



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**



**CORRELACIÓN GENÉTICA ENTRE LA RESISTENCIA A**  
**NEMATODES GASTROINTESTINALES Y EL DIÁMETRO DE**  
**FIBRA EN ALPACAS DEL FUNDO MALLKINI**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**REYSHEL MAGY APAZA QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**CORRELACIÓN GENÉTICA ENTRE LA RESISTENCIA A NEMATODES GASTROINTESTINALES Y EL DIÁMETRO DE FIBRA EN A**

AUTOR

**REYSHEL MAGY APAZA QUISPE**

RECuento de palabras

**13150 Words**

RECuento de caracteres

**72835 Characters**

RECuento de páginas

**73 Pages**

Tamaño del archivo

**2.3MB**

Fecha de entrega

**Apr 23, 2024 7:19 AM EST**

Fecha del informe

**Apr 23, 2024 7:20 AM EST**

### ● 5% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)



Firmado digitalmente por  
RODRIGUEZ HUANCA Francisco  
Huiley FAU 20145496170 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 23.04.2024 08:36:06 -05:00



Firmado digitalmente por COILA  
AÑASCO Pedro Ubaldio FAU  
20145496170 hard  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 23.04.2024 07:25:03 -05:00

Resumen



## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a toda mi familia chida sobre todo a mi adorada madre Flora Q. y mi querido padre Reymundo A., gracias por todo el apoyo incondicional y motivación durante toda mi carrera universitaria. A mis hermanos Jacks y Miguel, a mi querido Espinas que es mi gran apoyo emocional y Perlita que ya no está con nosotros, pero permanece en nuestros corazones y a todas mis mascotas.*

*A mi tía Ysabel, que para mí significa mucho es mi mejor amiga, hermana, segunda madre...*

*A mi abuelita Lucia la persona más importante en nuestra vida y mi abuelito Bernardino que desde el cielo guía nuestros pasos.*

*Reyshel Magy Apaza Quispe*



## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia a toda la plana de docentes y personal administrativo por haberme brindado conocimiento y así ser mejor profesional.*

*A los distinguidos miembros del jurado: Dr. Roberto Floro Gallegos Acero, Dr. Juan Guido Medina Suca y Dr., Gerardo Godofredo Mamani Choque por el valioso tiempo que se dieron para realizar correcciones para que este trabajo sea mejor.*

*Un agradecimiento especial para mi asesor de tesis Mg. Francisco Halley Rodríguez Huanca, por su apoyo, paciencia y orientación a lo largo de todo el proceso de investigación.*

*Al MVZ. Carlos Wilkerson Jara por su enseñanza desde un comienzo y a todo el personal del Fundo Mallkini por permitir realizar la elaboración de esta tesis en su empresa.*

*Al Dr. Ali William Canaza Cayo por el apoyo con los análisis genéticos.*

*A todos mis "superamigos" Jasmyn, Rosina, Rene, Diana, Guina, Chucho, Brayan, Renson, Clinton, Dora, Leo, Vlady, tal vez me olvide de alguien, pero ustedes ya saben quiénes son, gracias por acompañarme durante toda mi etapa universitaria por los trabajos grupales, por aquellos días de estudio en grupo, reímos, lloramos, peleábamos, pero la amistad permanecía. Hicieron que esta etapa universitaria sea magnífica.*

*Y sobre todo a Mvz. Yashmeny Valentina por recibirme y apoyarme para ganar experiencia laboral y sobre todo a Mvz. Elena Zea y Mvz. Rodolfo Bojórquez por compartir su conocimiento y experiencias para así ser una mejor profesional.*

*Reyshel Magy Apaza Quispe*



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>15</b>
1.1.1. Objetivo General.....	15
1.1.2. Objetivos Específicos .....	16
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1.1 Producción de alpaca .....	17
2.1.2. Población internacional de alpacas .....	17
2.1.3. Población de alpacas en departamentos del Perú.....	18
2.1.4. Correlación genética .....	19
2.1.5 Resistencia genética a parasitosis gastrointestinales .....	21



2.1.6. Heredabilidad .....	22
2.1.7. Enfermedades parasitarias.....	24
2.1.8. Nematodiasis .....	26
2.1.9. Diámetro de fibra .....	29
2.1.10. Producción de fibra .....	30
2.1.11. Analizador óptico de diámetro de fibra (OFDA) .....	31
<b>2.2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>31</b>
2.2.1. Heredabilidad para la resistencia a nematodos gastrointestinales .....	31
2.2.2. Heredabilidad para el diámetro de fibra en alpacas .....	34
2.2.3. Correlación genética para la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra .....	36
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<b>3.1. LUGAR DE ESTUDIO.....</b>	<b>40</b>
<b>3.2. UNIDAD EXPERIMENTAL .....</b>	<b>40</b>
<b>3.3. EQUIPOS, MATERIALES.....</b>	<b>41</b>
3.3.1. Materiales de laboratorio .....	41
3.3.2. Materiales de campo .....	41
3.3.3. Otros materiales y equipos.....	42
<b>3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>42</b>
3.4.1. Trabajo de campo.....	42
3.4.2. Análisis de muestras de heces.....	43
3.4.3. Interpretación del conteo de huevos por gramo de heces (regla de tres simple) por método McMaster modificado .....	44



3.4.4. Técnica de flotación .....	44
3.4.5. Determinación del diámetro de fibra .....	45
<b>3.5. MÉTODO ESTADÍSTICO .....</b>	<b>46</b>
3.5.1. Estimación de los parámetros genéticos .....	46
3.5.2. Estimación de heredabilidad .....	47
3.5.3. Cálculo de la correlación genética .....	48
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
<b>4.1. ESTIMACIÓN DE LA HEREDABILIDAD PARA LA RESISTENCIA A NEMATODES GASTROINTESTINALES EN ALPACAS HUACAYA....</b>	<b>49</b>
<b>4.2. ESTIMACIÓN DE HEREDABILIDAD PARA EL DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS HUACAYA.....</b>	<b>52</b>
<b>4.3. ESTIMACIÓN DE LA CORRELACIÓN GENÉTICA ENTRE LA RESISTENCIA A NEMATODES GASTROINTESTINALES Y EL DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS.....</b>	<b>54</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>68</b>

**Área:** Genética y mejoramiento animal.

**Tema:** Correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 26 de abril del 2024



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1	Animales experimentales ..... 68
Figura 2	Procesamiento de heces y homogenizado en medio de solución azucarada 68
Figura 3	Tamizado de la muestra y colocado en cámara McMaster ..... 69
Figura 4	<i>Trichuris spp, Nematodirus spp</i> ..... 69
Figura 5	<i>E. Macusaniensis, Lamanema chavez, Capillaria spp.</i> ..... 70
Figura 6	Analizador óptico de diámetro de fibra OFDA, mecha extendida sobre porta muestra..... 70
Figura 7	Colocando porta muestra en el equipo OFDA para su analisis y respectiva identificación..... 71



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Población internacional de alpacas .....	18
Tabla 2 Población de alpacas en el Perú .....	19
Tabla 3 Organización general de grupos caracteres según la proporción de valores de heredabilidad.....	24
Tabla 4 Esquema de las características específicas de huevo tipo helmintos que infestan a los CSA.....	28
Tabla 5 Distribución de animales seleccionados por sexo y clase.....	40
Tabla 6 Componentes de varianza genético aditiva y residual ( $\sigma_a^2$ y $\sigma_e^2$ respectivamente), heredabilidad ( $h^2$ ) para la resistencia a nematodos gastrointestinales.....	49
Tabla 7 Componentes de varianza fenotípica, genético aditiva y residual ( $\sigma_p^2$ , $\sigma_a^2$ y $\sigma_e^2$ respectivamente), heredabilidad ( $h^2$ ) para el diámetro de fibra. ....	52
Tabla 8 Correlaciones genéticas entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas.....	54



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO 1 Panel fotográfico.....	68
ANEXO 2 Declaración jurada de la autenticidad de tesis.....	72
ANEXO 3 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional.....	73



## ACRÓNIMOS

CSA:	Camélidos sudamericanos
DF:	Diámetro de fibra
HPG:	Huevo por gramo de heces
REML:	Método de máxima verosimilitud restringida
$\sigma_p^2$ :	Varianza fenotípica
$\sigma_a^2$ :	Varianza genético-aditiva
$\sigma_e^2$ :	Varianza residual
$h^2$ :	Heredabilidad
mL:	Mililitro
m.s.n.m.:	Metros sobre el nivel del mar
MINAGRI:	Ministerio de Agricultura y Riego
BCS:	Puntuación de condición corporal
PCV:	Volumen de célula empaquetada
FWEC:	Recuento de huevos de gusanos fecales
MY:	Producción de leche
DIM:	Días en leche
FEC- GIN:	Recuentos de huevos fecales para nematodos gastrointestinales
FEC- FLU:	Recuento de huevos fecales para trematodos
FLC-DV:	Recuentos de lavas fecales para el gusano pulmonar bovino <i>Dictyocaulusviviparus</i>
SG:	Selección genómica



## RESUMEN

La investigación se realizó en centro de crianza “Fundo Mallkini” que está ubicado en el distrito de Muñani, provincia de Azángaro, departamento Puno con el objetivo de estimar la correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas, la población de estudio fue 533 alpacas Huacaya las mismas que fueron muestreadas en el mes de agosto del 2021, se recolectó muestras fecales directamente del recto del animal y a la vez se tomó muestra de fibra de la zona del costillar medio y estas fueron conservadas en bolsas de polietileno previamente rotuladas. El estudio parasitológico se realizó en el Laboratorio de Parasitología de la FMVZ– UNA PUNO, el estudio de diámetro de fibra se realizó en el laboratorio de fibras del Anexo Quimsachata del INIA. Para el recuento de huevos por gramo de heces para nematodos gastrointestinales se emplearon dos métodos: (1) el método cualitativo de flotación, considerando niveles de infección como negativo, infección leve, infección moderada e infección elevada, y (2) el método de McMaster modificada con una sensibilidad de 100 huevos/g de heces. Se usó un modelo bivariado de regresión lineal mixto para la determinación de la correlación genética. En el resultado obtenido para la resistencia de nematodos gastrointestinales se estimó una heredabilidad baja de 0.12; para diámetro de fibra se estimó una heredabilidad moderada de 0.31 y la correlación genética entre resistencia a nematodos gastrointestinales y diámetro de fibra con un valor de 0.04. Concluyendo que la resistencia a nematodos gastrointestinales existe una baja heredabilidad, para el diámetro de fibra una heredabilidad moderada y su correlación genética fue no significativa.

**Palabras clave:** Alpaca, Correlación genética, Diámetro de fibra, Heredabilidad, Nematodos gastrointestinales.



## ABSTRACT

The research was carried out in the “Fundo Mallkini” breeding center, which is located in the district of Muñani, province of Azángaro, department of Puno, with the objective of estimating the genetic correlation between resistance to gastrointestinal nematodes and fiber diameter in alpacas, the study population was 533 Huacaya alpacas, the same ones that were sampled in the month of august 2021. Fecal samples were collected directly from the animal's rectum and at the same time a fiber sample was taken from the middle rib area and these were preserved in plastic bags. previously labeled polyethylene. The parasitological analysis was carried out in the Parasitology Laboratory of the FMVZ – UNA PUNO while the fiber diameter analysis was carried out in the fiber laboratory of the Quimsachata Annex of the INIA. To count eggs per gram of feces for gastrointestinal nematodes, two methods were used: (1) the modified McMaster method with a sensitivity of 100 eggs/g of feces, and (2) the qualitative flotation method, considering infection levels. as negative, mild infection, moderate infection and high infection. A bivariate mixed linear regression model was used to determine genetic correlation. In the result obtained for the resistance of gastrointestinal nematodes, a low heritability of 0.12 was estimated; For fiber diameter, a moderate heritability of 0.31 was estimated and the genetic correlation between resistance to gastrointestinal nematodes and fiber diameter was estimated with a value of 0.04. Concluding that resistance to gastrointestinal nematodes there is low heritability, for fiber diameter there is moderate heritability and its genetic correlation was non-significant.

