



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



CORRELACIÓN GENÉTICA ENTRE LA RESISTENCIA A
NEMATODOS GASTROINTESTINALES Y EL DIÁMETRO DE
FIBRA EN ALPACAS (*Vicugna pacos*) DEL ANEXO
QUIMSACHATA - INIA

TESIS

PRESENTADA POR:

BRAYAN DIGMAN ARIZACA LIMA

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 NEMATODOS GASTROINTESTINALES Y EL DIÁMETRO DE FIBRA EN A

AUTOR

BRAYAN DIGMAN ARIZACA LIMA

RECuento DE PALABRAS

11420 Words

RECuento DE CARACTERES

66377 Characters

RECuento DE PÁGINAS

66 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.0MB

FECHA DE ENTREGA

May 21, 2024 3:38 PM EST

FECHA DEL INFORME

May 21, 2024 3:40 PM EST

● 11% de similitud general

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

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% 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
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)



UNA
PUNO

Firmado digitalmente por
RODRIGUEZ HUANCA Francisco
Halley FAU 20145496170 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 21.05.2024 16:59:40 -05:00



UNA - PUNO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Director

Firmado digitalmente por COILA
ANASCO Pedro Ubaldó FAU
20145496170 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 21.05.2024 15:40:56 -05:00

Resumen



DEDICATORIA

Este estudio está dedicado a mis padres Froilan Arizaca Vilca y Marcelina Lima Caceres por haber sido mi soporte en todo el proceso de mi carrera universitaria y mi vida. También aquellas personas que estuvieron presentes en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Brayan Digman Arizaca Lima



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi guía día a día.

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno y a mi prestigiosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por dejarme ser parte de ella, también agradezco a todos mis docentes por haber compartido sus experiencias y sabidurías.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, Anexo Experimental Quimsachata, por las facilidades proporcionado durante la ejecución de la presente tesis, en especial al Dr. Oscar Cardenas Minaya quien me asesoro en el desarrollo de la tesis.

Este proyecto ha sido co-financiado por PROCENCIA, a través de su unidad ejecutora FONDECYT mediante el proyecto de contrato N° 183-2020-FONDECYT.

A mi asesor Mg. Francisco Halley Rodriguez Huanca, por haberme guiado durante la elaboración de la presente tesis.

A los distinguidos miembros del jurado: D. Sc. Roberto Floro Galleros Acero, D. Sc. Natalio Luque Mamani, M. Sc. Alberto Soto Quispe, por acceder a formar parte del mismo, por sus correcciones y recomendaciones.

A mis amigos, Ada, Celeste, Magy por su compañía y apoyo durante toda la ejecución del presente trabajo de investigación.

Brayan Digman Arizaca Lima



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.1.1. Objetivo General.....	15
1.1.2. Objetivos Específicos	15
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. MARCO TEÓRICO	16
2.1.1. Importancia de las alpacas	16
2.1.2. Población de alpacas en América Latina y el mundo	17
2.1.3. Población de alpacas en departamentos de Puno.....	18
2.1.4. Mejoramiento genético en alpacas.....	19
2.1.5. Enfermedades gastrointestinales.....	20



2.1.6. Nematodos gastrointestinales	21
2.1.7. Resistencia a enfermedades en animales	24
2.1.8. Fibra de alpaca	25
2.1.9. Diámetro de fibra	26
2.1.10. Analizador óptico de diámetro de fibra (OFDA)	27
2.2. ANTECEDENTES	28
2.2.1. Resistencia a nematodos	28
2.2.2. Diámetro de Fibra	30
2.2.3. Correlación genética para la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra	31

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO.....	35
3.2. MATERIALES.....	35
3.2.1. Equipos de muestreo	35
3.2.2. Equipos de laboratorio	36
3.2.3. Software	37
3.2.4. Materiales de escritorio.....	37
3.3. METODOLOGÍA	37
3.3.1. Unidad experimental.....	37
3.3.2. Determinación de nematodos gastrointestinales en alpacas Huacaya del anexo Quimsachata – INIA.....	38
3.3.3. Determinación del diámetro de fibra en alpacas Huacaya del anexo Quimsachata – INIA.	40



