	<i>Volumen Glomerular Medio (VGM)</i> .....	16
8.3.12.	<i>Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)</i> .....	16
8.3.13.	<i>Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular (CGMH)</i> .....	16
8.4.	Perfil Bioquímico .....	17
8.4.1.	Glucosa .....	18

8.4.2.	Urea.....	18
8.4.3.	BUN (Nitrógeno Ureico en Sangre) .....	18
8.4.4.	Creatinina.....	18
8.4.5.	Proteínas totales .....	19
8.4.6.	AST Y ALT .....	19
8.4.7.	Calcio .....	19
8.4.8.	Fosforo .....	19
8.4.9.	Potasio.....	20
8.4.10.	Electrolitos .....	20
9.	<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>21</b>
10.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
10.1	Localización y Duración del Proyecto .....	21
10.2	Sectores de Toma de Muestras .....	22
10.3	Trabajo de investigación.....	23
10.4	Materiales, Equipos e instalaciones.....	23
10.5	Diseño experimental .....	23
10.6	Variables a medir.....	24
10.7	Procedimiento Experimental .....	25
11.	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
11.1.	Ubicación Georreferencial de los páramos de Cotopaxi.....	26
11.2.	Perfil Hematológico.....	28
11.2.1.	<i>Leucograma</i> .....	30
11.2.2.	<i>Perfil Bioquímico</i> .....	31
12.	<b>IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .</b>	<b>33</b>
13.	<b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....</b>	<b>33</b>

14.	CONCLUSIONES .....	34
15.	RECOMENDACIONES.....	35
16.	BIBLIOGRAFÍA .....	35
17.	ANEXOS .....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica. ....	8
Tabla 2. Parámetros del hemograma de banda negra. ....	17
Tabla 3. Parámetros de la serie blanca de la tilapia nilótica ..... 17	17
Tabla 4. Parámetros Bioquímicos de la Trucha ..... 20	20
Tabla 5. Parámetros de minerales séricos de la trucha ..... 21	21
Tabla 6. Variables a medir Perfil Hematológico ..... 24	24
Tabla 7. Variables a medir Perfil Hematológico ..... 24	24
Tabla 8. Parámetros de muestras de sangre de la trucha silvestre ..... 26	26
Tabla 9. Resultados del hemograma de la trucha silvestre Ecuatoriana ..... 29	29
Tabla 10. Resultados del leucograma de la trucha silvestre Ecuatoriana ..... 30	30
Tabla 11. Resultados del perfil bioquímico de la Trucha silvestre Ecuatoriana..... 32	32

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Georreferenciación de los páramos de Cotopaxi donde se localiza la trucha silvestre Canchagua .....	27
Gráfico 2. Georreferenciación de Cumbijín .....	27
Gráfico 3. Georreferenciación del rio chalupas.....	28
Gráfico 4. Localización de donde se obtuvo las muestras.....	39
Gráfico 5. Localización del rio chalupas donde se obtuvo las muestras. ....	39
Gráfico 6. Localización de Canchagua lugar de obtención de muestras. ....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Aval de Traducción .....	38
Anexo 2. Localización de recolección de muestras .....	38
Anexo 3. Curriculum Vitae del Estudiante .....	39
Anexo 4. Curriculum Vitae del Tutor .....	40
Anexo 5. Sujeción de animal. ....	43
Anexo 6. Toma de muestra sanguínea. ....	44
Anexo 7. Identificación de las muestras. ....	45
Anexo 8. Transporte de muestras al laboratorio .....	45
Anexo 9. Examen del laboratorio. ....	46

## **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:** Agosto 2018

**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:**

Yanguicela Guamán Luis Hernán. (Anexo 1)

MVZ. Juan Eduardo Sambache Tayupanta, MSc. (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. RESUMEN DEL PROYECTO**

La presente investigación se realizó en la Provincia de Cotopaxi en los cantones Latacunga, Sáquisili, y Salcedo, con el objetivo de caracterizar el perfil hematológico y bioquímico de la Trucha Silvestre Ecuatoriana (*Oncorhynchus mykiss*). Fueron utilizados 30 animales con similares características, se seleccionaron las truchas con un promedio de 20 a 25 cm, en estado silvestre, para proceder a la recolección de la muestra mediante punción por la vena caudal, se tomó un ml de sangre en tubos vacutainer tapa lila y un ml de sangre tapa roja. Para el muestreo sanguíneo se utilizó el método de conteo en cámara de Neubauer y para el análisis bioquímico se utilizó el método de colorimetría enzimática, para el perfil hematológico se reveló 7 variables: Hematocrito, Hemoglobina, Eritrocitos, Volumen glomerular medio, Hemoglobina corpuscular media, Concentración de hemoglobina corpuscular media, Plaquetas, 7 variables del Leucograma: Leucócitos, Neutrófilos, Linfocitos, Monócitos, Eosinófilos y Basófilos y del perfil bioquímico se reveló 10 variables: Glucosa, Urea, BUN, Creatinina, Proteínas Totales, AST, ALT, Calcio, Fosforo y Potasio, para la tabulación de datos se utilizó análisis descriptivo para evaluar las medias de todos los parámetros obtenidos para evaluar las medias de todos los parámetros obtenidos con la investigación se concluyó que los valores de estudio son diferentes a los consultados y que la trucha silvestre carece de eosinófilos y basófilos.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Esta investigación que es pionera en la provincia de Cotopaxi tuvo como objetivo conocer el perfil hematológico y bioquímico de la trucha silvestre Ecuatoriana, para establecer parámetros hematológicos y bioquímicos fiables que conocer y que sirva como referencia de futuros estudios.

La información que existe es mínima por no decir nula en nuestro país y considerando que los parámetros en estudio permiten en primer lugar realizar el diagnóstico de salud o enfermedad de esta especie nos permitió la conservación de esta especie silvestre nativa del país, como también conocer la interacción en las diferentes etapas fisiológicas y ambientales.

El aporte se enfocó en dos puntos de vista: el académico, en desarrollar información para que pueda ser vinculada por medio de artículos ponencias y que la misma garantice la salida

de docentes y dicentes como profesionales o especialistas, ya que se trabajó con otras Instituciones de Educación Superior de nivel nacionales e internacionales, como el aporte social desde el punto de vista de manejar los recursos genéticos animales ya que constituyen un patrimonio de inestimable valor.

La pérdida de diversidad genética merma nuestra capacidad para mantener y mejorar la producción pecuaria y la agricultura sostenible y reduce la aptitud para hacer frente a nuevas condiciones ambientales (FAO, 1998). Donde las razas autóctonas y silvestres, adaptadas a las condiciones locales, resisten mejor a la sequía y otras situaciones desfavorables que las razas exóticas.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

##### **4.1. Directos**

- Productores y sus familias, los que participarán en el proceso de caracterización de sus poblaciones silvestres.
- El investigador principal del proyecto, requisito previo a la obtención del Título de Médico veterinario y Zootecnista.

##### **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**

La trucha silvestre es una especie invasora de los ríos en más de 125 países, especie originaria de los ríos y lagos de Norteamérica al oeste de las Montañas Rocosas, fue introducida en el Ecuador en 1920, para la pesca deportiva y fines comerciales. Ha desplazado y ha amenazado a animales nativos en ecosistemas en los que su presencia ha sido devastadora, no solo como depredador sino también como un transmisor de patógenos letales.

Entre los principales países productores de trucha arco iris en 2010 se tiene en primer lugar a Chile con el 24,39 % de la producción mundial, seguido por Noruega con el 13,27 % e Irán con el 11,03 %. En menor escala también destacan países como por Italia (6,66%),

Francia (5,68%), Dinamarca (5,54%), Alemania (3,88%), España (3,78%), China (2,95 %), Polonia (2,91%), EEUU de Norteamérica (2,86%) y Perú (2,46 %) (Chiroque, 2014).

En Chile (Salgado, 2017) en dos muestreos separados por 2 semanas obtuvo muestras de sangre en tubos con heparina lio de 54 ejemplares de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) procedentes de la piscicultura Río Blanco, Quinta región. A cada muestra se le realizaron recuentos totales de leucocitos mediante el método directo del hemocitómetro en cámara de Neubauer (RTL-CN) y recuentos totales de leucocitos por método indirecto en frotis sanguíneo (RTL-FS). El promedio de recuento en RTL-CN fue 19.499 leucocitos/ $\mu$ L con coeficiente de variación (CV) de 47,88%.

El promedio de recuento en RTL-FS fue 43.552 leucocitos/ $\mu$ L con coeficiente de variación de 32,18%. Estos resultados muestran un menor coeficiente de variación en el recuento indirecto (RTL-FS) lo que podría deberse a la rigurosidad con que se trabajó la preanalítica y analítica del método, condiciones que son puntos críticos en la ejecución de los recuentos celulares.

Según los autores (Hilda *et al.*, 1992) se realizó en 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 *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  $\times 10^6 \pm 0,71 \times 10^6$ /mm<sup>3</sup>. 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 ( $\alpha = 0,01$ ,  $g_l = 29$ ). Igualmente se observó un incremento significativo, a un nivel de 0,01 ( $g_l = 29$ ) en el volumen corpuscular

medio y la hemoglobina corpuscular media al incrementar la edad de los ejemplares estudiados.

En Perú (Gonzales *et al.*, 2015) investigaron sobre El análisis de la proporción y cantidad de células sanguíneas es una forma muy confiable de evaluar el estado de salud en humanos y otras especies.