**Keywords:** Alpaca, Genetic correlation, Fiber diameter, Heritability, Gastrointestinal nematodes.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La crianza de camélidos sudamericanos en particular la alpaca (*Vicugna pacos*) es uno de los más significativos desde el punto de vista social, económico, ecológico y estratégico (Huacani, 2017). El Perú es el primer país a nivel internacional en tener la mayor cantidad de población en alpacas por otro lado en la región de Puno existe más de 2,000.00 de cabezas donde el 90% de las alpacas se encuentra en manos de comunidades campesinas y pequeños productores.

Entre los agentes infecciosos que afectan la salud de los camélidos sudamericanos (CSA), los parásitos se consideran uno de los problemas económicamente más importantes en la región andina. El impacto de los helmintos es subclínico, con baja mortalidad, pero alta morbilidad. Hay muchas especies de nematodos que influyen en el tracto gastrointestinal y algunas poseen una mayor especificidad por los camélidos sudamericanos (CSA) por otro lado poseen una menor especificidad por otros rumiantes como las ovejas y ganado vacuno. Los cambios fisiopatológicos varían dependiendo de la especie y raza a la que pertenecen y pueden manifestarse como anemia e hipoproteinemia, disminución del apetito, así como aumento de la actividad metabólica y cambios en partes del cuerpo, así como en el metabolismo energético, lo que lleva a una reducción de ganancia de peso, crecimiento y rendimiento de fibra (Pérez et al., 2014).

Los nematodos gastrointestinales se consideran patológica y epidemiológicamente importantes en diferentes regiones eco geográficas, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales templadas del mundo. La distribución y difusión de estos NGI se debe a su adaptabilidad y resistencia a diferentes condiciones climáticas (Cuellar,



2007). Debido a los daños ocasionados por estos organismos, los productores se ven obligados a realizar cuantiosas inversiones para minimizar el efecto negativo al que se ven sometidos sus rebaños (Machen et al., 2002).

La fibra de alpaca se considera exótica por su finura, así como por sus propiedades como suavidad, aislamiento térmico y resistencia a la tracción, que la hacen más cara que la lana de oveja. Además, se sabe que la medición del diámetro de fibra (DF) es el parámetro físico más importante del vellón de alpaca, ya que permite determinar el mejor uso y valor de la fibra (Apaza & Quispe, 2020). El vellón de alpaca tiene fibras de diferentes diámetros, dependiendo de la calidad genética y parte del cuerpo del animal. Las fibras más finas se encuentran en los vellones de la espalda, lomo, grupa, costillas y nalga, las fibras cortas se encuentran en el abdomen, las patas, la cola y el pecho, y las fibras más gruesas se encuentran en los vellones de la parte inferior del abdomen y bragas (Sardón & Zúñiga, 2010).

La poca disponibilidad de información respecto a la correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra no permite aplicar programas de mejora basados en la selección fundada en parámetros genéticos, además con la información que se generará en esta investigación es posible plantear el uso de marcadores moleculares, estos ya probadas exitosamente en otras especies de importancia ganadera, mediante la selección genómica (SG) (Martínez et al., 2012).

## **1.1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. Objetivo General**

Estimar la correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas Huacaya del fundo Mallkini.



### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Estimar la heredabilidad para la resistencia a nematodos gastrointestinales en alpacas Huacaya.
- Estimar la heredabilidad para el diámetro de fibra en alpacas Huacaya.
- Estimar la correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibras en alpacas Huacaya.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 Producción de alpaca

Perú posee más del 90% de la población de alpacas en el mundo, distribuida a lo largo de la Cordillera de los Andes, mayormente en el sur del país y tiene el privilegio de ocupar el primer lugar en el mundo en la tenencia de alpacas y vicuñas y el segundo lugar en llamas, después de Bolivia (Quispe et al., 2009).

##### **La crianza de alpaca:**

- Produce fibra para mercados internacionales y nacionales
- Produce carne para mercado nacional.
- También ofrece reproductores como producto secundario o subproducto, sin embargo, uno de los factores que afectan la productividad de los camélidos sudamericanos (CSA) son las enfermedades parasitarias.

##### 2.1.2. Población internacional de alpacas

La particularidad de la alpaca para adaptarse a varias zonas climáticas ha permitido su distribución en muchos países del mundo, según estimaciones realizadas por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) la población mundial en el año 2018 ascendió a más de 6 millones de unidades; siendo Perú el de mayor población (71,7%), seguido de Bolivia (8,6%), Australia (8,2%), Estados Unidos (5,8%), Europa (2,5%), Canadá (0,9%), Nueva Zelanda (0,7%),

Chile (0,6%); el resto de países concentra el 1,0%; tal como observa en la Tabla N°1 (MINAGRI, 2019).

**Tabla 1**

*Población internacional de alpacas*

PAÍS	POBLACIÓN	%
Perú	4,350.000	71.77
Bolivia	520,000	8.6
Australia	500,000	8.2
EE.UU.	350,000	5.8
Europa	150,000	2.5
Canadá	55,000	0.9
Nueva Zelanda	45,000	0.7
Chile	38,000	0.6
China	12,000	0.2
Sudáfrica	10,000	0.2
Ecuador	6,000	0.1
Israel	5,000	0.1
Otros países	25,000	0.4
Total	6,066.000	100.0

MINAGRI, 2019

### **2.1.3. Población de alpacas en departamentos del Perú**

Nuestro país cuenta con 4,533.924 cabezas de alpacas y región de Puno es la primera en tener la mayor cantidad de alpacas con 2,071.135 por lo tanto representa el 45.68 % del total, en segundo lugar, Cusco con 673,455 que representa el 14.85 %, en tercer lugar, Arequipa con 478,172 que representa el 10.55 %. También se observa una crianza en otras regiones, pero en cantidades menores (MINAGRI, 2022).

**Tabla 2***Población de alpacas en el Perú*

REGIONES	POBLACIÓN	%
Puno	2,071.135	45.68
Cusco	673,455	14.85
Arequipa	478,172	10.55
Ayacucho	294,675	6.5
Huancavelica	268,891	5.93
Apurímac	213,474	4.71
Moquegua	143,990	3.18
Pasco	131,131	2.89
Junín	108,413	2.39
Tacna	77,054	1.7
Lima	46,890	1.03
Ancash	11,297	0.25
La libertad 7 851	7,391	0.16
Huánuco	6,675	0.15
Cajamarca	1,189	0.03
Piura	95	0.002
Total	4,533.924	100

MINAGRI, 2022

#### 2.1.4. Correlación genética

Es la relación que existe entre dos caracteres que pueden ser; valores de cría o méritos genéticos entre dos o más rasgos medidos en un solo animal, en los estudios genéticos es necesario distinguir dos causas de correlaciones entre caracteres: genéticas y ambientales. Las causas exactas de la correlación genética son difíciles de conocer, cuando un mismo gen puede determinar varios caracteres, lo que es conocido como pleiotropía o cuando los genes están próximos



en el cromosoma y se suelen heredar conjuntamente, este fenómeno es denominado ligamiento (Caballero, 2017).

La pleiotropía es la propiedad de un gen que es afectado uno o más caracteres, por ejemplo, el gen que aumenta la tasa de crecimiento afecta a la altura y el peso y existe una correlación entre estos caracteres, sin embargo, genes que afectan la acumulación de grasas en el cuerpo influyen sobre el peso, pero no sobre la talla, por lo que no hay correlación (Falconer y Mackay, 1996).

La forma de estimar las correlaciones genéticas es análoga a la estimación de la heredabilidad, partiendo de la similitud entre parientes, pero en este caso buscamos descomponer los componentes causales de covarianza entre dos caracteres, mediante un análisis de covarianza, el cual se realiza en el mismo contexto que la heredabilidad, esto es, estructurando a la población con un grado de parentesco conocido que permita derivar las varianzas y covarianzas causadas entre y dentro de familias para dos caracteres (Roff y Mousseau, 1987).

El rango de los caracteres posibles de la correlación en caso sea cercano a -1 o 1 sube el grado de relación entre los caracteres sin embargo si es próximo a cero estas expresaran que no existe una relación o que es muy frágil, en caso exista una correlación negativa entre dos caracteres esto indicará que en caso uno de los caracteres se incrementa el otro va a disminuir, en caso de una correlación positiva es cuando ambos caracteres se incrementan en la misma proporción. Se consideran las correlaciones positivas y negativas, el nivel de asociación es de la siguiente manera; 0 – 0.3 bajo; 0.3 – 0.5 medianamente baja; 0.5 – 0.7 medianamente alta; y de 0.7 – 1.0 altamente significativa, propuesto por (Caballero, 2017).



### **2.1.5 Resistencia genética a parasitosis gastrointestinales**

Esta definición se usa para explicar; la resistencia a la infección y las consecuencias de la infección, en otras palabras, a la enfermedad en sí. Sin embargo, la resistencia a la infección parasitaria se define como la capacidad del huésped de iniciar y mantener una respuesta para suprimir el establecimiento y controlar el ciclo biológico del parásito (Woolaston y Baker, 1996).

En algunos estudios indican que los machos tienen mayor carga parasitaria que las hembras, en otra investigación en algunas alpacas jóvenes demuestran que la aplicación de estrógeno y progesterona (hormonas femeninas) la resistencia para los parásitos se incrementa, por otro lado, las hembras ovariectomizadas reduce la resistencia hasta el grado de los machos. Cuando la resistencia es baja se presenta la presencia de hormonas inmunosupresoras como la prolactina, corticoesteroides, progesterona o estronas. Algunos animales estarán expuestos a infecciones graves por factores genéticos, conductuales, nutricionales, o ambientales (Leguía y Casas, 1999)

Para aumentar la frecuencia de animales resistentes en cada generación además la selección genética puede utilizarse como herramienta complementaria en los programas de control de parásitos porque produce ganancias genéticas permanentes, reduce la carga parasitaria y mitiga los efectos negativos causados por el uso de productos químicos (Passafaro et al., 2015).

Estudios para la resistencia genética a nematodos gastrointestinales tiene como objetivos mejorar el control de los parásitos y así poder lograr una mayor productividad. Estos animales son capaces de luchar contra efectos negativos de los parásitos con dos estrategias extensas como son: resistencia y tolerancia. Por



ello es que la selección de alpacas con resistencia a los nematodos gastrointestinales necesita de variaciones genéticas entre los animales y su capacidad de tolerancia o resistencia a las infecciones parasitarias. El mejoramiento de las resistencias a nematodos gastrointestinales en función a su variación genética ha sido objeto de numerosos artículos de investigación (Schallig, 2000).

El uso de animales altamente resistentes afecta la epidemiología de los NGI que pueden causar una reducción de los picos estacionales en la carga parasitaria, la contaminación de los pastos y los focos de reinfección, esta última daría como resultado una mejoría en la salud y la producción de los animales. Al tener resistencia genéticamente mediada a los antiparasitarios en los nematodos gastrointestinales y el aumento de las reocupaciones ambientales, está impulsando a que se investigue y así lograr encontrar estrategias de control a NGI que sean menos dependientes de quimioterapia. Una de ellas puede ser la selección de animales que son naturalmente superiores en resistencia a los nematodos gastrointestinales (Saddiqi et al., 2011).

#### **2.1.6. Heredabilidad**

La heredabilidad ( $h^2$ ) o índice de herencia de un carácter es la proporción de la variancia fenotípica ( $\sigma_p^2$ ) debida a la varianza aditiva ( $\sigma_a^2$ ), es decir:  $h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}$ ; por tanto,  $h^2$  sería la proporción de variabilidad fenotípica que es debida a causas heredables, pues contiene en el numerador solamente la variancia de los valores de cría, que es lo que transmiten los padres a la progenie (Buxadé, 1995).