3.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	42
3.4.1.	Estimación de los parámetros genéticos	42
3.4.2.	Estimación de los componentes de covarianza	42
3.4.3.	Estimación de heredabilidad y cálculo de correlación genética	43
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1.	ESTIMACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA PARA LA RESISTENCIA GENÉTICA A NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN ALPACAS HUACAYA.....	44
4.2.	ESTIMACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA PARA EL DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS HUACAYA	46
4.3.	ESTIMACIÓN DE LA CORRELACIÓN GENÉTICA ENTRE LA RESISTENCIA A NEMATODOS GASTROINTESTINALES Y EL DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS HUACAYA	48
V.	CONCLUSIONES.....	50
VI.	RECOMENDACIONES.....	51
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS.....		60

Área: Producción de camélidos.

Tema: Correlación entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 23 de mayo de 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Reconocimiento de animales del grupo plantel e identificación de alpacas a muestrear.....	60
Figura 2 Materiales para la toma de muestra y marcado de alpaca.....	60
Figura 3 Toma de muestra de fibra y heces.....	61
Figura 4 Pesado y homogenización de muestra de heces.....	61
Figura 5 Viales con laminilla cubreobjetos para flotación y colección del homogenizado en cámara McMaster para su posterior evaluación en microscopio.....	62
Figura 6 Registro de observación en microscopio de muestra de heces	62
Figura 7 Muestras de fibra para ser analizados en el equipo OFDA 2000.....	63
Figura 8 Extendido de fibra y colocación al equipo OFDA.....	63
Figura 9 Programación y lectura de los resultados de fibra	64



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Población alpacas en América Latina y el mundo	17
Tabla 2 Población de alpacas en el departamento de Puno.....	18
Tabla 3 Esquema de las características específicas de huevos tipo helmintos que infestan a los camélidos sudamericanos	23
Tabla 4 Distribución de animales seleccionados por sexo y clase.....	38
Tabla 5 Componentes de varianza genético aditiva σ_a^2 y residual σ_e^2 , heredabilidad (h^2) a nematodos gastrointestinales.	44
Tabla 6 Componentes de varianza fenotípica σ_p^2 , genético aditivo σ_a^2 y residual σ_e^2 , heredabilidad (h^2) para el diámetro de fibra.	47
Tabla 7 Correlaciones genéticas entre el tipo de nematodos gastrointestinales y diámetro de fibra en alpacas.	48



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Procedimiento de muestreo y procesamiento	60
ANEXO 2 Declaración jurada de la autenticidad de tesis	65
ANEXO 3 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional	66



ACRÓNIMOS

PDF:	Promedio del Diámetro de Fibra
NGI:	Nematodos Gastrointestinales
INIA:	Instituto Nacional de Innovación Agraria
OFDA:	Analizador Óptico de Diámetro de Fibra
REML:	Método de Máxima Verosimilitud Restringida
FWEC:	Recuento de Huevos de Gusanos Fecales
HPG:	Huevos por Gramo de Heces
DMF:	Diámetro Medio de Fibra
MP:	Microscopio de Proyección



RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el mes de noviembre del 2021, con el objetivo de determinar la correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas (*Vicugna pacos*) del Anexo Quimsachata INIA Puno, en una población de 625 alpacas Huacaya entre tuis, crías, adultas, machos y hembras, de los que se recolectaron muestras fecales directamente del recto y almacenadas en bolsas de polietileno debidamente registradas y conservadas en cajas de tecnopor con geles refrigerantes, que fueron procesadas en el Laboratorio de Parasitología Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – UNA Puno, se usaron dos métodos: el método de McMaster modificada con una sensibilidad de 100 huevos/g de heces, y el método cualitativo de flotación. Simultáneamente se tomaron muestras de fibra del costillar medio, estas fueron conservadas en bolsas de polietileno previamente rotuladas para luego ser derivadas al Laboratorio de fibras del Anexo Quimsachata – INIA y ser procesadas mediante el equipo OFDA 2000. 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 0.15; para diámetro de fibra se estimó una heredabilidad moderada 0.42 y la correlación genética entre resistencia a nematodos gastrointestinales y diámetro de fibra es de 0.09 siendo no significativo. Concluyendo que, si bien la heredabilidad para la resistencia a parásitos gastrointestinales es baja, no existe correlación genética con el diámetro de fibra, pero si es posible implementar este nuevo carácter en los programas de mejoramiento genético de forma individual.