El objetivo fue estandarizar una metodología para la cuantificación rápida de poblaciones de leucocitos sanguíneos de *Oncorhynchus mykiss*. Se procesaron muestras de leucocitos obtenidos de la sangre de un grupo de truchas juveniles saludables mantenidas en el laboratorio. Las muestras fueron analizadas empleando el minicitómetro Scepter y los resultados fueron contrastados con los obtenidos por citometría de flujo.

Los histogramas generados por ambos métodos mostraron un máximo correspondiente a la población de linfocitos/trombocitos y otro a la de monocitos/neutrófilos. No se encontraron diferencias significativas entre los resultados de ambos métodos ( $P > 0,05$ ). El método con el minicitómetro se utilizó para evaluar muestras de truchas procedentes de una piscigranja, el perfil obtenido mostró la disminución significativa de neutrófilos compatible con los signos clínicos de enfermedad observados en los especímenes evaluados. Estos resultados indican que la metodología aplicada es válida y útil para determinar las concentraciones y proporciones celulares en muestras de sangre en trucha arcoíris y permiten el análisis rápido de su estado de salud.

En Ecuador según el autor (Reinoso, 2017) compara el conteo diferencial de glóbulos blancos que presenta la trucha silvestre (*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. 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.

Los análisis estadísticos demostraron que al comparar leucogramas de truchas juveniles con leucogramas de truchas adultas, no existen diferencias significativas entre las dos etapas.

Sobre esta especie no se registran estudios previos donde se detalle el perfil hematológico y bioquímico de la trucha silvestre en la provincia de Cotopaxi.

Es por ello que se hace necesaria esta investigación para conocer este tipo de animal que permita tener datos verídicos que en un futuro nos ayudaría para conocer de enfermedades de esta especie.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. Objetivo General

Determinar los valores de referencia hematológica, bioquímica y de proteínas plasmáticas de la trucha silvestre ecuatoriana, como bases para su conservación y mejora genética.

### Objetivos Específicos

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

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

<b>OBJETIVOS</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO DE ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)</b>
Determinar la ubicación geográfica de la trucha silvestre en la provincia de Cotopaxi mediante un GPS.	Establecer los lugares de la provincia de Cotopaxi donde se encuentran estas especies.	Coordenadas geográficas del lugar a estudio.	Mapa: de la provincia de Cotopaxi para la localización de los páramos.  GPS Sistema de posicionamiento global): Según coordenadas UTM de los páramos establecidos para

			facilitar el estudio de nuevas investigaciones.
Describir parámetros hematológicos, bioquímicos mediante un laboratorio clínico especializado con la finalidad de obtener valores de referencia fiables para ser utilizados el ámbito investigativo.	Toma de muestra sanguínea de truchas silvestres de diferente lugar de la provincia de Cotopaxi.  Envío de muestra al laboratorio para su pertinente análisis de cada una de las pruebas.  Obtener los parámetros hematológicos-bioquímicos, de las muestras sanguíneas de la trucha silvestre.	Técnica de toma de muestra  Muestra con coagulante y sin coagulante.  Técnica de toma de muestra  Muestra con coagulante y sin coagulante.  Identificación Laboratorio  Técnicas de laboratorio  Técnica de tendencia central y dispersión	Punción de la vena caudal bajo la línea lateral del pez y a nivel de la zona media de la aleta anal con una jeringa esterilizada.  Fichas clínicas  Tubos de ensayo: de tapa lila con anticoagulante y tapa roja sin anticoagulante.  Se valorará el perfil hematológico: componentes minerales.  Las pruebas bioquímicas y Enzimología.  Punción de la vena caudal bajo la línea lateral del pez y a nivel de la zona media de la aleta anal con una jeringa esterilizada.

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1. Trucha silvestre Ecuatoriana

La trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) es una especie perteneciente a la familia salmónida, originaria de las costas del pacifico del continente norteamericano, que debido a la crianza relativamente fácil entre las especies de salmones y truchas, su crianza y propagación es ampliamente difundida en todo el mundo (Quispe, 2011).

**Tabla 1.**

*Clasificación Taxonómica*

<b>TRUCHA SILVESTRE</b>	
<b>Reino</b>	Animal
<b>Sub Reino</b>	Metazoa
<b>Phylum</b>	Chordata
<b>Sub Phylum</b>	Vertebrata
<b>Clase</b>	Osteichtyes
<b>Sub Clase</b>	Actinopterygii
<b>Orden</b>	Isospondyli
<b>Sub Orden</b>	Salmoneidei
<b>Familia</b>	Salmonidae
<b>Género</b>	Oncorhynchus
<b>Especie</b>	<i>Oncorhynchusmykiss</i>
<b>Nombre Vulgar</b>	Trucha arco iris

**Fuente:** (Arauz, 2012).

### 8.1.1. Origen

La trucha (*Oncorhynchus mykiss*), es una especie íctica perteneciente a la familia Salmonidae, originaria de las costas del Pacífico de América del Norte, que 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 ampliamente en los países como Argentina, Brasil, Bolivia Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Ceped , 2009).

### **8.1.2. Biología de la Trucha**

Cuerpo de forma alargada, fusiforme con 60-66 vértebras, 3-4 espinas dorsales, 10-12 rayos dorsales blandos, 3-4 espinas anales, 8-12 rayos anales blandos, 19 rayos caudales. Aleta adiposa presente, usualmente con borde negro. Sin tubérculos nupciales, pero ocurren cambios menores en la cabeza, boca y color de los machos desovantes. Coloración azul a verde oliva sobre una banda rosada a lo largo de la línea lateral y plateada por debajo de ella. Lomo, costados, cabeza y aletas cubiertas con pequeños puntos negros. La coloración varía con el hábitat, tamaño, y condición sexual. Tendencia de los residentes en corrientes y de los desovantes a ser más oscuros con color más intenso, mientras que los residentes de lagos son más brillantes y más plateados. La ausencia de dientes hioideos es la característica que más fácilmente permite distinguirla de *Oncorhynchus clarki* (trucha "cutthroat") (FAO, 2006).

### **8.1.3. Características**

Es un pez de cuerpo fusiforme, cubierto de escamas y mucus; el dorso es de color azulado y los flancos laterales de color plateado iridiscente.

La parte ventral es de color blanco cremoso. Tanto en el dorso como en los flancos, presenta manchas lunares negras y marrones.

El macho se diferencia de la hembra por tener el cuerpo más alargado y la cabeza triangular, en cambio la hembra tiene el cuerpo más ensanchado y cabeza redonda.

La trucha es ovípara, la reproducción artificial es una de las actividades del proceso por la cual fecundan los huevos de las hembras, homogenizándolas con el esperma de los machos.

Es un animal carnívoro y voraz, que en cautiverio puede cambiar fácilmente su régimen alimentario a los alimentos secos concentrados en forma de gránulos o pelets.

La temperatura óptima para su crecimiento, y reproducción, varía entre 9°C y 17.5°C; pudiendo tolerar temperaturas inferiores pero con retraso en su crecimiento. La carne de la trucha es altamente nutritiva (Yapuchura, 2006).

#### **8.1.4. Etapas de Desarrollo de la Truchas**

El desarrollo biológico de la trucha comprende 4 etapas:

Ova.- Son los huevos fecundados que después de un promedio aproximado de 30 días de incubación, eclosionan para convertirse en larva

Alevino.- Son peces pequeños que miden de 3 cm. A 10 cm. Con un peso que oscila entre 1.5 gr. A 20 gr.

Juvenil.- Son peces que miden de 10 cm. A 15 cm. Cuyo peso es generalmente de 20 gr. A 100 gr.

Comercial.- Es la etapa especial, donde los peces han recibido el proceso de engorde para ser comercializados, estos miden 15 cm. A 22 cm. Con un peso de 100 a 200 gr (Yapuchura, 2006).

#### **8.1.5. Reproducción**

Las truchas se reproducen gracias a sus gónadas u órganos sexuales. Las hembras poseen dos ovarios, los cuales producirán miles de óvulos a partir de los que se formaran las huevas. Los machos, al igual que los mamíferos poseen dos testículos con un conducto deferente por el cual el semen pasa al medio exterior. Se trata de una reproducción cíclica estacional, es decir que solo tiene lugar una vez al año durante una época determinada. Aunque el desove o freza se produce en invierno, tanto la hembra como el macho van desarrollando sus testículos desde el verano, ya que hay un importante incremento de tamaño (Sanchez, 2017).

Las truchas regresan a los lugares donde nacieron, donde es muy común las luchas por la reproducción. El macho busca territorio para la hembra donde ésta depositará sus huevos. En un pozo que la hembra excava, deposita hasta 10.000 huevos, y luego varios machos depositan sus espermias sobre los huevos. Los embriones empiezan su desarrollo. Y la incubación dura unos 40 días y se realiza a unos 10° C. Luego de este proceso, los adultos se

marchan sin preocupación alguna de los huevos. Si la hembra puso 5.000 huevos, se estima que solamente 2 ejemplares llegan a reproducirse (Paxala, 2013).

El proceso de incubación dura 40 días, pero pasado ese tiempo los adultos se alejan sin prestar ningún tipo de resguardo a los huevos. Por eso, aunque la hembra pueda llegar a poner unos 10 mil, solo cuatro podrían llegar a reproducirse. La trucha tiende a migrar para reproducirse, pero siempre desplazándose en aguas dulces, muy distinto a otros peces como el salmón, que se trasladan del mar al río (Jacumar, 2015).