Si un carácter posee una heredabilidad alta quiere decir que los padres con excelente productividad por lo tanto sus hijos tendrán buena producción y esto nos ayuda a trabajar por medio de selección, donde las distinciones de los valores genéticos tengan un gran impacto en la productividad del ganado; Sin embargo, con una baja heredabilidad existe una alta influencia del medio ambiente y de los componentes genéticos no aditivos. Si la característica tiene baja heredabilidad entonces el nivel productivo de los padres revela poco el posible nivel productivo de sus hijos (Pinares et al., 2018).

Por consiguiente, tal como indica, (Turner y Young, 1969), el valor de la heredabilidad ( $h^2$ ) depende de la relación entre la variación aditiva (VA) y la variación fenotípica (VP), ya que algunos cambios en la frecuencia de genes y/o medio ambientales, probablemente esté acompañado por cambios en la heredabilidad. El aspecto de mayor importancia sobre heredabilidad en estudios de los rasgos cuantitativos es su función predictiva que indica la confiabilidad del valor fenotípico como indicador del valor genético, una organización general de grupos de caracteres de producción según la capacidad de los valores de heredabilidad, se demuestra así (Tabla 3):

**Tabla 3**

*Organización general de grupos caracteres según la proporción de valores de heredabilidad*

CARACTERES	EJEMPLOS	$h^2$	VALORES
REPRODUCTIVOS	Intervalo entre partos	BAJA	0.05-0.15
PRODUCCIÓN	Ganancia de peso		
	Número de crías		
	Tiempo de gestación		
	Alimentación eficaz		
ANATÓMICOS	Productividad de carne	MEDIA-ALTA	0.2-0.4
	Productividad de fibra		
	- Altura	ALTA	>0.5
	- Tamaño		

Caballero, 2017

### 2.1.7. Enfermedades parasitarias

Dentro de los parásitos que causan enfermedades en los CS se pueden dividir en 5 grupos:

- Producidos por protozoarios
- Producido por cestodos
- Por trematodos
- Por nematodos
- Por artrópodos

Son uno de los problemas económicos más importantes, debido a que se reduce la cantidad y producción de fibra, carne y leche, y esta reducción de leche



provoca desnutrición en las crías, convirtiéndolas en más susceptible a otras enfermedades (Mamani, 2012).

Los nematodos causan reducción del apetito, menor conversión alimenticia, crecimiento deficiente, diarrea, etc. Del mismo modo, los cestodos ejercen efectos desagradables, mecánicos (obstrucción intestinal) y tóxicos sobre el huésped, provocando diversos tipos de enteritis según la carga parasitaria (Guerrero & Leguía, 1987).

En estas condiciones, las enfermedades parasitarias ocasionan pérdidas cuantiosas a los productores, las cuales se estiman en un millón y medio de dólares anuales (Leguía & Casas, 1999)

La lucha contra las enfermedades parasitarias del tracto gastrointestinal aumenta el costo de producción de medicamentos antiparasitarios y el costo de los servicios veterinarios. Por lo tanto, se recomiendan encarecidamente métodos alternativos de prevención y control, como la selección de animales resistentes (Puicón, 2018).

Reportan que existe un mayor riesgo de infección de nematodos en alpacas jóvenes debido a que el efecto al destete muchas veces coincide con la época seca, periodo en el cual al haber una deficiente cantidad y calidad de pastos se genera un estrés nutricional y una deficiente respuesta inmunológica, así mismo, otros factores como la convivencia de adultos y crías en esta cooperativa en periodos como la lactación y empadre genera que exista alto grado de contaminación de huevos y larvas infectivas en las pasturas (Leguía y Casas, 1999).



### 2.1.8. Nematodiasis

Es una enfermedad, causada por una gran cantidad de nematodos ubicadas en lugares específicos del tracto gastrointestinal y se denomina convencionalmente “carga parasitaria”.

Principales nematodos presentes en alpacas:

- *Lamanema chavezii*
- *Nematodirus spathiger*
- *Nematodirus lamae*
- *Trichuris spp.*
- *Capillaria spp.*
- *Graphinema aucheniae*
- Huevos “tipo *Strongylus*”

#### 2.1.8.1. Ciclo biológico

Este ciclo esta presentado de forma directa y tiene dos fases en donde se van a desarrollar y son exógenas y endógenas:

**El desarrollo exógeno** esta influenciado por la humedad y temperatura ambiental; de modo que, estos huevos “tipo *Strongylus*”, que incluyen una gran cantidad de los géneros, y estas se desarrollan en larvas de primer estadio L1, cuando escapan del huevo estas se desarrolla en estadio L2 y por último pasa a fase infectiva en un lapso de 1-2 semanas que es el estadio L3. Las larvas de *Lamanema* y *Nematodirus* se desarrollan dentro del huevo y eclosionan de 3-4 semanas bajo la influencia de estímulos térmicos y mecánicos. Los huevos larvados de



*Trichuris* y *Capillaria* constituyen las formas infectantes (Leguía & Casas, 1999).

**En el desarrollo endógeno** cuando alpacas consumen pasturas infestadas con larvas en estadio L3, estas penetran la mucosa gastrointestinal y también en las glándulas gástricas, según sea la especie del parásito donde mudan a una fase de larva en estadio L4 y regresan al lumen del abomaso o tracto intestinal y allí es donde completan su estadio adulto. Mientras que *Lamanema*, para llegar a su fase L3 tiene que llegar a tejido hepático, usando las vías sanguínea o linfática, y allí completan su fase donde llegan a evolucionar a L4, seguidamente utilizan el conducto colédoco para migrar al intestino delgado y estar lista para su maduración (Leguía & Casas, 1999).

Se tiene que tener muy en cuenta que el periodo prepatente se da en 21 a 35 días (3 a 5 semanas), sin embargo, en el momento que se origina el fenómeno denominado hipobiosis, en el que la L4 puede estar presente durante meses sin evolucionar dentro del abomaso o mucosa intestinal. La hipobiosis dentro del Perú, sucede durante los meses de mayo y agosto los motivos son las heladas y sequía de la época seca, causando que las larvas vuelvan a empezar su desarrollo en los meses de agosto y setiembre. El desarrollo repentino de las larvas arrestadas puede producir cuadros gastroentéricos severos (*Ostertagiosis* tipo II), siendo las repercusiones epidemiológicas de gran importancia (Rojas, 1990).

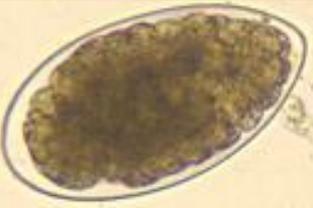
### 2.1.8.2. Características morfológicas

Los huevos de los parásitos como: *Nematodirus sp*, *Capillaria sp*, *Lamanema chavezii* y *Trichuris sp* son muy fáciles de reconocer en el microscopio ya que cuentan con una morfología muy característica (Tabla 4). Sin embargo, es todo lo contrario con los huevos “tipo *Strongylus*”, ya que es necesario realizar un coprocultivo de los huevos para poder realizar mediciones o identificar a las larvas que van eclosionando, ya que estas tendrán características específicas de cada parásito.

**Tabla 4**

*Esquema de las características específicas de huevo tipo helmintos que infestan a los CSA.*

GÉNERO PARASITARIO	IMAGEN	CARACTERÍSTICA
<i>Capillaria spp.</i>		Tiene forma de limón, con pared externa gruesa, presenta tapones polares en cada extremo. Tiene un diámetro de 50 –75 x 23 – 26 $\mu\text{m}$ .
<i>Nematodirus spp</i>		Tiene forma ovoide y de pared delgada, tiene un gran tamaño. En el interior presenta 8 blastómeros y tiene un tamaño de 156 x 768 $\mu\text{m}$ ( <i>N. lamae</i> ) y 200 x 90 $\mu\text{m}$ ( <i>N. spatiger</i> ).

GÉNERO PARASITARIO	IMAGEN	CARACTERÍSTICA
<i>Haemonchus spp.</i>		Es de tamaño más pequeño y en su interior presenta 16 blastómeros, tienen un tamaño de 65 – 80 x 40 -50 $\mu\text{m}$ .
<i>Trichostrongylus spp</i>		Tiene una forma más alargada y uno de sus extremos presenta una terminación en forma de triángulo y el otro extremo es redondeado, tiene un tamaño de 80 – 100 x 40 –50 $\mu\text{m}$ .
<i>Trichuris spp</i>		Su pared es gruesa, color entre amarillo y marrón, con apariencia de limón y posee “tapones polares incoloros” en los extremos, miden 70 – 80 x 32 – 42 $\mu\text{m}$ .
<i>Lamanema spp.</i>		Posee una forma alargada con bordes redondeada y la cubierta es delgada, con 32 blastómeros, miden 176 x 76 $\mu\text{m}$ .

Leguía & Casas, 1999

### 2.1.9. Diámetro de fibra

Se refiere al grosor de la fibra cuando se corta transversalmente y se mide en micras (micrómetros), y esta vale una milésima parte de un milímetro. Es un valor productivo muy importante para la buena selección de las alpacas, ya que la industria textil lo tiene muy en cuenta para determinar su precio en el mercado,



aunque la comercialización se realiza por la venta en peso de vellón, se da gratificación por finura de fibra (Quispe et al., 2009).

La finura del diámetro de fibra varía a lo largo del filamento desde la salida de la epidermis hasta la punta del filamento, de igual manera su crecimiento es afectada por las épocas secas y lluviosas (Franco et al., 2012).

El DF está sujeto a variación, la misma que depende de las características genéticas, el medio ambiente de donde provienen y el color del vellón, las diferencias en el diámetro también son causadas por cambios fisiológicos en el animal debido a nutrición, gestación, lactancia, destete o enfermedad, así como por factores tales como la edad, sexo, raza, temperatura, fotoperiodo, estrés, época del año, época de apareamiento, época de esquila, sanidad y otros factores característicos del medio ambiente alto andino (Calle, 1982).

Como factor genético nos referimos a la heredabilidad genética que es transmitida de generación en generación, en donde si se quiere obtener fibra más fina requerirá de un estudio y mejoramiento genético, teniendo en cuenta el ambiente o entorno donde se desarrolla, años atrás la medición del diámetro de fibra no era accesible para los pequeños productores por el costo y accesibilidad (Quispe et al., 2013).

#### **2.1.10. Producción de fibra**

Entre los camélidos sudamericanos, la alpaca es la más importante por su producción de fibra, y en función a ella habría sido seleccionada desde hace más de 3000 años. La industria textil considera a la fibra de alpaca como una fibra



especial y las prendas confeccionadas con ella se considera un producto de lujo (Quispe et al., 2009).

La productividad de la calidad de la fibra se ve mermada principalmente por los factores medio ambientales (estación, fotoperiodo, temperatura, altitud), la genética (individuo, raza, edad) y el estado fisiológico del animal (lactancia, preñez) (Franco et al., 2012).

#### **2.1.11. Analizador óptico de diámetro de fibra (OFDA)**

El OFDA 2000 es uno de los mediadores de diámetro de fibra disponibles en los centros de producción, capaz de medir el diámetro de muestras en vellón sucio. Durante el proceso de la medición muestra la posición de los puntos más finos y más gruesos a lo largo de la fibra (McColl, 2004).

El equipo se utiliza en la industria textil desde hace muchos años, pero es inaccesible para muchos productores por motivos de su alto costo. Este equipo está diseñado para operar en condiciones difíciles, tiene una estructura muy robusta, con una gran velocidad, es portátil, llega a pesar unos 17 kg, equipados con las últimas tecnologías de imágenes microscópicas, un procesador equipado con Windows 8, donde hace correr su potente software (Arias, 2018).

## **2.2. ANTECEDENTES**

### **2.2.1. Heredabilidad para la resistencia a nematodos gastrointestinales**

#### **EN ALPACAS**

Quispe (2023) realizó un estudio en el distrito de Muñani y uno de sus objetivos fue estimar la heredabilidad para la resistencia a nematodos



gastrointestinales en CSA (alpacas) en la cual tomó 777 muestras de heces de alpacas Huacaya, que fueron muestreadas posterior a la época de lluvias, el resultado que obtuvo para heredabilidad de la resistencia a nematodos gastrointestinales es de 0.16.

Merzenich (2022) el objetivo fue evaluar la variabilidad genética para la resistencia a coccidias en alpacas en el Centro Experimental Quimsachata, donde colectó 996 muestras de heces de alpacas del grupo plantel con un resultado de una heredabilidad promedio de 0.29 la cual se considera moderada a baja y los valores genéticos se consideran favorables para la resistencia coccidias en alpacas; de modo que, se podría considerar en programas de mejoramiento genético y realizar otras investigaciones a nivel molecular.

Chambilla (2022) realizo un estudio en INIA – Puno, Anexo experimental Quimsachata, con el objetivo de estimar la variabilidad genética para la resistencia a nematodos gastrointestinales en alpacas; en donde 922 fueron muestreadas. Sus resultados obtenidos fueron una heredabilidad baja de 0.11.

## **EN OTRAS ESPECIES**

Passafaro (2015) el objetivo de su estudio fue obtener parámetros genéticos de resistencia a garrapatas, nematodos gastrointestinales (gusanos) y *Eimeria spp.* en ganado Nellore. Encontró estimaciones de heredabilidad moderada y fue de 0,33, 0,30 y 0,33 para la resistencia a eimerias, garrapata y nematodos gastrointestinales, respectivamente. La estimación de las heredabilidades respalda una inclusión de resistencia a eimerias, nematodos gastrointestinales y garrapatas en programas de mejoramiento para ganado Nellore, por otra parte, la selección genética puede incrementar la frecuencia de



animales resistentes y utilizar como complemento herramientas en programas de control de parásitos.

Greeff et al. (1995) en Australia realizó un estudio donde estimó la constitución genética de recuento de huevos de gusanos fecales (FWEC) en varias épocas del año en corderos merinos nacidos en un ambiente mediterráneo. En su estudio, las estimaciones de heredabilidad para FWEC bajo desafío natural fueron altas en junio a octubre (es decir, de 0,21 a 0,25) y bajas de febrero a abril (0,00 a 0,03), mientras que en julio se alcanzó un máximo de 0,51.

Woolaston & Piper (1996) en un estudio en Inglaterra utilizaron un modelo animal para estimar la heredabilidad del recuento de huevos fecales (FEC) en líneas de merinos seleccionadas por niveles divergentes de resistencia a *Haemonchus contortus*. La heredabilidad estimada de FEC fue 0,23. Los efectos del sexo no fueron importantes para la FEC, los animales más jóvenes tenían FEC más altos que los animales más viejos. Se descubrió que los efectos genéticos maternos no eran importantes, al igual que los efectos de los bajos niveles de endogamia.

Khuro et al. (2004) utilizó un conjunto de datos de campo para estimar la heredabilidad de la resistencia a los parásitos nematodos gastrointestinales y las correlaciones fenotípicas y genéticas entre la resistencia y los rasgos de producción en merinos australianos. La heredabilidad de recuento de huevos fecales (FEC) fue de 0,21, las correlaciones genéticas de FEC con peso de vellón limpio, peso de vellón graso, diámetro de fibra y peso corporal fueron 0.11, 0.07, -0.05 y -0.14 a la edad de un año.



Mptile et al. (2015) evaluó los factores ambientales y genéticos de FWEC, utilizando datos de ovejas merinas que fueron seleccionadas de manera divergente por su desempeño reproductivo en Elsenburg Research Farm y demostro una heredabilidad baja 0,10. Lo que sugiere que la selección para FWEC baja podría ser lenta. En este experimento, los investigadores en otoño estudiaron animales expuestos en este ambiente. Por otra parte, los resultados de este estudio no pueden aplicar directamente a una situación en la que se recolectaron muestras fecales en otras estaciones.

Aguerre et al. (2018) determino la resistencia a nematodos gastrointestinales en ovejas lecheras: variabilidad genética y relevancia de la infección artificial de carneros núcleo para seleccionar ovejas resistentes en granjas. Para las ovejas infectadas naturalmente, la FEC también fue hereditaria (0,18). En consecuencia, la varianza genética de la resistencia parasitaria es semejante cualquiera que sea el estado fisiológico (machos o hembras, estado de lactancia o preñez) y las condiciones de infección (infección experimental con solo un parásito o infección natural con diferentes parásitos).

### **2.2.2. Heredabilidad para el diámetro de fibra en alpacas**

Checalla (2021) la investigación se realizó en anexo Quimsachata INIA – Illpa Puno el objetivo de su estudio fue estimar la heredabilidad, y correlación genética de la medulación y el diámetro de fibra en alpacas Suri. El resultado obtenido fue de 0.25 para DF, la correlación genética de la medulación con el diámetro de la fibra fue de 0.40 a 0.62 por lo tanto concluye que la heredabilidad para diámetro de fibra fue baja.



Mamani (2022) en un estudio en INIA Puno donde sus objetivos fueron estimar las heredabilidades, correlaciones genéticas y fenotípicas para caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de fibra en el vellón de alpacas Suri donde utilizo 413 alpacas Suri de primera esquila y su resultado muestran que la heredabilidad obtenida para diámetro de fibra es de 0,69 esta es considera de alta magnitud.

Cervantes et al. (2010) en cuanto a parámetros genéticos, las heredabilidades obtenidas en alpacas de Puno resultaron 0,428 para el diámetro de fibra.

Cruz (2011) el presente trabajo de investigación se realizó en el fundo alpaquero de Ganadera San Simón S.A. del distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco departamento de La Libertad, Perú; utilizando 1259 animales entre Huacaya y Suri. La media de la distribución posterior de la heredabilidad es de 0,53 para el diámetro de fibra (DF), por otra parte, no hubo influencia relevante del sexo y la subespecie sobre el DF, pero si en caso de alpacas de color donde el gris presentó 2,53 micras ( $\mu$ ) menos que los otros colores.

Gutiérrez et al. (2009) en un estudio en el rancho experimental de POCAMARCA SA – Puno donde obtuvieron un total de 6499 registros para diámetro de fibra (DF). Donde las heredabilidades estimadas fueron: 0,412. Por lo tanto, sería más eficiente utilizar DF en lugar de índices empíricos como criterio de selección para aumentar el valor textil en las alpacas peruanas. Los parámetros genéticos reportados y las matrices de correlación pueden ser útiles para implementar estimaciones del valor genético de múltiples rasgos para la selección de alpacas.



Aguilar (2019) en un estudio realizado en el fundo Mallkini de la región de Puno con el objetivo de estimar los parámetros genéticos (heredabilidad y correlaciones genéticas) para caracteres asociadas a la uniformidad del diámetro de fibra en el vellón de alpacas tuis donde utilizaron muestras de tres zonas muslo, costillar medio y paleta de 1127 animales a la primera esquila. Las heredabilidades para costillar medio fueron moderadas (0,34, 0,38, 0.35).

Pinares et al. (2018) en un estudio en la finca experimental Pocamarca donde el objetivo de esta investigación fue estimar por primera vez la heredabilidad y relación genética entre la medulación y el diámetro de la fibra en cada fibra por sí sola. Se analizaron mediante microscopio de proyección (PM) un total de 21.600 fibras de 36 muestras de vellones blancos, 600 fibras cada muestra, de machos entre 0,4 y 10,4 años de edad donde la estimación de heredabilidad para DF fue de 0,35.

Wuliji et al. (2000) en un estudio realizado en Nueva Zelanda informan las estimaciones de rendimiento de producción, repetibilidad y heredabilidad. Donde sus resultados de heredabilidad fueron de 0.73 Las estimaciones de rendimiento de producción y heredabilidad para estos rasgos fueron notablemente más altas que las reportadas previamente en camélidos sudamericanos. Y Ponzoni (2000) en un estudio realizado en Australia encontró una heredabilidad de diámetro de fibra de 0.67.

### **2.2.3. Correlación genética para la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra**

May et al. (2017) en un estudio de Comparaciones de líneas genéticas y parámetros genéticos para infecciones por endoparásitos y características de



producción de leche, donde los objetivos fueron determinar diferentes líneas de selección de ganado lechero blanco y negro para infecciones por endoparásitos y la estimación de los componentes de (co)varianza genética para endoparásitos y rasgos de producción de leche. Tomaron un total de 2.006 muestras fecales durante dos visitas a granjas en verano y otoño. Determinaron los recuentos de huevos fecales para nematodos gastrointestinales (FEC-GIN) donde las heredabilidades fueron bajas para FEC-GIN (0,05) y las correlaciones genéticas fueron negativas entre FEC-GIN y la producción de leche (MY) lo que indica una mejor resistencia a las enfermedades para los animales de alta productividad. Las correlaciones genéticas entre FEC-GIN y el contenido de grasa de la leche fueron negativas.

Heckendorn et al. (2017) indica que su estudio fue diseñado para proporcionar datos confiables sobre la heredabilidad y las correlaciones genéticas entre los rasgos fenotípicos relacionados con el GIN y la producción de leche en dos razas principales de cabras lecheras (Alpine y Saanen). En total, se inscribieron en el estudio 20 rebaños con un total de 1.303 cabras. Todos los rebaños tenían antecedentes de infección por nematodos gastrointestinales, exposición uniforme a GIN en los pastos y registros regulares de leche. La correlación genética entre FEC y FAMACHA © fue cercana a cero y  $-0,41$  entre FEC y PCV.

Castells (2008) determino la heredabilidad del recuento de huevos de nematodos en la materia fecal (HPG) y sus correlaciones fenotípicas y genotípicas con características productivas fue estimada a través de 5116 corderos hijos de 185 carneros pertenecientes al Programa de Evaluación Genética Global de la raza



Corriedale en Uruguay. Como resultado la heredabilidad se situó en un valor medio de 0.21 y las correlaciones genéticas del HPG y diámetro de fibra fue de -0.16. Donde llega a la conclusión que es posible poner en práctica proyectos que ayuden a mejorar la resistencia genética a NGI en ovinos Corriedale de Uruguay.

Eady et al. (1996) donde analizaron la resistencia a los nematodos gastrointestinales de ovejas merinas que representan una variedad de líneas sanguíneas en rebaños de recursos ubicados en toda Australia. También estuvieron disponibles datos sobre el peso del vellón graso y limpio (GFW y CFW, respectivamente), el diámetro de la fibra (FD) y el peso corporal (BW) en un rango de edades desde el destete hasta los 21 meses. Las correlaciones genéticas entre FEC y DF fue de  $-0,09$ ,  $-0,12$  y  $0,04$  para de 10 meses, FD de 16 meses y FD de 21 meses. Respectivamente la selección para un objetivo de mejoramiento basado únicamente en rasgos de producción llevaría a una respuesta correlacionada desfavorable en FEC

Safari et al. (2005) las correlaciones genéticas y fenotípicas medias se basaron en un número considerablemente menor de estimaciones independientes. Hubo un número razonable de estimaciones de correlaciones genéticas entre la mayoría de los rasgos de lana y crecimiento, aunque hubo pocas estimaciones para los rasgos de calidad de la lana y entre los rasgos de reproducción. Las estimaciones de correlaciones genéticas entre los grupos de diferentes rasgos de producción fueron muy escasas. Las correlaciones genéticas medias generalmente tuvieron intervalos de confianza amplios que reflejan la gran variación entre las estimaciones y los conjuntos de datos relativamente utilizados. Se requieren estimaciones más precisas de los parámetros genéticos y, en particular, de las



correlaciones entre rasgos económicamente importantes para una evaluación genética precisa y el desarrollo de objetivos de mejoramiento.