### **8.1.6. Reproducción Natural**

Los peces de la familia Salmonidae son de carácter reofílico con respecto a la reproducción, lo que significa que remontan las corrientes para finalizar su ciclo reproductivo con cortejo y la emisión simultánea de los productos sexuales. Cuando el pez se encuentra en las últimas etapas de su madurez permanece cerca de la desembocadura del curso de agua que va a remontar, que por lo general es el mismo en el cual nació. Luego inicia el remonte y en el trayecto completa su madurez. La hembra busca en 105 remansos un lugar que presente un substrato apropiado (grava fina, corriente suave) y una vez definido el sitio, por medio de fuertes coletazos, forma una o varias concavidades en el suelo y luego se inicia el cortejo con el macho finalizando con la emisión simultánea de sus productos sexuales y la fertilización. Las ovas permanecen en ese substrato hasta la eclosión y reabsorción del saco vitelina. Luego los alevinos inician el trayecto corriente abajo (Puccini, 2009).

#### **8.1.6.1. Características de una Hembra Madura**

- Abdomen abultado y flácido
- Poro genital prominente y rojizo

Las hembras deben ser revisadas permanentemente, la frecuencia de esta revisión depende de la temperatura del agua como del número de animales disponibles, a temperaturas más bajas el tiempo entre una revisión y la siguiente puede ser mayor, debido a que la ovulación y la subsecuente maduración toman más días. Cuando el número de padrotes es alto, las revisiones deben ser más frecuentes pues es mayor la probabilidad de encontrar hembras ovulando.

Los porcentajes de fertilización máximos para una hembra se dan unos días después de que ha ocurrido la ovulación. A unos 10°C los huevos sobre maduran en aproximadamente 8 días, lo que reduce la fertilización (Botanicol, 2008).

#### **8.1.6.2. Características de un macho maduro**

- Presentan un color de piel más oscuro y brillante.
- La extremidad de su maxilar inferior se acentúa hacia arriba tomando la forma de gancho, siendo más notorio en los adultos.
- La cabeza vista de perfil es más alargada.
- Haciendo una leve presión en el abdomen hay expulsión de semen.
- Debido a que estos maduran quincenal o mensualmente no es necesario mantener una gran cantidad. Se recomienda un macho por cada tres hembras( Burgos, 2011).

#### **8.1.6.3. Motivos por lo que no se pudo sexar a la trucha silvestre Ecuatoriana**

- El tamaño de la trucha de río es de un tamaño minúsculo
- La maduración en truchas en machos es a partir de los 3 años.
- La trucha de paramo por no tener ni una mejora genética su piel es de un color oscuro.
- La trucha de río eran muy púberes por lo que no se podía aplastar el abdomen para la expulsión de semen.

#### **8.1.7. Recurso Hídrico**

El cuerpo de agua a utilizar, debe poseer características adecuadas en cuanto a su cantidad (caudal) y calidad (factores físico – químicos y biológicos). Las propiedades físicas, como temperatura, pH, oxígeno, transparencia, turbidez, etc., pueden estar sometidas a variaciones bruscas por la influencia de factores externos, fundamentalmente a cambios atmosféricos y climáticos. Las propiedades químicas, sin embargo son mucho más estables y sus variaciones son mínimas, salvo casos excepcionales en los que una contaminación pueda producir efectos irreversibles (Cedep, 2012).

## **8.2. Sangre**

La sangre es un tejido líquido que recorre el organismo, a través de los vasos sanguíneos que transporta las células necesarias para llevar a cabo las funciones vitales (respirar, formar

sustancias, defenderse de agresiones). La cantidad de sangre de una persona está en relación con su edad, peso, sexo y altura. Una persona adulta tiene entre 4,5 y 6 litros de sangre, es decir, un 7% de su peso corporal(Araugo, 2008).

Como todos los tejidos del organismo la sangre cumple múltiples funciones necesarias para la vida como la defensa ante infecciones, los intercambios gaseosos y la distribución de nutrientes. Para cumplir con todas estas funciones cuenta con diferentes tipos de células suspendidas en el plasma(Araugo, 2008).

### **8.2.1. Técnica de extracción de sangre**

Se les extrajo aproximadamente 1 ml de sangre obtenida mediante punción de la vena caudal bajo la línea lateral de la trucha a nivel de la zona media de la aleta anal con una jeringa esterilizada de 3 ml y depositada en tubos plásticos con anticoagulante y sin anticoagulante de 1.5 ml rotulados con el mismo número los cuales fueron depositados en una caja de aislapol con hielo y trasladados hacia el laboratorio (Neftalí , 2003).

### **8.3. Perfil Hematológico**

También llamado Hemograma, consiste en el conteo de los diferentes tipos de células que se encuentran en sangre periférica. Bajo el nombre de hemograma se agrupan dos conceptos: uno cuantitativo, que comprende los recuentos de eritrocitos, leucocitos y plaquetas, cuantificación de hemoglobina, medición de hematocrito y en cálculo de índices eritrocitarios y otro cualitativo (fórmula leucocitaria), que es la identificación microscópica o automatizada de los diferentes tipos de leucocitos y su expresión en valores porcentuales y absolutos.

La automatización del hemograma, una combinación de metodologías de colorimetría, impedancia eléctrica e informática (Celldyn) ha permitido obtener un método confiable y rápido para enfrentar la demanda creciente por el perfil hematológico. El analizador hematológico CELLDYN proporciona información de 12 parámetros obtenidos, a partir de muestra de sangre total anticoagulada con EDTA (Ferato , 2012).

#### **8.3.1. Eritrocitos**

Los glóbulos rojos, también llamados eritrocitos o hematíes, son las células sanguíneas más abundantes y relativamente pequeñas de los mamíferos. Su principal misión es transportar O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> entre los tejidos y los pulmones, este color es debido a su alto contenido

en la proteína hemoglobina, responsable del color rojo de la sangre. Los eritrocitos raramente abandonan el torrente circulatorio (Megias *et al.*, 2018).

### **8.3.2. Hematocrito**

El hematocrito es el porcentaje del volumen total de sangre que está compuesta por glóbulos rojos. Una prueba de hematocrito se realiza con una muestra de su sangre. Un técnico de laboratorio pone la muestra en un dispositivo de llamada centrífuga que hace girar la sangre muy rápidamente en un tubo de ensayo. Este movimiento se separa la sangre en tres partes: el componente líquido (plasma), los glóbulos rojos y otras células sanguíneas (Alvarez *et al.*, 2003).

### **8.3.3. Hemoglobina**

La hemoglobina, es encargada de llevar oxígeno y de darle el color a los glóbulos rojos. Su trabajo en la sangre es de suma importancia, se encarga de llevar oxígeno, a través de los pulmones, a todos los tejidos involucrados en el sistema sanguíneo y respiratorio (Alfaro, 2003).

### **8.3.4. Plaquetas**

Las plaquetas son pequeñas células que circulan en la sangre; participan en la formación de coágulos sanguíneos y en la reparación de vasos sanguíneos dañados. Cuando un vaso sanguíneo se lesiona, las plaquetas se adhieren al área dañada y se distribuyen a lo largo de la superficie para detener la hemorragia (este proceso se conoce como adhesión). Al mismo tiempo, pequeños sacos ubicados al interior de las plaquetas y llamados gránulos liberan señales químicas (este proceso es llamado secreción). Estas sustancias químicas atraen a otras plaquetas al sitio de la lesión y provocan su aglutinamiento para formar lo que se conoce como tapón plaquetario (a este proceso se le llama agregación) (González , 2006).

### **8.3.5. Serie Leucocitaria**

Fórmula leucocitaria o recuento diferencial de leucocitos. El componente celular de las defensas inmunitarias no específicas de los peces óseos incluye a las células fagocíticas

móviles (macrófagos y granulocitos) que son reclutadas de la sangre y de los tejidos linfoides; a las células eosinófilas granulares (eosinophilic granular cells; EGC), que son menos móviles y están presentes en sitios mucosos como el intestino o las branquias, y son consideradas análogas a las células cebadas (mastcells) de los mamíferos; y a las células citotóxicas no específicas (non-specific cytotoxic cells; NCC), consideradas el equivalente funcional en los peces de las células asesinas naturales (natural killer; NK) de los mamíferos (8,36). Para reconocer los desafíos antigénicos e iniciar una respuesta inmunitaria, las células arriba mencionadas cuentan con diversos receptores (Quispe, 2011).

### **8.3.6. Neutrófilos**

Los neutrófilos son leucocitos polimorfos nucleares (PMN), componentes esenciales del Sistema Inmune Natural. Son las principales células fagocíticas encontradas en sangre periférica; correspondiéndose con un 50-70% del total de células de la serie blanca (1). Se les considera la primera línea de defensa contra infecciones bacterianas y fúngicas (además de las barreras naturales anteriormente citadas) (Flores *et al.*, 2005).

### **8.3.7. Linfocitos**

Los más pequeños pero más importantes para que el sistema inmune pueda reaccionar ante amenazas externas, Los linfocitos, redondeados, presentan dos tipos según su morfología nuclear: unos con núcleos redondeados y otros con núcleos indentados; ambos densos, grandes, ocupando la mayor parte de la célula; la heterocromatina se distribuye centralmente y sobre la membrana nuclear, que es pequeña y oculta, pequeñas áreas de cromatina clara o eucromatina. No hay nucléolo. El escaso citoplasma es denso, homogéneo, granular por la presencia de innumerables ribosomas, sin membranas del retículo endoplásmico, con aparato de Golgi, lisosomas y un conglomerado para nuclear de 5 a 7 mitocondrias, en el lado indentado del núcleo en aquellos linfocitos con característica nuclear (Quispe, 2011).