Bishop (1996) en su estudio en dos rebaños de ovejas Texel, se midieron los recuentos de huevos fecales donde sus resultados fueron de moderada a fuertemente heredables en todas las ocasiones, siendo los recuentos de huevos de nematodos más heredables que los recuentos de huevos “tipo strongylus” las correlaciones genéticas a lo largo del tiempo fueron positivas y fuertes, pero algo menores que la unidad, al igual que las correlaciones entre los recuentos de huevos “tipo strongylus” y *nematodes* medidos al mismo tiempo. Las correlaciones genéticas entre los rasgos de rendimiento y los recuentos de huevos de “strongylus” fueron generalmente favorables (es decir, negativas) pero débiles, mientras que aquellos con recuentos de huevos de nematodos fueron generalmente neutrales o ligeramente positivos.

Bissett et al. (1992) estudió un total de 2611 corderas Romney nacidas en primavera, en una granja de Hawke's Bay para estimar la heredabilidad del recuento de huevos fecales (FEC) y las correlaciones entre FEC y los rasgos de producción. Las correlaciones genéticas correspondientes también fueron negativas y oscilaron entre  $-0.29$ . Se produjeron correlaciones muy similares entre los rasgos de productividad y el FEC no transformado. En general, los resultados demuestran que la cría para una baja producción de huevos de nematodos en corderos (y, por lo tanto, una mayor resistencia al establecimiento de nematodos) es factible en una empresa comercial de cría de carneros.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el fundo Mallkini de la empresa Michell&Cia S.A. que se encuentra ubicado en el distrito de Muñani, provincia de Azángaro, región Puno; a una altitud de 4000 y 4500 m.s.n.m; a 14°42 de latitud sur y a 69°57 de longitud oeste, teniendo una extensión de 3,018.34 hectáreas con especies de pasturas como *Festuca dolichophylla*, *Calamagrostis amoena*, *Festuca rigida* entre otras y abundantes bofedales, lugar favorito para que las alpacas consigan su dieta de pastos naturales bajos en proteínas, y prevalece el frío intenso durante todo el año, con fuertes variaciones de temperatura, con una temperatura media anual de 7° a 8°C, la precipitación pluvial media anual de 730 mm y la humedad relativa de 45% (Michell, 2019)

#### 3.2. UNIDAD EXPERIMENTAL

Para el presente trabajo se utilizó 533 alpacas Huacaya vellón blanco, crías 214, tuis 44 y adultos machos y hembras 275, que representan a la totalidad de animales del grupo plantel, estas fueron muestreadas en época seca el mes de agosto y antes de la actividad de desparasitación.

**Tabla 5**

*Distribución de animales seleccionados por sexo y clase*

<b>Sexo/Clase</b>	<b>Adultos</b>	<b>Tuis</b>	<b>Crías</b>	<b>Total</b>
Machos	37	23	113	173
Hembras	238	21	101	360
Total	275	44	214	533



### **3.3. EQUIPOS, MATERIALES**

#### **3.3.1. Materiales de laboratorio**

- Cámara McMaster
- Pipeta Pasteur
- Mortero y mango
- Vasos precipitados 20 mL
- Laminas porta objetos y cubre objetos
- Guantes látex
- Embudo con malla metálica (40 hilos por pulgada)
- Viales
- Balanza digital
- Microscopio
- Solución saturada de sacarosa de Sheather (Densidad 1.25)
- Cámara fotográfica

#### **3.3.2. Materiales de campo**

- Bolsas polietileno para recolección de muestras
- Botas de jebe
- Guantes de exploración
- Borrador y lápiz
- Caja isotérmica de polietileno
- Geles refrigerantes
- Cuaderno de notas
- Cámara fotográfica



- Etiquetas autoadhesivas
- Mameluco
- Marcador

### **3.3.3. Otros materiales y equipos**

- Computadora
- Impresora
- Folletos
- Libros

## **3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.4.1. Trabajo de campo**

Se realizó la recolección de muestras fecales de alpacas aproximadamente de 5 a 10 g para un mejor estudio estas fueron recolectadas directamente del recto y colocadas en bolsas de polietileno debidamente identificadas. Una vez obtenida las muestras estas fueron almacenadas y transportadas en cajas de Tecnopor (isotérmicas) y en el interior contaban con geles refrigerantes para la conservación en transcurso de su traslado y consecutivamente su análisis en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano.

Para el estudio de diámetro de fibra las muestras fueron extraídas de la zona costillar medio y fueron colocadas en bolsas de polietileno identificadas (fecha de colección, edad y sexo). Las muestras fueron conservadas en un ambiente acondicionado hasta su traslado y posterior procesamiento en el Laboratorio de Fibras del Anexo Quimsachata del INIA.



### 3.4.2. Análisis de muestras de heces

Este análisis se realizó en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno donde se analizó mediante la técnica McMaster modificado para obtener la cantidad de huevos por gramo de heces (HPG) cuyo procedimiento fue el siguiente:

- Se pesó 2 gramos de heces en una balanza digital.
- Posteriormente se coloca la muestra en un mortero para estandarizar con 28mL de solución azucarada (Sheather) llegando a un total de 30mL.
- Con la muestra estandarizada, se tamizó a través de un embudo de malla metálica (40 hilos/ pulgada), en un vaso precipitado, para posteriormente con la ayuda de una pipeta Pasteur llenar la cámara McMaster.
- Después a ello tiene que pasar de 3 a 5 minutos con la intención de que los ooquistes floten a la superficie de la cámara.
- Por último, se observa en el microscopio, ubicando las líneas de las cámaras y así realizar el conteo de los ooquistes que se encuentran ubicados en cada recuadro en 10x.



### 3.4.3. Interpretación del conteo de huevos por gramo de heces (regla de tres simple) por método McMaster modificado

Si en 30 mL ..... 2g/heces

15 mL ..... x

X=1 g de heces

Si en 15 mL ..... g / heces

0.15 mL ..... x

x = 0.01 g de heces

- Esto significa que: 0.15 mL. Simboliza la centésima parte de 15 mL
- 0.01 g Simboliza la centésima parte de 1g/heces
- El factor de corrección para cada área fue de 100.

#### Nivel de infestación

- 0 HPG : Negativo
- 50 a 200 HPG: Infestación leve
- 200 a 800 HPG: Infestación moderada
- > 800 HPG: Infestación elevada

### 3.4.4. Técnica de flotación

- Pesar 2 g de muestra fecal.
- Luego se trasladó la muestra a un mortero donde se homogenizo en 28 mL de solución azucarada.



- Se filtró el homogenizado a través de un embudo colador de malla metal (tamiz), en un recipiente (vaso precipitado)
- Posteriormente se trasladó el homogenizado a unos viales para que formen un menisco convexo, por encima del borde vial, luego se coloca la lámina cubreobjeto en contacto con la superficie líquida y luego debemos esperar dentro de 10 a 15 minutos para su observación.
- Por último, se coloca la laminilla cubreobjetos a una lámina portaobjetos y se traslada al microscopio para su observación a 10 x.
- Se interpreta cada lámina como negativa (-), moderada (+), mediana (++) y masiva (+++).

#### **3.4.5. Determinación del diámetro de fibra**

Las muestras se tomaron del costillar medio de las alpacas. El costillar medio (midside) considerada la zona más representativa para evaluar el diámetro medio de fibra en alpacas, anatómicamente localizada en la tercera costilla y perpendicularmente en la parte media entre las líneas superior dorsal e inferior ventral (Aylan y McGregor, 2001).

Mientras que la determinación de las medidas de calidad como es diámetro de fibra se analizó con el equipo OFDA 2000, el mismo que se define como el valor promedio que esta expresado en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) en este equipo se puede analizar la fibra tanto como sucia y limpia, en caso de realizar el análisis en fibra sucia se hace una calibración de factor de grasa.



### **Para el análisis de la muestra de fibra:**

- Primeramente, se tomó una sub muestra de mecha para extenderla sobre el porta muestras de fibra, este material presenta un auxiliar de soporte, que contiene un ventilador en la parte inferior y esta se encarga de desplegar y organizar adecuadamente la submuestra (mecha) para su correcta medición para así lograr una adecuada humedad y temperatura de la muestra.
- Luego la porta muestra con la fibra ya extendida, es colocado dentro del equipo.
- Se presiona la tecla ENTER y así comenzara a realizar el análisis mediante una luz láser y una cámara que tomara medidas de evaluación de entre 4000 a 5000 fibras en 57 segundos.
- Todas las muestras fueron analizadas en el equipo, cada muestra analizada fue identificada con el número de arete, propietario, especie y raza; así los resultados son transcritos a Excel para su evaluación.

## **3.5. MÉTODO ESTADISTICO**

### **3.5.1. Estimación de los parámetros genéticos**

La correlación y heredabilidades para la resistencia a nematodos gastrointestinales y diámetro de fibra en alpacas Huacaya, se estimó mediante un modelo animal. La metodología de estimación de los parámetros genéticos es del tipo frecuentista basada en el Método de Máxima Verosimilitud Restringida (REML) (Thompson, 2008), mediante modelos mixtos, para lo cual se usó el programa ASReML-R versión 4.2. Los efectos fijos y las covariables incluidos en el modelo animal fueron definidas según su grado de significancia, mediante el

método de mínimos cuadrados ordinarios utilizando el procedimiento PROC MIXED del programa estadístico SAS® versión 9.2 (SAS Institute. Inc., Cary, NC, USA, 2013). Se generó una matriz de parentesco, considerando las generaciones, con todos los animales disponibles en la genealogía.

Para estimar los componentes de varianza y co-varianza para resistencia a nematodos gastrointestinales ( $y_1$ ) y diámetro de fibra ( $y_2$ ), se utilizó el siguiente modelo lineal mixto bivariado, los valores de carga parasitaria fue previamente transformados.

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & x_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

Donde,  $y_1$  e  $y_2$  son vectores de registros fenotípicos medidos en los animales para nematodos gastrointestinales (HPG) o valores transformados y diámetro de fibra, respectivamente;  $b_1$  es el vector de efectos fijos para el primer carácter que incluye sexo y edad;  $b_2$  es un vector de efectos fijos para el segundo carácter;  $u_i$  y  $e_i$  son vectores del efecto genético aleatorio del animal y efectos residuales, respectivamente para ambos caracteres;  $X_i$  y  $Z_i$  son las matrices de diseño para ambos caracteres.

### 3.5.2. Estimación de heredabilidad

Para el cálculo de  $h^2$  de resistencia a nematodos gastrointestinales o el diámetro de fibra en alpacas Huacaya la fórmula que se utilizó es la siguiente:

$$h^2 = \frac{\sigma_{Gi}^2}{\sigma_p^2}$$



Donde,  $i$  representa la resistencia a nematodos gastrointestinales o el diámetro de fibra;  $\sigma_{Gi}^2$  es la varianza genética aditiva de la matriz  $\sigma_p^2$  es la varianza fenotípica de la matriz  $R_0$ .

### 3.5.3. Cálculo de la correlación genética

La correlación genética ( $r_{xy}$ ) entre los dos rasgos, resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$r_{x,y} = \frac{\sigma_{aNGI,aDF}}{\sqrt{\sigma_{aNGI}^2 \sigma_{aDF}^2}}$$

Donde;  $\sigma_{aNGI,aDF}$  corresponde a la covarianza genético aditiva entre resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra,  $\sigma_{aNGI}^2$  corresponde a la varianza genético aditiva resistencia a nematodos gastrointestinales y  $\sigma_{aDF}^2$  corresponde a la varianza genético aditiva para diámetro de fibra (Kaps & Lamberson, 2004).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ESTIMACIÓN DE LA HEREDABILIDAD PARA LA RESISTENCIA A NEMATODES GASTROINTESTINALES EN ALPACAS HUACAYA.

En la tabla 6 se observa los componentes de varianza genético aditiva y residual, heredabilidad a la resistencia a nematodos gastrointestinales en alpacas del fundo Mallkini.

**Tabla 6**

*Componentes de varianza genético aditiva y residual ( $\sigma_a^2$  y  $\sigma_e^2$  respectivamente), heredabilidad ( $h^2$ ) para la resistencia a nematodos gastrointestinales.*

Género/Especie de parásito	Varianzas		$h^2$	Límites de confianza (95%)	
	$\sigma_a^2$	$\sigma_e^2$		LI	LS
<b>Resistencia a nematodos</b>	0,29	2,13	0,12	0,012	0,299

LI: Límite inferior; LS: Límite superior

En el presente estudio, se estimó los componentes de varianza y fueron de 0.29 para varianza genética aditiva y 2.13 varianza residual obteniendo una heredabilidad total estimada para la resistencia a nematodos gastrointestinales de 0.12, el cálculo de los parámetros genéticos dependen del número de animales en el archivo de pedigrí y el número de animales con fenotipo, este trabajo por no tener muchos fenotipos las estimaciones suelen tener límites de confianza mayores en comparación a los calculados con bases de datos de mayor cantidad, además no se pudo estimar esos valores para las diferentes clases de animales, siendo la edad incluida como efecto fijo en el modelo, los



resultados obtenidos concuerdan con la investigación realizada por Chambilla (2022) en Quimsachata – INIA, donde muestra una heredabilidad de 0.11, por otro lado, en el trabajo realizado por Quispe (2023) presenta valores de heredabilidad 0.16. Todo esto nos indica que hay un bajo factor de heredabilidad ya que los valores están por debajo de 0.20 esto quiere decir que la resistencia a nematodos requiere otro enfoque de selección, puesto que la respuesta a la selección puede que sea baja en el tiempo, un buen enfoque podría ser la selección genómica usando marcadores moleculares.

Al no tener antecedentes de resistencia de nematodos gastrointestinales en alpacas, se consideró otros parásitos gastrointestinales y en diferentes especies animales.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el presente trabajo son inferiores a los que indica Merzenich (2022) en su investigación realizado en Quimshachata INIA obteniendo un resultado de 0.29 en coccidias la cual se considera como un valor moderado. Esto nos indica que las alpacas del Centro experimental Quimsachata INIA presentan mejor resistencia frente a las coccidias en comparación a nematodos gastrointestinales del fundo Mallkini.

Sin embargo, Passafaro et al. (2015) realizó un estudio para determinar la resistencia a nematodos gastrointestinales en vacunos de la raza Nellore obteniendo resultados de 0.33 considerándose de magnitud moderada.

Por otro lado, Aguerre et al. (2018) realizó un estudio en ovinos para el recuento de huevos en heces (FEC) en donde sus resultados indican una heredabilidad de 0.18 la cual es considerada baja.

En el estudio realizado por Castells (2008) determino la heredabilidad para la resistencia a nematodos gastrointestinales en ovinos Corriedale en Uruguay donde indica



un resultado de 0.21. Además, Esteban et al. (2013) obtuvo un valor de heredabilidad de 0.23 en ovinos. También Woolaston & Piper (1996) estimaron la heredabilidad para FWEC y sus resultados fueron de 0,37 en ovejas Romney en Nueva Zelanda. Como resultado, la selección de resistencia al parásito resultó en ganancias en generaciones futuras. De la misma manera Khusro et al. (2004) también informó una estimación de heredabilidad moderada para FWEC transformada con raíz cúbica en merinos de un año y sus resultados fueron de 0.22, estos valores son altos en comparación a lo reportado en el presente trabajo, esto nos indica que hay mayores factores de heredabilidad en ovinos a comparación de alpacas. Estos autores enfatizan que valores de heredabilidad de esta magnitud sugieren tal posibilidad de obtener ganancias genéticas expresivas a través de la selección y apoyan el uso de la selección para la resistencia a nematodos gastrointestinales en determinadas edades para la población estudiada (Passafaro et al., 2015).

Un estudio de Mpetile et al. (2015) en ovejas merinas reportó estimaciones de heredabilidad un poco más bajo, pero aún significativo, de 0.10 para FWEC, con estos resultados, sugirieron que la variación genética para la resistencia de los parásitos no se expresa bien en otoño, quizás por el cambio de temperatura y humedad en esos ambientes. Por lo tanto, si se desea seleccionar una FWEC baja, los animales deben evaluarse en algún momento después de la interrupción de la temporada en invierno y en primavera en condiciones mediterráneas, cuando la temperatura y las precipitaciones son favorables para el desarrollo, la supervivencia y la migración de las larvas infectantes a los pastos (O'Connor et al., 2006) estas condiciones acá en nuestra región coinciden con la finalización de la época de lluvias.

Esta característica suele tener un valor de heredabilidad menor por que la influencia que no es genética es mayor, quizás se deba a que la infección parasitaria depende también de los cuidados, tratamientos, manejos ambientales y otros de importancia en los aspectos epidemiológicos, además que la variabilidad genética depende también de la edad de los animales, los animales adultos suelen ser más tolerantes que los animales menores.

#### 4.2. ESTIMACIÓN DE HEREDABILIDAD PARA EL DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS HUACAYA.

En la tabla 7, Los componentes de varianza fenotípica, genético aditiva y residual como también la heredabilidad en alpacas donde se puede observar que la varianza fenotípica genético aditiva es de 3.92 y varianza genético residual de 8.58 con una heredabilidad de 0.31.

**Tabla 7**

*Componentes de varianza fenotípica, genético aditiva y residual ( $\sigma_p^2$ ,  $\sigma_a^2$  y  $\sigma_e^2$  respectivamente), heredabilidad ( $h^2$ ) para el diámetro de fibra.*

Variable	Varianzas		$h^2$	Límites de confianza (95%)	
	$\sigma_a^2$	$\sigma_e^2$		LI	LS
<b>Diámetro de fibra</b>	3,92	8,58	0,31	0,127	0,426

LI: Límite inferior; LS: Límite superior

La heredabilidad para el diámetro de fibra en alpacas Huacaya fue de 0.31 al igual que los datos obtenidos por Checalla (2021) dado que presenta resultados similares de 0.35 de heredabilidad para alpaca Suri, similar a Pinares et al. (2018) también obtuvo un resultado de 0.35 en Huacaya y Aguilar (2019) en alpacas Tuis con una heredabilidad de 0.38 por la cual deducen que existe una causa mínima genético aditivo y más ambiental



entonces el nivel productivo de los padres revela poco el posible nivel productivo de sus hijos.

Sin embargo, Mamani (2022) quien reporta un resultado superior con 0.69, al igual que Cruz (2011) reporto una para el diámetro de fibra de 0,53, siendo similar a lo reportado por Gutiérrez et al. (2009), quien indica valores que van desde 0,412 que incluye ambas subespecies hasta 0,369 y 0,699 para Huacaya y Suri respectivamente estos resultados son considerado como una heredabilidad de alta magnitud pudiendo en este caso tener mejor respuesta a la selección y progreso genético de los animales de esa población al igual que heredabilidades encontradas en otros países como Nueva Zelanda con 0,73 (Wuliji et al., 2000) y en Australia con 0.67 (Ponzoni, 2000). Estos resultados son altamente heredables a comparación de los resultados del presente estudio esto quiere decir que los padres con buena producción tendrán hijos también con buena producción y permitirá trabajar a través de la selección

Asimismo, la heredabilidad para el diámetro de fibra encontrado está dentro de los intervalos de heredabilidades de otras especies de fibra cuyos valores se estiman en 0,3 a 0,5 para llamas y ovinos (Frank & Col, 2007).

Valores mínimos encontrados por León-Velarde y Guerrero (2001) quienes reportan 0.18, con los resultados encontrados y con la bibliografía disponible sabemos que los valores de la heredabilidad dentro de los parámetros genéticos son propios de cada población de animales.

También Falconer y Mackay (1996), informan que las variaciones entre los valores de heredabilidad comunicadas en diferentes estudios estas podrían atribuirse a

diferencias entre poblaciones y métodos de estimación con la cual fueron estimadas e incluso puede cambiar en función del ambiente que se considere.

El valor de heredabilidad para el diámetro de fibra estuvo dentro del rango reportado por diversos autores lo cual corrobora la proporción que explica la parte genética en la variabilidad de este carácter, por lo mismo que esta tendrá una buena respuesta a la selección, por lo que tendremos también una buena respuesta a la selección en nuestra población de estudio para esta variable de importancia económica.

#### **4.3. ESTIMACIÓN DE LA CORRELACIÓN GENÉTICA ENTRE LA RESISTENCIA A NEMATODES GASTROINTESTINALES Y EL DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS**

En la tabla 8, podemos apreciar la correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra. Donde podemos observar un resultado de 0,04 la cual es no significativa.

**Tabla 8**

*Correlaciones genéticas entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas.*

<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>	<b>r<sub>g</sub></b>
Resistencia a Nematodos	Diámetro de fibra	0,04 n.s.

n.s.: no significativo

Nuestros resultados indican que no existe una correlación genética significativa para las variables en estudio, lo cual nos indica que no existe variación genética compartida y que estas variables tienen que ser consideradas de forma separada en los programas de mejoramiento genético, es importante mencionar que al no haber reportes



establecidos sobre correlaciones genéticas entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas, se tomó como referencia los estudios en otras especies como ovinos y otros caracteres como producción de leche, peso vivo en caprinos y bovinos.

En la tabla 8 se estima la correlación genética entre las resistencias a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra con 0.04 no significativa al igual que May et al. (2017) en sus resultados de correlaciones genéticas fueron negativas entre recuento de huevos fecales de nematodos gastrointestinales y la producción de leche (MY). Esto apunta a covarianzas ambientales negativas entre la FEC y la producción de leche, es decir, ambientes con una mayor presión de infección que conduce a una menor producción de leche y viceversa a diferencia de nuestro estudio que muestra una correlación no significativa.

Calle (2022) encontró una correlación inversa moderada, significativa de  $-0.33$  para hembras entre el peso vivo y el grado de infección parasitaria y una correlación positiva, no significativa de  $0.10$  para machos entre el peso vivo y el grado de infección parasitaria, por lo tanto podemos decir que la carga parasitaria influirá en la ganancia o pérdida de peso vivo en las alpacas hembras y que en los machos, no influirá la carga parasitaria en la ganancia o pérdida del peso vivo ya que son variables independientes, estos resultados pueden deberse a la inmunidad y a otros factores como el medio ambiente, rotación de canchas, etc.

Aguerre et al. (2018) En un estudio de resistencia a nematodos gastrointestinales en ovejas lecheras: donde la correlación genética entre la pérdida de PCV y FEC fue alta después de la primera infección con un valor de  $0.86$ .



Castells (2008) determinó que el diámetro de la fibra con el HPG también tuvo una correlación genética de signo negativo  $-0,16$  sin embargo en este caso el signo determina una asociación desfavorable en la medida que la reducción del diámetro sea un objetivo de selección. En nuestro país el diámetro es el componente más importante en la determinación del precio de la lana y mucho más importante en el caso de las razas de lana fina, donde Ciappesoni (2008) encontró para la raza Merino Australiano en Uruguay una correlación genética entre HPG y D de  $-0,17$ . En el mismo sentido fueron los resultados comunicados por Woolaston et al. (1991) que encontraron una correlación genética de  $-0,15$  entre HPG y DF. En este caso al ser una raza donde el diámetro de fibra es muy primordial en los objetivos de selección esta correlación genética desfavorable es más preocupante y debe ser manejada con atención.

Bishop et al. (2004) reportan una correlación genética negativa entre HPG y el PV de  $-0,19$  en ovinos de la raza Texel en el Reino Unido. Con los mismos caracteres Bishop et al. (1996) encontraron resultados de mayor magnitud con la raza Scottish Blackface, donde para diferentes medidas la correlación genética negativa entre el HPG y el PV estuvo entre  $-0,63$ . Los estudios con ovinos de la raza Romney Marsh conducidos en Nueva Zelanda por Bisset et al. (1992) encontraron una correlación genética negativa entre HPG y el peso vivo en el otoño de  $-0,29$ .