### **8.3.8. Eosinófilos**

Se encargan de las reacciones alérgicas y de los parásitos; Se encargan de las reacciones alérgicas y de los parásitos. Los eosinófilos son leucocitos (células blancas) que se encuentran en la sangre y en los tejidos conectivos de algunos vertebrados, aunque seguramente fueron observados mucho antes. Sus principales funciones son la defensa contra parásitos helmintos, respuestas alérgicas, inflamación de tejidos e inmunidad. Forman parte del grupo de los

leucocitos denominados granulocitos, junto con los basófilos y los neutrófilos, puesto que su citoplasma posee una gran cantidad de gránulos, los cuales tienen moléculas ácidas y se tiñen de color rojo con la eosina. Precisamente, el nombre eosinófilos proviene de la afinidad de estos gránulos por la eosina. En condiciones normales los eosinófilos representan del 2 al 4% de los leucocitos en sangre.

Pero pueden abandonar el torrente sanguíneo y localizarse en los tejidos conectivos de los órganos, donde esta proporción aumenta considerablemente (Hilda *et al.*, 1992).

### **8.3.9. Monocitos**

Son los más grandes y se transportan a través de la sangre hasta los pulmones, el hígado, bazo y los huesos.

Los monocitos redondeados, con núcleo circular tienen una zona que tiende a ser convexa. Es heterocromático, con más eucromatina que los linfocitos. Sin nucléolo característico. En el citoplasma se ven cisternas periféricas de retículo endoplásmico granuloso, un aparato de Golgi y varios gránulos de densidad variable, localizados en el lado convexo del núcleo, con algunas mitocondrias (Quispe, 2011).

### **8.3.10. Basófilos**

Los menos abundantes, son los responsables del inicio de la respuesta alérgica (Sanchez, 2017).

### **8.3.11. Volumen Glomerular Medio (VGM)**

Volumen corpuscular medio. Indica el tamaño y capacidad del eritrocito, y se mide en fentolitros (fL). De acuerdo con el tamaño permite clasificar como normocítica, microcítica o macrocítica (López, 2016).

### **8.3.12. Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)**

Hemoglobina corpuscular media (HCM, pg). Informa del contenido medio de Hb de cada hematíe, 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) (Huertas y Cela, 2018).

### **8.3.13. Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular (CGMH)**

(Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media) Hemoglobina x100/Hematocrito, se expresa en porcentaje, representa la concentración media de hemoglobina de cada eritrocito (Torrens, 2015).

**Tabla 2.**

*Parámetros del hemogramade banda negra*

Parámetros	Unidades	Valores de referencia
<b>Hematocrito</b>	%	20.3 – 51.3
<b>Hemoglobina</b>	g/dL	1.2 – 31.7
<b>Eritrocito</b>	(x10 <sup>6</sup> μL)	4 – 63.3
<b>VGM</b>	fL	6.7 - 86.7
<b>MCH</b>	Pg	1.3 - 31.8
<b>CGMH</b>	%	5.5 - 91.1
<b>Plaquetas</b>	(x10 <sup>6</sup> μL)	14,2 – 63
<b>Leucocitos</b>	(x10 <sup>6</sup> μL)	0.8 – 14

**Fuente:** (Fernández *et al.*, 2015).

**Tabla3.**

*Parámetros de la serie blanca de la tilapia nilótica*

Parámetros	Unidades	Valores de referencia
<b>Neutrófilos</b>	%	0 – 27
<b>Eosinófilos</b>	%	0 – 2.50
<b>Basófilos</b>	%	0 – 4
<b>Linfocitos</b>	%	49 – 94
<b>Monocitos</b>	%	0 – 8

**Fuente:**(Christine *et al.*, 2011).

#### 8.4. Perfil Bioquímico

Un perfil bioquímico es un examen sanguíneo completo que mide parámetros a través de los cuales se busca investigar varias funciones fisiológicas, necesarias para el correcto funcionamiento del organismo. Él perfil bioquímico es la medición de ciertos minerales o

sustancias que se encuentran en la sangre y que nos dan información sobre el estado de los distintos órganos (Bastardo y Yépez, 2008).

#### **8.4.1. Glucosa**

La importancia del metabolismo de los carbohidratos durante la embriogénesis y el establecimiento del fenotipo “intolerante a la glucosa” no está claro. Además, los mecanismos subyacentes de la pobre capacidad de los peces carnívoros para usar los carbohidratos de la dieta como el sustrato principal de energía son poco conocidos. Por otro lado, estudios recientes muestran en la trucha que genes duplicados, envueltos en el metabolismo de glucosa, podrían estar relacionados en el establecimiento del fenotipo “intolerante a la glucosa”. Científicos proveen mayor información del metabolismo de la glucosa durante la ontogénesis y la transición nutricional, teniendo en cuenta la complejidad del genoma de la trucha. Los científicos muestrearon trucha en varias etapas de desarrollo, desde la fertilización hasta la eclosión, y los alevinos fueron alimentados con dietas sin carbohidratos y con un alto nivel de carbohidratos. Según los resultados de los científicos, después de la primera comida, los genes rápidamente desplegaron modelos de expresión equivalentes a los observados en los hígados de peces juveniles (Hilda *et al.*, 1992).

#### **8.4.2. Urea**

La urea constituye la fracción de nitrógeno no proteico más importante en la mayoría de los líquidos biológicos. En el hombre es el principal producto final del metabolismo proteico. Se produce en el hígado y es excretada por la orina a través de los riñones. Una elevación de la concentración sérica de urea, se interpreta generalmente como una posible disfunción renal. Sin embargo, no debe dejarse de lado el hecho de que los valores séricos de urea se encuentran íntimamente relacionados con la dieta y el metabolismo proteico, por lo que cualquier alteración en estas variables se traducirá en un cambio de la concentración de urea en suero (Wiener Laboratorios , 2000).

#### **8.4.3. BUN (Nitrógeno Ureico en Sangre)**

La concentración de urea comúnmente se reporta con nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) y ocasionalmente como nitrógeno ureico sérico (SUN) o concentrado de nitrógeno ureico (UN) (Aixa y Perez, 2005).

#### **8.4.4. Creatinina**

La creatinina se produce de forma endógena a partir de la creatina y el creatinfosfato como resultado de los procesos metabólicos musculares. Se elimina por riñón mediante filtración glomerular (Perazzi y Angerosa, 2011).

#### **8.4.5. Proteínas totales**

Las proteínas son compuestos orgánicos macromoleculares, ampliamente distribuidos en el organismo y esenciales para la vida. Actúan como elementos estructurales y de transporte, aparecen bajo la forma de enzimas, hormonas, anticuerpos, factores de la coagulación, etc; representan el grupo de sustancias químicas de mayor importancia en la estructura y la fisiología celulares y forman la masa principal de las células y de todos los tejidos (García y Caicedo, 2010).

#### **8.4.6. AST Y ALT**

La aspartato aminotransferasa (AST o GOT) y la alanina aminotransferasa (ALT o GPT) son enzimas cuya función es transferir moléculas llamadas “grupos amino”. La destrucción de las células que contienen transaminasas provoca la liberación a la sangre de estas enzimas, por lo que la elevación de su concentración en sangre traduce una lesión de aquellos tejidos en los que se encuentran: en ello reside su utilidad. Mientras que la AST se encuentra dentro de las células de diversos órganos y tejidos como el hígado, el riñón, el músculo-esquelético y cardíaco, el páncreas o el cerebro, la ALT se localiza predominantemente (aunque no únicamente) en el hígado (Moreira y Garrido, 2015).

#### **8.4.7. Calcio**

El calcio es el catión más abundante del organismo junto con el fósforo son los principales constituyentes del esqueleto; ambos forman parte de la hidroxiapatita presente en los huesos.

Es un metal divalente involucrado en numerosos procesos biológicos en los que se requiere un nivel constante y preciso de calcio: la permeabilidad de membranas, excitabilidad y conducción nerviosa, contracción muscular, actividad de enzimas celulares, equilibrio de líquidos, minerales y PH corporales, mecanismos de secreción glandular y hormonal, coagulación y formación de hueso y diente, sólo por mencionar los más importantes (Fernández y Sosa, 2011).

#### **8.4.8. Fosforo**

El fosfato (P) es un anión crucial en la estructura y metabolismo celular. Dentro de la célula regula numerosos procesos enzimáticos y es un componente esencial de los ácidos nucleicos y las membranas fosfolipídicas (Albalate y De Seguera, 2017).

#### **8.4.9. Potasio**

El potasio (K) es un mineral dietético esencial y un electrolito que conduce electricidad al organismo, junto con el sodio, el cloruro, el calcio y el magnesio. El potasio es necesario para la función de todas las células vivas, por lo que está presente en todos los tejidos de las plantas y los animales. El funcionamiento normal del organismo depende de una estricta regulación de las concentraciones de potasio dentro y fuera de las células (Bernasconi y Zotta, 2013).

#### **8.4.10. Electrolitos**

Los electrólitos son minerales presentes en la sangre y otros líquidos corporales que llevan una carga eléctrica. Los electrólitos afectan cómo funciona su cuerpo en muchas maneras, incluso(Oakwood, 2017).