Eady et al. (1996) concluye que la correlación entre HPG y diámetro de fibra es  $0,04$  no significativa. Sin embargo, Mac Ewan et al. (1995) encuentran una correlación genética desfavorable entre el HPG y la tasa de crecimiento y Howse et al. (1992) encontraron una correlación genética desfavorable entre HPG y producción de lana. Finalmente, según varios estudios realizados en Nueva Zelanda, el recuento de huevos fecales se correlaciona desfavorablemente con el crecimiento de los corderos y el peso de



lana en todas las edades, mientras que los datos revisados por Safari et al. (2005) indican que no existe correlación entre las variables de recuento de huevos fecales con el crecimiento del cordero o el peso de vellón en la raza Merino.



## V. CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La heredabilidad estimada para la resistencia de nematodes gastrointestinales en alpacas en general del fundo Mallkini fue baja 0,12.

**SEGUNDA:** La heredabilidad estimada para el diámetro de fibra en alpacas en general del fundo Mallkini fue de 0,31 la cual es considerado moderado.

**TERCERA:** La estimación de la correlación genética entre la resistencia a nematodes gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas del fundo Mallkini es considerada no significativa con un valor de 0.04.



## VI. RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Se recomienda realizar más trabajos de investigación sobre la estimación de la heredabilidad para la resistencia a parásitos gastrointestinales en alpacas.

**SEGUNDA:** Considerar estrategias alternativas para el control de parásitos, como la reproducción para la resistencia a nematodos gastrointestinales y otros parásitos como sarna, sarcosistiosis, como parte de una planificación a largo plazo para el control sostenible por la infestación de parásitos.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, B. (2019). *Parámetros genéticos de caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de fibra en alpacas Huacaya del Fundo Mallkini, Puno*. Tesis pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Aguerre, S., Jacquiet, P., Brodier, H., Bournazel, J. P., Grisez, C., Prévot, F., Michot, L., Fidelle, F., Astruc, J. M., & Moreno, C. R. (2018). *Resistance to gastrointestinal nematodes in dairy sheep: Genetic variability and relevance of artificial infection of nucleus rams to select for resistant ewes on farms*. *Veterinary Parasitology*, 256, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.04.004>.
- Apaza, E., & Quispe, J. (2020). *Precisions on the diameter of fiber in alpacas of the región*. Puno, *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, ISSN 2409-1618, ISSN-e 2518-6868, Vol. 7, N.º 2, págs. 7-15 Perú.
- Arias, K. (2018). *Validación del MINIFIBER EC comparado con el OFDA 2000 y Sirolan Laser scan utilizando diversas fibras de origen animal*. Tesis Pre grado. Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac.
- Aylan J, McGregor B. (2001). *Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas*. *Small Ruminant Res* 44: 53-64.
- Bishop S., Bairden K., McKellar Q., Park M. & Stear M.J. (1996). *Genetic parameters for faecal egg count following mixed, natural, predominantly Ostertagia circumcincta infection and relationships with live weight in young lambs*. *Animal Science* 63 423-428.
- Bishop S., Jackson F., Coop R. & Stear M. (2004). *Genetic parameters for resistance to nematode infections in Texel lambs and their utility in breedings programmes* *Animal Science* 78 185-194.
- Bissett S., Vlassoff A., Morris C.A., Southey B.R., Baker R. & Parker A. (1992). *Heritability of an genetic correlations among faecal egg counts and productivity traits in Romney sheep*. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 35 51-58



- Bustanza, J. (2012). *Enfermedades de la alpaca*. 2º Ed. Universidad Del Altiplano – Editorial Sinstesis, Arequipa.
- Buxadé, C. (1995). *Genética, patología, higiene y residuos animales*. Ediciones Mundi prensa, *Zootecnia Tomo IV* (p. 348), Madrid- España.
- Caballero, A. (2017). *Genética cuantitativa* (1ra. Ed.). Editorial Síntesis. Lima – Perú.
- Calle, R. (1982). *Producción y mejoramiento de la alpaca*. Editorial Fondo del Libro. Lima – Perú.
- Calle, S. (2022). *Prevalencia de endoparasitos en alpacas (vicugna pacos) mediante analisis coprologicos*. Tesis Pregrado. Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca. Ecuador.
- Cardellino, y Rovavira. (1987). *Mejoramiento genético animal*. Ediciones hemisferio sur, Montevideo – Uruguay.
- Castells, D. (2008). *Evaluación de resistencia genética de ovinos Corriedale a los nematodos gastrointestinales en Uruguay: Heredabilidad y correlaciones genéticas entre el recuento de huevos de nematodos y características productivas*. Universidad de la República - Uruguay.
- Cervantes I., Burgos A., Nieto B., Goyache F., Pérez M., Salgado C., & Gutiérrez J. (2010). *Genetic parameters and relationships between fibre and type traits in two breeds of Peruvian alpacas*. Small Rumin. Res. (88),6-11.
- Chambilla, N. (2022). *Variabilidad genética para la resistencia a nematodos gastrointestinales en alpacas del anexo Quimsachata- INIA*. Tesis Pregrado. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Perú.
- Checalla, V. (2021). *Heredabilidad del diámetro y médulación de fibra en alpacas (vicugna pacos) blancas Suri - Anexo Quimsachata, INIA ILLPA – Puno*. Tesis Pregrado. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Perú.
- Ciappesoni G. (2008). *Resistencia genética a parásitos gastrointestinales. Seminario de actualización técnica en parasitosis gastrointestinales en ovinos y bovinos*. INIA Tacuarembó 20 de noviembre de 2008. Uruguay.



- Cruz, L. (2011). *Estimación de parámetros genéticos para caracteres productivos en alpacas (vicugna paco)*. Tesis de Master. Universidad Politécnica de Valencia. Perú.
- Cuellar A. (2007). *Control no farmacológico de parásitos en ovinos. Desparasitación selectiva por medio del sistema Famacha*. Tecnologías para ovinocultores. Ediciones Amco. Pp 258-261. Mexico.
- Eady S., Woolaston R., Swan A., Raadsma H., Lewer R & Ponzoni R. (1996). *Resistance to nematode parasites in Merino sheep: Correlation with production traits*. Aust J Agric Res; 49: 1201–1212.
- Esteban, D., González, R., Garduza, G., Ojeda, J., Reyes, F. & Gutiérrez, S. (2013). *Desarrollo de resistencia a nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo desafiados con diferentes niveles de infección*. Rev Med Vet Zoot, 60(3), 169–181.
- Falconer, D. y Mackay, T. (1996). *Introducción a la genética cuantitativa*. Editorial Acribia. Madrid, España.
- Franco, F., San Martín, F., Ara, M., Olazabal, J., & Carcelén, F. (2012). *Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas*. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú, 20(2), 187–195. <https://doi.org/10.15381/rivep.v20i2.605>.
- Frank, E. y Col. (2007). *Heredabilidades, correlaciones fenotípicas, correlaciones genéticas y repetibilidades de variables productivas en llamas argentinas*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Greff, J.C., Karlsson, L.J.E. & Harris, J.F. (1995). *Heritability of faecal worm egg count at different times of the year in a Mediterranean environment*. Proc. Aust. Assoc. Anim. Breed. Gen. 11, 117-121.
- Guerrero C, Leguía G. (1987). *Enfermedades infecciosas y parasitarias de alpacas*. Rev Cam Sudamer UNMSM. 4: 32-82. IVITA.



- Gutierrez, J. P., Goyache, F., Burgos, A., & Cervantes, I. (2009). *Genetic analysis of six production traits in Peruvian alpacas*. *Livestock Science*, 123(2–3), 193–197. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.11.006>.
- Howse S., Blair, H., Garrick, D. & Pomroy, W. (1992). *A comparison of internal parasitism in fleece weight-selected and control Romney sheep*. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 52: 57-60.
- Huacani, L. T. (2017). *Prevalencia de parásitos gastrointestinales en alpacas (Vicugna pacos) de la raza Huacaya en la comunidad campesina de Huaytire del distrito y provincia de Candarave en el departamento de Tacna*. Tesis de grado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Perú.
- Kaps, M., & Lamberson, W. (2004). *Biostatistics for animal science*. In CAB International. CABI Publishing. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0388.2005.00495.x>.
- Khusro, M., Van der Werf, JHJ, Brown, DJ & Ball, A. (2004). *Across flock covariance components for fecal worm egg count, liveweight, and fleece traits in Australian Merinos*. *Livestock Production Science* 91, 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.06.012>.
- Leguía, P; Casas, E. (1999). *Enfermedades parasitarias y atlas parasitológico de camélidos sudamericanos*. Editorial de Mar. 190 p. Lima, Perú.
- León-Velarde, C; Guerrero, J. (2001). *Improving quantity and quality of alpaca fibre; using a simulation model for breeding strategies*.
- Mac Ewan, J., Dodds, K.G., Greer, G., Bain, W., Duncan, S., Wheeler, R., Knowler, K., Reid, P., Green, R. & Douch. (1995). *Genetics estimates for parasite resistance traits in sheep and their correlation with production traits*. *New Zealand Journal of Zoology* 22: 177.
- Machen R, Craddock F, Graig T, Fuchs, T. A. (2002). *Haemonchus contortus management plan for sheep and goats in Texas*. Texas Agriculture Extension Service. The Texas A & M University System; Pp 4-98.



- Mamani, G. (2022). *Estimación de heredabilidad, correlaciones genéticas y correlaciones fenotípicas de características de la fibra de alpacas Suri de un año de edad en el anexo Quimsachata del INIA – Puno*. Revista de Investigaciones, 11(3), 155-165. <https://doi.org/10.26788/ri.v11i3.3622>.
- Mamani, J. E. (2012). *Evaluación de la carga parasitaria y su interacción madre-cría, desde el nacimiento al destete, en alpacas (vicugna pacos) y llamas (lama glama) en cicas la Raya, cusco*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Perú.
- Martínez, C., Elzo, M., Manrique, C., Grajales, L., & Jimenez, A. (2012). *Modelos de regresión aleatoria para la estimación de funciones de covarianza, parámetros genéticos y predicción de valores genéticos para el área del ojo de costilla en un Bos Indicus colombiano*. Universidad Nacional de Colombia.
- May, K., Brügemann, K., Yin, T., Scheper, C., Strube, C., & König, S. (2017). *Genetic line comparisons and genetic parameters for endoparasite infections and test-day milk production traits*. Journal of Dairy Science, 100(9), 7330–7344. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12901>.
- McColl, A. (2004). *Methods for measuring microns*. Alpacas Magazine. Herd Sire 164-168.
- Merzenich, I. (2022). *Variabilidad genética para la resistencia a coccidias en alpacas del Centro Experimental Quimsachata INIA*. Tesis Pregrado. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Perú.
- Michell. (2019). *Reporte de sostenibilidad referenciado en Michell y Cia. S.A*. Ediciones GRI. Perú.
- MINAGRI. (2019). *Potencial productivo y comercial de la alpaca*. Editorial Ministerio de Agricultura y Riego. Lima.
- MINAGRI. (2022). *Anuario estadístico producción ganadera y avícola*. Editorial Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Lima.



- Mpetile, Z., Kruger, ACM, Dzama, K. & Cloete, SWP. (2015). *Factores ambientales y genéticos que afectan el FWEC en merinos seleccionados de manera divergente para la reproducción*. South African Journal of Animal Science 45, 510-519. <https://doi.org/10.4314/sajas.v45i5.8>.
- O'Connor, L.J., Walkden-Brown, S.W. & Kahn, L.P. (2006). *Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep*. Veterinary Parasitology 142, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.035>.
- Passafaro, T., Carrera, J., Santos, L., Raidan, F., Santos, D., Cardoso, E. & Toral, F. (2015). *Genetic analysis of resistance to ticks, gastrointestinal nematodes and Eimeria spp. in Nellore cattle*. Veterinary Parasitology, 210(3-4), 224-234. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.03.017>.
- Pérez, H., Chávez, A., Pinedo, R., & Leyva, V. (2014). *Helmintiasis y eimeriasis en alpacas de dos comunidades de Cusco, Perú*. Peru. Rev Inv Vet Perú, 25(2), 245-253.
- Pinares, R., Gutiérrez, G., Cruz, A., Morante, R., Cervantes, I., Burgos, A., & Gutiérrez, J. P. (2018). *Heritability of individual fiber medullation in Peruvian alpacas*. Small Ruminant Research, 165, 93-100. doi: 10.1016/j.smallrumres.2018.04.007.
- Ponzoni, R. (2000). *Genetic improvement of Australian alpacas: present state and potential developments*. Proc. Aust. Alpaca Assoc.(1), 71-96.
- Puicón, V. (2018). *Evaluación de la resistencia natural a nematodos gastrointestinales en alpacas y ovinos en praderas de la puna Central del Perú*. Retrieved from <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3704/puicon-niño-de-guzman-victor-humberto.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- Quispe, E., Alfonso, L., Flores, A., Guillén, H., & Ramos, Y. (2009). *Bases to an improvement program of the alpacas in highland region at Huancavelica*. Perú. Archivos de Zootecnia, 58(224), 705-716. <https://doi.org/10.21071/az.v58i224.5060>.
- Quispe, E., Rodríguez, T., Íñiguez, L., & Mueller, J. (2009). *Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica*. Recursos Genéticos



- Animales/Resources Génétiques Animales/Recursos Genéticos Animales, 45, 1-14. doi:10.1017/S1014233909990277.
- Quispe, E., Poma, A., & Purroy, A. (2013). *Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya*. A review of huacaya alpacas fiber traits. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 7(1), 1–29.
- Quispe, N. (2023). *Variabilidad genética para la resistencia a nematodos gastrointestinales en alpacas del fundo Mallkini*. Tesis Pregrado. FMVZ. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Perú.
- Roff, D. and Mousseau. (1987). *Quantitative genetics and fitness: lessons from Drosophila*. *Heredity* 58:103-118.
- Rojas, M. (1990). *Parasitismo de los rumiantes domésticos. Terapia, prevención y modelos para su aprendizaje*. Ed. Maijosa. Lima 383 p.
- Saddiqi, H., Jabbar, A., Sarwar, M., Iqbal, Z., Nisa, M., & Shahzad, A. (2011). Small ruminant resistance against gastrointestinal nematodes: a case of *Haemonchus contortus*. *Parasitol Res*, 109, 1483–1500. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2576-0>.
- Safari, E., Fogarty, N. & Gilmour, A. (2005). *A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep*. *Livestock Production Science* 92(3): 271–289.
- Sardón, M. L., & Zuñiga, D. T. (2010). *Desarrollo de competencias en buenas prácticas de esquila y valor agregado de la fibra de alpaca*. Retrieved from <http://www.descosur.org.pe/wp-content/uploads/2014/12/Manual005.pdf>.
- Schallig, H. (2000). Immunological responses of sheep to *Haemonchus contortus*. *Parasitol Res*, 120, 63–72.
- Statistical Analysis System-SAS. (2013). *User's Guide (Release 9.4)*. Cary, North Carolina, USA: SAS Institute.



- Thompson, R. (2008). *Estimation of quantitative genetic parameters. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1635), 679–686. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.1417>.
- Turner, H. and Young, S. (1969). *Quantitative genetics in sheep breeding*. Cornell University Press. ITHACA. New York.
- Wuliji, T., Davis G., Dodds K., Turner P., Andrews R. & Bruce G. (2000). *Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand*. *Small Ruminant Research* 37, 189-201.
- Woolaston R.; Windon R. and Gray G. (1991). *Genetic variation in resistance to internal parasites in Armidale*. In “*Breeding for disease resistance in sheep*”. Wool research and development Corporation Australia. 1-10.
- Woolaston, R. y Piper, L. (1996). *Selección de ovejas merinas por resistencia a Haemonchus contortus: variación genética*. *Ciencia animal*, 62 (3), 451-460. doi: 10.1017 / S1357729800014995.
- Woolaston, R. & Baker, R. (1996). *Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites*. *Int J Parasitol*, 26(8–9), 845–855. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(96\)80054-3](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(96)80054-3).

## ANEXOS

### ANEXO 1 Panel fotográfico

#### Figura 1

*Animales experimentales*



#### Figura 2

*Procesamiento de heces y homogenizado en medio de solución azucarada*



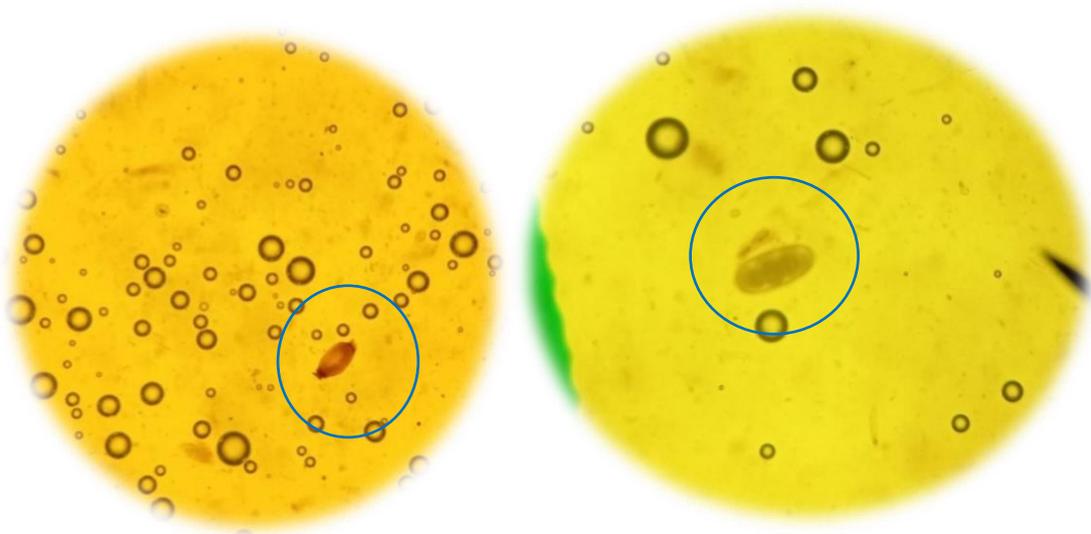
### Figura 3

*Tamizado de la muestra y colocado en cámara McMaster*



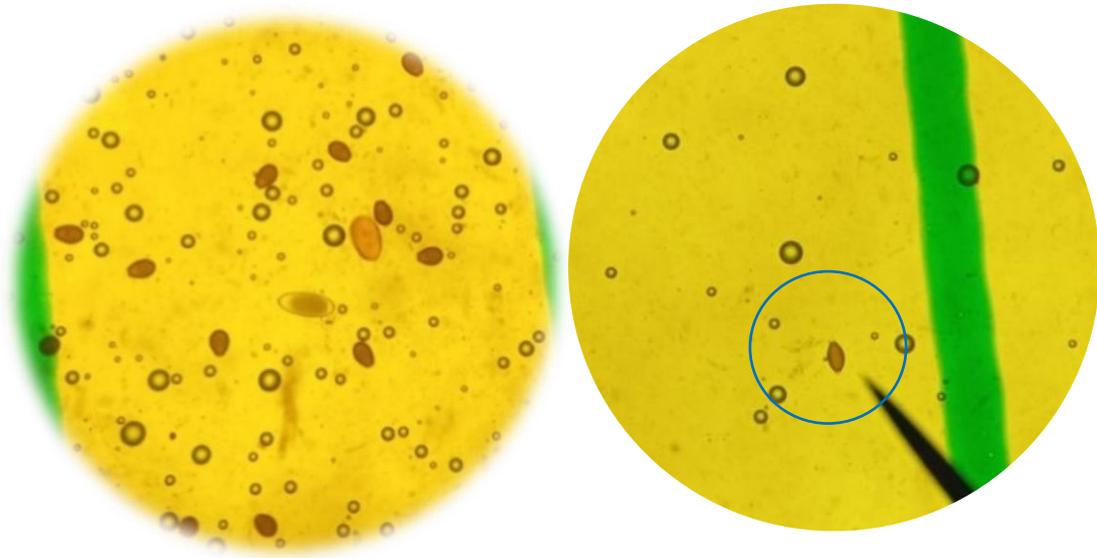
### Figura 4

*Trichuris spp, Nematodirus spp*



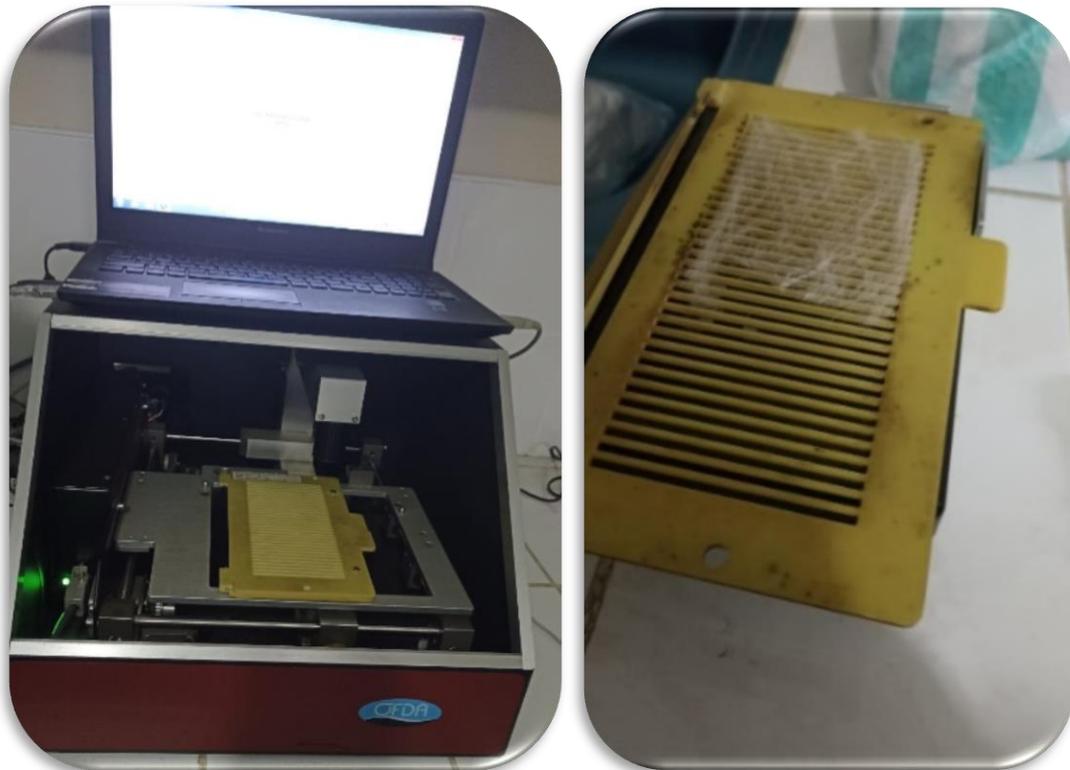
### Figura 5

*E. Macusaniensis, Lamanema chavezi, Capillaria spp.*



### Figura 6

*Analizador óptico de diámetro de fibra OFDA, mecha extendida sobre porta muestra*



### **Figura 7**

*Colocando porta muestra en el equipo OFDA para su analisis y respectiva  
identificación*





## ANEXO 2 Declaración jurada de la autenticidad de tesis.



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Reyshel Mary Apaza Quispe  
identificado con DNI 73758998 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Medicina Veterinaria y Zootecnia

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" Correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales  
y el diámetro de fibra en alpacas del Fundo Malkini "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 19 de abril del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



### ANEXO 3 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

#### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Reyshel Maqu Apaza Quispe,  
identificado con DNI 73758998 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Medicina Veterinaria y Zootecnia  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"Correlación genética entre la resistencia a nematodos  
gastrointestinales y el diámetro de fibra en  
alpacos del fundo Mallkini"

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de abril del 2024

  
PIRMA (obligatoria)



Huella