- La cantidad de agua en el cuerpo
- La acidez de la sangre (el pH)
- La actividad muscular.

Los niveles de sodio indican el equilibrio de sal y agua. Estos también son una señal de la función de los riñones y de las glándulas suprarrenales.

El potasio afecta algunos de los órganos principales, incluso al corazón. Los niveles de potasio aumentan por el mal funcionamiento del riñón y pueden ser anormales debido a vómitos o diarrea.

El mineral calcio es el componente principal de los huesos y dientes. El calcio también se necesita para el funcionamiento de los nervios y músculos y en las reacciones químicas en las células. El cuerpo controla la cantidad de calcio en la sangre. El fósforo, como el calcio, es un componente importante de los huesos. Los niveles bajos de fósforo a largo plazo pueden dañar los huesos, nervios y músculos. Los niveles de fosfato altos se deben por lo general al mal funcionamiento del riñón (International Association of Providers of AIDS Care., 2014).

Tabla4.

*Parámetros Bioquímicos de la Trucha*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores de referencia</b>
<b>Proteínas totales</b>	g/L	20 - 48
<b>AST</b>	U/L	13 - 806
<b>Glucosa</b>	mmol/L	1.77 – 7.60
<b>Creatinina</b>	umol/L	1 – 89
<b>Urea</b>	mmol/L	0.69 – 2.1
<b>ALT</b>	U/L	1 - 32
<b>BUN</b>	mmol/L	0.46 – 1.15

**Fuente:** (Herrera , 2004).

Tabla5.

*Parámetros de minerales séricos de la trucha*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>
<b>Potasio</b>	mmol/L	< 220
<b>Fosforo</b>	(mg/dL)	3.93 – 15.57
<b>Calcio</b>	(mg/dL)	9 – 14.26

**Fuente:**(Leandro *et al.*, 2011)

## 9. 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.

## 10. MATERIALES Y MÉTODOS

### 10.1 Localización y Duración del Proyecto

El estudio fue realizado en la provincia de Cotopaxi que está ubicado en zona 3 de Ecuador limita al norte con Pichincha, al sur con Tungurahua y Bolívar, por el occidente con los Ríos y al oriente con Napo con coordenadas 0°56'00"S78°37'00"O/-0.9333333333333333,-

78.6166666666667 en una altitud máxima de 5897 msnm con una duración de 30 días en la recolección de muestras y fueron transportadas al laboratorio para su análisis.

## 10.2 Sectores de Toma de Muestras

Las muestras se obtuvieron en la provincia de Cotopaxi se seleccionaron 3 cantones por su mayor afluencia de trucha silvestre por el clima y por la altura en cual se encuentran dichos cantones:

- Cantón Salcedo
  - ✓ Cumbijín

Se localiza en la zona central del territorio ecuatoriano, en las provincias de Cotopaxien el cantón Salcedo tiene un rango de altura de 3300 msnm, su rango de temperatura varía entre 3–24 °C.

Su topografía sumamente irregular, con pendientes fuertes casi verticales, donde afloran inmensas paredes rocosas, son elementos propios de los altos Llanganates. **Ilustración I: Localización de la extracción de muestras.**

- Cantón Latacunga
  - ✓ Chalupas

Es un arroyo que está ubicado en la provincia de Cotopaxi y está cerca de Cordillera de Pagllurco y Lomas Encantadas en las posiciones Latitud: 0° 56' 24,4" (0,9401°) sur, Longitud: 78° 2' 21" (78,0392°) oeste, Altitud: 3400 metros sobre nivel del mar. **Ilustración II: Imagen de la localización del rio chalupas donde se obtuvo las muestras.**

- Cantón Sáquisili
  - ✓ Canchagua

Está ubicado a 17 km de la ciudad de Latacunga con posiciones 0°48'00.0"S 78°41'00.0"W. **Ilustración III: Imagen de la localización donde se obtuvo las muestras.**

### **10.3 Trabajo de investigación**

Para el desarrollo de la investigación, se utilizaron 30 truchas silvestres, se tomó como referencia las que tengan un tamaño aproximado de 20 a 25 cm para su mejor extracción de sangre en la provincia de Cotopaxi en 3 cantones: Salcedo, Latacunga, Sáquisili de los cuales de cada animal se extrajo la cantidad de 1 ml de sangre en tubos vacutainer plástico (con anticoagulante tapa lila) y 1 ml de sangre tubos vacutainer plástico (sin anticoagulante tapa roja).

### **10.4 Materiales, Equipos e instalaciones**

Para la presente investigación se utilizó los siguientes materiales, equipos e instalaciones en los que tenemos:

- Laboratorio Clínico San Francisco.
- Tubos Vacutainer plástico (con anticoagulante tapa lila).
- Tubos Vacutainer plástico (sin anticoagulante tapa roja).
- Jeringas de insulina (1ml).
- Jeringas estériles de (3ml).
- Jeringas estériles de (5ml).
- Agujas Vacutainer.
- Guantes de nitrilo.
- Hielos clínicos de gel.
- Cooler de transporte.
- Microscopio.
- Tabla de seguimiento de la muestra.
- Computadora.
- Impresora.
- Cámara fotográfica.

### **10.5 Diseño experimental**

En este diseño se utilizó una comparación de los valores medios del perfil hematológico y el perfil bioquímico que nos brinda el laboratorio para llegar a una diferenciación entre lo mínimo y máximo del estudio realizado.

## 10.6 Variables a medir

Tabla6.

*Variables a medir Perfil Hematológico*

<b>PERFIL HEMATOLÓGICO</b>
Hematocrito (%)
Hemoglobina(g/L)
Eritrocitos( $10^6/\mu\text{L}$ )
Valor Glomerular Medio (VGM)(FI)
Hemoglobina Corpuscular Media (MCH)(pg)
Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular (CGMH)(g/dL)
Plaquetas ( $10^6/\mu\text{L}$ )
Leucocitos( $\text{mm}^3$ )
Neutrófilos (%)
Linfocitos (%)
Monocitos (%)
Eosinofilos (%)
Basófilos (%)

**Fuente:** directa.

**Elaborado por:** Yanguicela L, 2018.

Tabla 7.

*Variables a medir Perfil Bioquímico*

<b>PERFIL BIOQUÍMICO</b>
Glucosa(mmol/L)
Urea(mmol/L)
BUN(mmol/L)
Creatinina(umol/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.

**Elaborado por:** Yanguicela L, 2018.

### **10.7 Procedimiento Experimental**

- Este tema de investigación está enfocado al estudio hematológico y bioquímico de la trucha silvestre ecuatoriana de los ríos de los páramos de Cotopaxi.
- Se procedió a adquirir materiales para la recolección de muestras sanguíneas.
- El 5 de mayo del 2018 se procedió con la extracción en el primer cantón seleccionado para la extracción de sangré.
- En el lugar ya de extracción de la muestra primero se ordenó los materiales para la extracción de sangre.
- Con ayuda de raquetas de pesca se procedió a la captura de las truchas silvestres del río.
- Una vez que la trucha se encuentra inmobilizado se lo sostiene invertido exponiendo el abdomen.
- Ya con el animal capturado se procedió a inmobilizar al animal y luego a la ubicación - punción de la vena caudal.
- Se procedió con la extracción de sangre en jeringas estériles de insulina de (1ml).
- Ya con la muestra completamente extraída se procedió la colocación en los tubos vacutainer con anticoagulante (tapa lila) y sin anticoagulante (tapa roja).
- Se realiza la identificación de cada muestra.
- Se colocó la muestra en Cooler de transporte con hielo clínico dé gel.
- Luego de obtener todas las muestras de este sector se transportó al laboratorio ubicado en la provincia de Tungurahua Cantón Ambato al Laboratorio Clínico San “Francisco”.

- 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 el tiempo asignado que nos dicta el laboratorio para la obtención de los resultados.
- Después se realizó la tabulación de resultados del laboratorio para la estadística descriptiva y el análisis y discusión de resultados.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 11.1. Ubicación Georreferencial de los páramos de Cotopaxi

La presente investigación se realizó en la Provincia de Cotopaxi, en el Cantón Salcedo en la Parroquia Cumbijín, en el Cantón Latacunga en el sector de Chalupas, y el Cantón Sáquisili en la Parroquia Canchagua.

Tabla 8.

*Paramos de muestras de sangre de la trucha silvestre*

N°	Cantón	Lugar	E (m)	N(m)	Altitud
<b>10</b>	SALCEDO	CUMBIJIN	779158.00	9884015.00	3401
<b>10</b>	SÁQUISILI	CANCHAGUA	759434.37	9911135.44	3118
<b>10</b>	LATACUNGA	CHALUPAS	784077.48	9902816.01	3868

**Fuente:** directa.

**Elaborado por:** Yanguicela L, 2018.

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.



**Gráfico 1.** Georreferenciación de los páramos de Cotopaxi donde se localiza la trucha silvestre Canchagua



**Gráfico 2.** Georreferenciación de Cumbijín



**Gráfico 3.** Georreferenciación del río chalupas.

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 los (Gráficos 1, 2, 3) con las coordenadas de recolección de muestras mediante Google Earth Pro UTM (Universal Transverse Mercator).

Al culminar la investigación se detalla los resultados del perfil hematológico y bioquímico de la trucha silvestre ecuatoriana en la provincia de Cotopaxi con el respectivo análisis de los resultados que se detallan a continuación:

### **11.2. 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) 12.95, Eritrocitos ( $10^6/\mu\text{L}$ ) 4.37, Volumen glomerular medio (fL) 94.88, Hemoglobina corpuscular media (pg) 30.5, Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL) 31.70, Plaquetas ( $10^6/\mu\text{L}$ ) 3.89.

Al evaluar la variable hematocrito en el estudio constatamos que tenemos un valor elevado ya que las muestras fueron extraídas de los páramos de Cotopaxi, a una altura promedio de 3600 msnm es por esto que, no posee similitud con el este estudio realizado por (Fernández

*et al.*, 2015) ya que dicha variable Hematocrito (31.18%) posee un valor bajo debido que estos datos se tomaron en Perú en la especie banda negra (*Myleus schomburgkii*) criados en condiciones de cautiverio en estanques de tierra bajo las siguientes condiciones:  $29.3 \pm 0.9$  C° y pH:  $6.7 \pm 0.2$ .

Tabla 9.

*Resultados del hemograma de la trucha silvestre Ecuatoriana*

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>D. Estándar</b>
<b>Hematocrito (%)</b>	40,95	55,2	13,1	7,91
<b>Hemoglobina(g/L)</b>	12,95	17,7	4,4	2,47
<b>Eritrocitos (10<sup>6</sup>/μL)</b>	4,37	6,08	1,37	1,00
<b>Volumen Glomerular Medio (Fl)</b>	94,88	126,3	80,3	8,68
<b>Hemoglobina Corpuscular Media (pg)</b>	30,05	40,1	25	2,86
<b>Concentración De Hemoglobina Corpuscular Media (g/dL)</b>	31,70	33,5	31,1	0,62
<b>Plaquetas (10<sup>6</sup>/μL)</b>	3,89	11	0,011	4,21

**Fuente:** Directa.

**Elaborado por:** Yanguicela L, 2018.

La variable hemoglobina en sangre está relacionada con la concentración de los índices eritrocitarios (VGM, HCM y CHCM) y en los resultados obtenidos posee cierta similitud al comparar con (Buenaño, 2010) en el valor de Hemoglobina con truchas juveniles (12,43g/dL), pero no al comparar con adultos (11,86g/dL) y reproductores(15,69g/dL), por estar ubicado a una altitud de 3 300 m, con una temperatura media ambiental de 13<sup>0</sup>C, en la provincia de Napo en estanques mantenidos con oxigenación continua.

Al analizar los valores del eritrocitos de la trucha silvestre Ecuatoriana ( $4,37 \times 10^6/\mu\text{L}$ ) se determina que no posee similitud con los estudios de (Alaye y Morales, 2013) ya que el número de eritrocitos es ( $2.03 \times 10^6/\mu\text{L}$ ) de peces juveniles mantenidos en tinas dentro de un

sistema de recirculación además se observó eritrocitos inmaduros como respuesta al estrés hipóxico o anemia.

EL Volumen Glomerular Medio en nuestro estudio posee un valor bajo de (94,88fl) esto constituiría el descenso de los glóbulos rojo y al comparar con los estudios de (Rodríguez, 1999) se determinó que no posee similitud ya que el VGM (294,2Fl) es alto en trucha *Oncorhynchus mykiss* de agua fría continentales de Colombia.

### **11.2.1. Leucograma**

Al analizar el leucograma de la trucha silvestre Ecuatoriana que se evidencian en la (Tabla 10) los respectivos datos obtenidos de acuerdo a la media de las distintas variables.

Según estadística descriptiva del leucograma de la trucha silvestre Ecuatoriana que se evidencian en la (Tabla 10) con los respectivos datos obtenidos de acuerdo a la media de las siguientes variables: Leucocitos ( $\text{mm}^3$ ) 18.73, Neutrófilos (%) 10.52, Linfocitos (%) 81.49, Monocitos (%) 8.36, Eosinofilos (%) 0, Basófilos (%) 0.

El recuento de leucocitos revela que los linfocitos son el tipo más abundante de glóbulos blancos y el porcentaje relativo de monocitos alcanzó los valores mínimos, siendo dicho porcentaje significativamente diferentes entre variables.

Los leucocitos parte fundamental del sistema inmunitario que no posee similitud con los estudios relacionados con (Guijarro *et al.*, 2004) en distintas estaciones posee distintas rangos: primavera ( $6.13 \pm 0.49 \text{ mm}^3$ ), verano ( $19.27 \pm 2.29$ ), otoño ( $4.14 \pm 0.36$ ) e invierno ( $3.08 \pm 0.25$ ) ya que fueron peces que se mantuvieron durante 3-4 semanas, en condiciones naturales de fotoperiodo y temperatura, en tanques de 5 m<sup>3</sup> provistos de un sistema de renovación continua de agua y oxigenación constante.

Tabla 10.

*Resultados del leucograma de la trucha silvestre Ecuatoriana*

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>D. Estándar</b>
<b>Leucocitos (<math>\text{mm}^3</math>)</b>	18,73	40,8	5,5	7,82
<b>Neutrófilos (%)</b>	10,52	28	1,1	9,74
<b>Linfocitos (%)</b>	81,49	93,2	58	10,68
<b>Monocitos (%)</b>	8,36	23,1	2	4,54

**Fuente:** Directa.

**Elaborado por:** Yanguicela L, 2018.

Al analizar los Neutrófilos con el estudio de (Reinoso, 2017) se determinó que no posee similitud (Neutrófilos 14,92%) ya que se realizó en la Granja Piscícola El Carmen, que está ubicada en el Cantón Rumiñahui a una altitud de 2780 msnm, con una temperatura promedio de 18°C y con una temperatura promedio del agua de 11°C.

Los linfocitos contribuyen al sistema inmune en todos los vertebrados contra las infecciones, este sistema permite la supervivencia del individuo y mantener sus funciones corporales y en el estudio realizado muestra valores de (81.49%) y al comparar con el estudio de (Bastardo, *et al.* 2008) muestra que no posee similitud ya que su valor es de (86.30%) en truchas de criadero en Venezuela.

### ***11.2.2. 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) 5.81, Urea (mmol/L) 1.46, BUN (mmol/L) 1.04, Creatinina (umol/L) 37.03, AST (U/L) 57.91, ALT (U/L) 42.08, Proteínas Totales (g/L) 45.71, Calcio (mmol/L) 3.27, Fosforo (mmol/L) 9.49, Potasio (mmol/L) 20.15.

El perfil bioquímico en la (Tabla 11) muestra las distintas variables que se realizó para medir la cantidad de ciertas sustancias en el cuerpo como grasas, proteínas, glucosa (azúcar) y enzimas, además se incluyó el estudio de electrolitos (como calcio, fosforo y potasio) que proporciona información importante sobre si los riñones y el hígado.

Así pues una cantidad anormal de una sustancia en la sangre puede ser un signo de enfermedad o de un efecto secundario del tratamiento.

La glucosa la principal fuente de energía necesaria que asegura el buen funcionamiento de las células del organismo y al comparar con estudios realizados por (Huanca, 2017) muestra que dicha variable (Glucosa 6.244mmol/l) sin ser sometido al estrés con anestésicos es alta en comparación con el estudio.

Al analizar la variable Creatinina como parte final del metabolismo de la creatina que se encuentra en el tejido muscular y en la sangre de los vertebrados y que se excreta por la orina de la trucha silvestre Ecuatoriana con los datos obtenidos por (Farfán, 2004) comparamos que existe significancia en los estudios Creatinina (umol/L) 27.56 por poseer un valor bajo en Trucha de agua dulce.

Tabla 11.

*Resultados del perfil bioquímico de la trucha silvestre Ecuatoriana*

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>D. Estándar</b>
<b>Glucosa (mmol/l)</b>	5,81	11,81	2,1	2,68
<b>Urea (mmol/l)</b>	1,46	3,04	0,58	0,71
<b>Nitrógeno Ureico en Sangre (mmol/l)</b>	1,04	1,05	0,54	0,28
<b>Creatinina (umol/l)</b>	37,03	86,6	0,88	29,75
<b>Aspartato (u/l)</b>	57,91	265,2	3,2	64,02
<b>Alaninoaminotransferasa (u/l)</b>	42,08	204	10	38,25
<b>Proteínas totales (g/l)</b>	45,71	102,5	22,6	15,83
<b>Calcio (mmol/l)</b>	3,27	12,7	0,08	4,12
<b>Fosforo (mmol/l)</b>	9,49	19,7	4,67	2,75
<b>Potasio (mmol/l)</b>	20,15	63	2,07	18,11

**Fuente:** Directa.**Elaborado por:** Yanguicela L, 2018.

Las proteínas totales son útiles para el monitoreo de cambios ocasionados por diversos estados de enfermedad, como pérdidas renales, desnutrición, infecciones prolongadas. Las proteínas totales en el estudio realizado comparamos que no es similar a los estudios realizados por (herrera, 2014) ya que su valor de la variable proteínas totales (39.45 + 4.89 g/l), de trucha *Oncorhynchus mykiss* de tres pisciculturas están en condiciones distintas en una fase de agua dulce en el sur de Chile.

## 12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

El impacto ambiental en la Trucha Silvestre produce en los ecosistemas naturales consecuencias muy difíciles de prever en el futuro. Cuando estas son introducidas (normalmente de forma masiva y concentradas en tramos reducidos) pueden provocar importantes alteraciones en los ecosistemas, amenazando a las especies de peces nativas por depredación, por competencia por los recursos tróficos o por la transmisión de enfermedades.

Dentro de los impactos negativos de la trucha silvestre se establece una disminución en las poblaciones de renacuajos de ranas endémicas, de organismos bentónicos y de crustáceos.

Además se ha registrado una disminución en las poblaciones de peces autóctonos, como la perca de boca chica o trucha criolla (*Percichthys trucha*), el puyén grande (*Galaxias platei*) y el pejerrey patagónico (*Odontesthes microlepidotus*).

Esta disminución se da, por la escasez de alimento y porque los salmónidos exóticos depredan a los peces autóctonos (especialmente a juveniles y larvas), ya que son más grandes que ellos.

La reducción de las especies mencionadas anteriormente, trae como consecuencia una disminución en las poblaciones de sus predadores naturales.

También se ha registrado una disminución en la vegetación acuática.

Además, se registra una competencia por el alimento con el huillín o lobito de río patagónico (*Lontra provocax*) que está categorizado internacionalmente como especie en peligro de extinción.

Como impacto positivo se pueden mencionar las explotaciones económica y recreativa de los salmónidos son de valor para las personas que realizan la crianza y venta de la misma.

## 13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario\$	Valor total\$
----------	----------	--------	---------------	---------------

<b>Salida de campopasajes</b>	6	S/n	50	\$300
<b>Materiales y suministros</b>				
<b>Jeringas insulina</b>	40	40	0.25	10
<b>Jeringas 3 ml</b>	30	30	0.30	9
<b>Tubos vacutainer plástico (con anticoagulante tapa lila)</b>	30	30	0.40	12
<b>Tubos vacutainer plástico (sin anticoagulante tapa roja )</b>	30	30	0.40	12
<b>Guantes de nitrilo</b>	20	Pares	0.25	5
<b>Hielo</b>	3	3	1	3
<b>Agujas vacutainer</b>	30	30	0.10	3
<b>Exámenes en laboratorio</b>	30	30	29	870
<b>Materiales bibliográficos y fotocopias</b>	10	10	1.50	15
<b>Oficios y solicitudes</b>	15	15	0.25	3.75
<b>Copias o/s</b>	6	6	5	30
<b>Otros recursos Internet</b>	5	5	10	50
<b>Total</b>				\$1322.75
<b>Imprevistos 10%</b>				\$132.27
<b>Total</b>				\$1190.47

## 14. CONCLUSIONES

En base a los resultados del estudio realizado en el presente estudio se concluye.

- La trucha silvestre se encuentra con mayor afluencia en los páramos de chalupas, Cumbijín y Canchaguade Cotopaxi, que se determinó mediante GPS.
- Los resultados del perfil hematológico y bioquímico en la trucha silvestre (*Oncorhynchus mykiss*) de la provincia de Cotopaxi son diferentes a los estudios realizados por lo que son animales en vida silvestre, estas también presentan ausencia de basófilos, porque su sistema de defensa no está en la capacidad de eliminar microorganismos patógenos en el medio acuático.

## 15. RECOMENDACIONES

- Realizar más investigaciones para que los parámetros que determinemos sean con mayor exactitud de los parámetros clínicos, de las truchas porque en el país no existe investigaciones en cuanto a la acuicultura.
- Recomiendo la extracción de sangre en la trucha mediante punción de la vena caudal porque esta técnica no estresa al animal y no altera los resultados.

## 16. BIBLIOGRAFÍA

Albalate, M., y De Seguera, P. (2017). Trastornos del calcio, el fósforo y el magnesio.

Alejandro herrera. (2004). Perfil metabólico de salmón atlánticos *Salmo salar* y trucha *oncorhynchus mykiss* de tres pisciculturas en fase de agua dulce en el sur de Chile. Valdivia, Chile. 1- 40.

Alvarez, D., Melanie, A., García, S., y Percy, P. (2003). Hemoglobina, hematocrito y somatometría de recién nacidos en altura y a nivel del mar. UNMSM. Perú.1-45.

Alzamora, L., Amat, C., Erasmo, C., Cervantes, E., Velarde, R., Aquino, R., y Aguilar, M. (2015). Método rápido para la cuantificación de leucocitos sanguíneos y su utilidad en la evaluación del estado de salud en trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*. Revista Científica - Scielo. Vol 43(5).1019-1023.

Aixa, C., y Perez, T. (2005). Determinacion y eanalysis de valores de nitrogeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck).

Barbieri, G., Flores, J., y Vignoletti, F. (2005). El neutrófilo y su importancia en la enfermedad periodontal. *Av Periodon Implantol*. Vol.17. (1).11-16.

Bastardo, H., y Yépez, J. (2008). Parámetros hematológicos en trucha arco iris bajo tratamiento hormonal para reversión de sexo.

Bernasconi, A., y Zotta, E. (2013). TRASTORNOS DEL POTASIO: HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS Y TERAPÉUTICAS.

Burgos. (2011). Estudios Hormonales, Bioquímicos y hematológicos durante la maduración gonádica en la cabrilla sandinera *Mycteroperca rosacea*. Uso, manejo de la Preservación de los recursos Naturales (Orientación Acuicultura). La paz, Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste. 1 - 149

Ceped. (2009). Manual de crianza trucha (*Oncorhynchus mykiss*). Ragash - Perú. 1-25.

Chiroque, T. (2014). Aislamiento e identificación bioquímica de *Carnobacterium maltaromaticum* en truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de cultivo en el departamento de Junín. Lima – Perú. 1-66.

Christine, M., Grajales, A., Gutiérrez, A. (2011). Parámetros hematológicos de *Tilapia nilótica* (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1757) con peso entre 250 g y 350 g, en el Centro Experimental Piscícola de la Universidad de Caldas. *Revista vet zotec*. Vol 5 (1).47-61.7

Fernández. (2012). Trastornos de la coagulación. ¿Qué son las plaquetas?. *Federación Mundial de Hemofilia*.

Fernandez, A., y Sosa, P. (2011). Calcio y Nutrición.

Fernández, C., Gonzales, A., y Pizango, G. (2015). Valores hematológicos y parasitológicos de banda negra *Myleus schomburgkii* (piscis, serrasalmidae) cultivados en estanques de tierra. Vol. 24 (2).179 - 184.

FAO. (2006). Programa de información de especies acuáticas. *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792).

García, M., & Caicedo, M. (2010). Determinaron los valores de Proteínas Totales, Albúmina y Globulinas en personas adultas en la ciudad de Cuenca-Ecuador. Cuenca.

- González. (2006). Plasma rico en plaquetas Revista Esp Cir Oral y Maxilofac. Vol 89-99 © 2006 ergon
- Herrera, E. (2004). Perfil metabólico de salmon atlántico *Salmo salar* y trucha. Valdivia - Chile.
- Hilda, R., Bastardo, C., Zaida, J., Coche, M., Salinas, P., y Hernández, I. (1992). Determinaciones hematológicas en trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* Mérida-Venezuela .Vol. 17. 31-39.
- Huertas, J., y Cela, E. (2018). Hematología práctica: interpretación del hemograma y pruebas de coagulación. (3).507-526.
- International Association of Providers of AIDS Care. (2014). La Química de la Sangre. IA PAC. Info RED SIDA.
- Jacumar. (2015). ONCORHYNCHUS MYKISS. Ministerio del medio ambiente y medio rural marino.(3).
- Leandro Z et al. (2011). Valores bioquímicos séricos de tilapia del nilo. Revista Inv Vet. Perú. (6).
- López, S. (2016). La biometría hemática. Blood cytometry. Criterio pediátrico. Vol. 37(4). 241-249.
- Megias, M., Molist, P., y Pombal, M. (2018). Atlas de Histología Vegetal y Animal. Tipos celulares eritrocito.
- Moreira, V., y Garrido, E. ( 2015 ). Pruebas de función hepática: B, AST, ALT, FA y GGT. Rev Esp Enferm Dig. Madrid.
- Neftalí . (2003). ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE VITELÓGENINA SÉRICAS EN Chile.
- Quispe, A. (2011). Evaluación socio económica de la crianza de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas metálicas en tres comunidades de la cuenca del lago Titicaca. La Paz –Bolivia.
- Paxala. (11 de 07 de 2013). Paxala. Obtenido de <https://www.paxala.com/la-trucha-comun/>

Perazzi, B., & Angerosa, M. (2011). Creatinina en sangre: calidad analítica e influencia en la estimación del Índice de Filtrado Glomerular.

Puccini, R. Erazo, A. (2009). Aspectos Básico Para El Cultivo de la Trucha.1 - 28.

Reinoso, D. (2017). “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”. Quito.

Rodríguez, A. (2003). Ultraestructura citohematológica de la trucha arco iris . *Biología tropica*. (5).

Salgado, P. (2017). Cuenta de leucocitos en frotis sanguíneo como alternativa de campo al método del hemocitómetro en especímenes de trucha arcoíris (*oncorhynchus mykiss*) clínicamente sanos. Santiago - Chile.1-58.

Sanchez, E. (2017). ¿Cuáles son las causas de los leucocitos altos?.Ok diario .

Sanchez, H. (2017). Reproducción de la trucha y especies nativas. Slideshare. 1 - 33.

Torrens, M. (2015). Interpretación clínica del hemograma. Cell blood count clinical interpretation. Revista. MED. CLIN. CONDES. Vol 26. (6).713-725.

Wiener Laboratorios . (2000). Uremia. Para la determinación de urea en suero, plasma y orina. Rosario - Argentina.

Yapuchura, A. (2006). Producción y comercialización de truchas en el departamento de Puno y nuevo paradigma de producción. Lima – Perú .

## **17. ANEXOS**

**Anexo 1:** Aval de Traducción

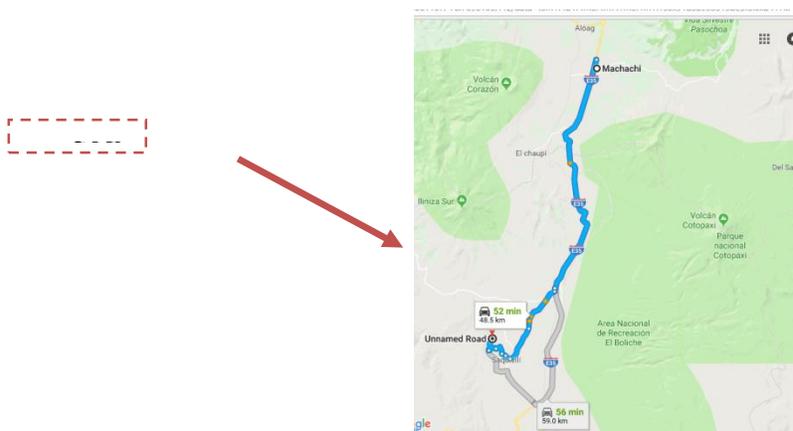
**Anexo 2:** Localización de recolección de muestras



**Gráfico 4.** Imagen de la localización de donde se obtuvo las muestras



**Gráfico 5.** Imagen de la localización del río chalupas donde se obtuvo las muestras.



**Gráfico 6.** Imagen de la localización de Canchagua lugar de obtención de muestras.

### Anexo 3: Curriculum Vitae del Estudiante

**DATOS PERSONALES**

NOMBRES Luis Hernán  
APELLIDOS Yanguicela Guamán  
FECHA DE NACIMIENTO Diciembre 27 del 1994  
LUGAR DE NACIMIENTO Pichincha, Machachi, La Cosmorama  
CEDULA DE CIUDADANÍA 172317275-3  
NACIONALIDAD Ecuatoriana  
SEXO Masculino  
ESTADO CIVIL Soltero  
NUMEROS TELÉFONICOS 0983295979  
TELÉFONO 23010 - 546  
E-MAIL luis.yanguicela3@utc.edu.ec

**FORMACIÓN ACADÉMICA**

NIVEL PRIMARIO Unidad Educativa “Mariano Negrete”  
NIVEL SECUNDARIO Instituto Tecnológico Superior “Aloasi”  
Especialidad Aplicaciones Informáticas.

**INFORMACIÓN PERSONALES**

NOMBRES Y APELLIDOS Juan Eduardo Sambache Tayupanta  
 FECHA DE NACIMIENTO Febrero, 22 DE 1989  
 CEDULA DE CIUDADANÍA 1721796751  
 ESTADO CIVIL Soltero  
 NUMEROS TELÉFONICOS 022315247 / 0998937933  
 E-MAIL [juan.sambache@utc.edu.ec](mailto:juan.sambache@utc.edu.ec)



edusambache@gmailcom

**FORMACIÓN ACADÉMICA**

NIVEL PRIMARIO UNIDAD EDUCATIVA “MARIANO NEGRETE”  
 NIVEL SECUNDARIO COLEGIO PARTICULAR DOMINICANO “SAN FERNANDO”  
 TERCER NIVEL UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS “UDLA”  
 MÉDICO VETERINARIA Y ZOOTECNISTA  
 CUARTO NIVEL (MAESTRIA) UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
 “MASTER OFICIAL EN MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN” Valencia, España (Julio. 2016)

CUARTO NIVEL (MAESTRIA) UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA  
 “MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL BREEDING Y REPRODUCCION  
 BIOTECHNOLOGY”. Barcelona, España (Julio, 2015)”

CUARTO NIVEL (DIPLOMADO) INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS DEL  
 MEDITERRÁNEO (CIHEAM) “DIPLOMADO IN ANIMAL BREEDING AND  
 GENETICS”. Paris, Francia (Julio. 2015)

## **EXPERIENCIA ACADÉMICA E INVESTIGATIVA**

### ***PUBLICACIONES***

“ANÁLISIS GENÓMICO DE LA CALIDAD DE LA CARNE Y DEL METABOLISMO  
 DE LOS ÁCIDOS GRASOS EN PORCINO”. (JULIO, 2016)

SELECCIÓN Y DETECCIÓN DE INDELS EN EL GENOMA PORCINO A PARTIR DE  
 DATOS DE SECUENCIACIÓN PARALELA MASIVA. (MARZO, 2016)

EFFECTOS DE LA INCORPORACIÓN DE GRASA BYPASS EN LA DIETA DE  
 VACAS EN DIFERENTES ETAPAS DE LA LACTANCIA (MAYO, 2013)

### ***CONTRIBUCIONES A CONGRESOS, SEMINARIOS***

PONENCIAS Y COMUNICACIONES “*ACTEON*”. Valencia – Spain (Marzo, 2016)

## **CAPACITACIONES**

### ***Nacionales***

JORNADAS VETERINARIAS. QUITO, 2012.

ENCUENTRO NACIONAL DE INSEMINADORES, MEJÍA 2011

SEMINARIO DE ECOGRAFÍA VETERINARIA. QUITO, 2011.

MANEJO DE LA VACA LECHERA. MEJÍA, 2010

MANEJO PRODUCTIVO DE ANIMALES DE GRANJA. CUENCA 2008

CURSO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN BOVINOS. MEJÍA, 2007

### ***Internacionales***

JORNADAS AIDA, SARAGOZA SPAIN. (ABRIL. 2016)

IMAGENOLOGIA VETERINARIA, ASTURIAS, SPAIN (FEBRERO. 2016)

CONGRESO ACTEON, VALENCIA, SPAIN (SEPTIEMBRE, 2015)

COMUNICACIONES IRTA, BARCELONA, SPAIN (NOVIEMBRE. 2015)

### **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

PROYECTO MINECO AGL2014-56369-C2-RDESARROLLADO EN COLABORACIÓN ENTRE EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (INIA) Y EL CENTRE DE RECERCA EN AGRIGENOMICA (CRAG). 2015

PROYECTO ICMAPCENTRE DE RECERCA EN AGRIGENOMICA (CRAG). (BARCELONA, SPAIN 2015).



**Anexo 6:** Toma de muestra sanguínea.



**Anexo 7:** Identificación de las muestras.



**Anexo 8:** Transporte de muestras al laboratorio



**Anexo 9:** Examen del laboratorio.



## LABORATORIO CLINICO SAN "FRANCISCO"

MARIANO EGÜEZ Y SUCRE • EDIFICIO ELITE, 5° PISO

Teléfonos: 03 2420-872 • 0992672539 • Ambato



net-l@b

Lcda. María Lema  
LABORATORISTA CLINICA

Paciente : HY-22  
Especie : Pez (Trucha)  
Edad :  
Propietario :  
Peso : Kg  
Dr (a) :  
Fecha : 02,06,2018  
Anamnesis :

### HEMOGRAMA

Analito	Resultado	Valor de referencia	Unidades	Morfología de Eritrocitos
Hematocrito	13.1	15.0 - 47.0	%	
Hemoglobina	4.4	6.5 - 15.9	g/dL	
Eritrocitos	1'370.000	1'660.000 - 5'800.000	mm <sup>3</sup>	
VGM	95.6	86.7 - 138	fL	
MCH	32.1	21.5 - 88.0	pg	
CGMH	33.5	18.0 - 36.1	g/dL	
Plaquetas	15.000	14.200 - 63.000	mm <sup>3</sup>	

Analito	Resultado	Valor de referencia	Unidades	Morfología de Leucocitos
Leucocitos	40.800	4.000 - 25.000	mm <sup>3</sup>	
<b>VALORES RELATIVOS</b>				
Neutrófilos	20.0	3.0 - 19.0	%	
Linfocitos	74.0	70.0 - 92.0	%	
Monocitos	6.0	1.0 - 11.0	%	
Eosinófilos	0.0	0.0 - 0.0	%	
Basófilos	0.0	0.0 - 0.0	%	
<b>VALORES ABSOLUTOS</b>				
Neutrófilos	8160	1200 - 4750	mm <sup>3</sup>	
Linfocitos	30192	2800 - 23000	mm <sup>3</sup>	
Monocitos	2448	400 - 2750	mm <sup>3</sup>	
Eosinófilos	0.0	0 - 0	mm <sup>3</sup>	
Basófilos	0.0	0 - 0	mm <sup>3</sup>	

### PERFIL QUÍMICO

ANALITO	RESULTADO	VALOR DE REFERENCIA
Glucosa	5.83	1.77 - 7.60 mmol/L
Urea	1.64	1.01 - 2.49 mmol/L
BUN	0.76	0.46 - 1.15 mmol/L
Creatinina	56.5	0 - 70.7 umol/L
AST	98.1	16 - 120 U/L
ALT	18.4	< 164 U/L
Proteínas totales	46.7	25 - 50 g/L
Calcio	3.41	2.71 - 12.84 mmol/L
Fosforo	8.91	< 21.95 mmol/L
Potasio	56.8	< 220 mmol/L

Lcda. María Lema  
Diplomada en Bioquímica  
Clínica Veterinaria (UNAM)