Palabras Clave: Alpaca, Fibra, Heredabilidad, OFDA, Resistencia a nematodos.



ABSTRACT

The present work was carried out in the month of November 2021, with the objective of determining the genetic correlation between resistance to gastrointestinal nematodes and fiber diameter in alpacas (*Vicugna pacos*) from the Quimsachata INIA Puno experimental annex, in a population of 625 Huacaya alpacas among tuis, babies, adults, males and females, from which fecal samples were collected directly from the rectum and stored in polyethylene bags duly registered and preserved in Styrofoam boxes with cooling gels, which were processed in the Animal Parasitology Laboratory from the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics – UNA Puno, two methods were used: the modified McMaster method with a sensitivity of 100 eggs/g of feces, and the qualitative flotation method. Simultaneously, fiber samples were taken from the middle rib, these were preserved in previously labeled polyethylene bags and then sent to the Fiber Laboratory of the Quimsachata Annex – INIA and processed using the OFDA 2000 equipment. A mixed bivariate linear regression model was used. for the determination of genetic correlation. In the result obtained for the resistance of gastrointestinal nematodes, a low heritability of 0.15 was estimated; For fiber diameter, a moderate heritability was estimated at 0.42 and the genetic correlation between resistance to gastrointestinal nematodes and fiber diameter is 0.09, being non-significant. Concluding that, although the heritability for resistance to gastrointestinal parasites is low, there is no genetic correlation with fiber diameter, but it is possible to implement this new trait in genetic improvement programs on an individual basis.

Keywords: Alpaca, Fiber, Heritability, OFDA, Resistance to nematodes.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Perú alberga el 87% de la población mundial de alpacas (*Vicugna pacos*) siendo la principal actividad ganadera desarrollada en las zonas altiplánicas, representando el 80 % de los ingresos económicos de 82,459 productores alpaqueros, principalmente situados en la sierra (MIDAGRI, 2022). La producción alpaquera es una actividad ganadera nativa y de gran antigüedad que se mantiene hasta la época actual, desarrollándose primordialmente en sistemas extensivos, especialmente en sociedades altiplánicas. La alpaca es una especie de camélido que habita en el altiplano andino, en donde se alimenta de hierbas y gramíneas que habitualmente otras especies de interés zootécnico no las aprovechan (Cuenca, 2012).

No obstante, el tipo de crianza en condiciones naturales favorecen el desarrollo de diversas patologías parasitarias, debido a que la reducida movilidad, la desmesurada carga animal en las pasturas y el constante incremento en las exigencias productivas, propicia el crecimiento en la frecuencia o cantidad de animales propensos a las parasitosis (Waller, 2003). Por consiguiente, la crianza de estas especies a estas condiciones puede producir cuantiosas pérdidas económicas, las mismas que tienen la posibilidad de incrementarse por impacto del calentamiento global, al crearse un ámbito nuevo más conveniente para la aparición de los parásitos más relevantes, fenómeno que ya viene sucediendo en nuestro país (Moya et al., 2008). Para contrarrestar el incremento de problemas parasitarios, la tipificación de animales genéticamente resistentes a los nematodos gastrointestinales es una iniciativa eficaz y práctica (Puicón, 2017).



La alpaca está situada mundialmente como el animal por excelencia produciendo fibra. Irónicamente la producción se inicia en los lugares más pobres y extremos de los Andes, al final el producto se comercializa en los mercados más selectos, por el cual el precio crece exponencialmente de acuerdo a su calidad. Por ello se han realizado grandes esfuerzos de investigación enfocados a la disminución del diámetro de la fibra como estudios de correlación entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y diámetro de fibra; diámetro promedio de la fibra y la finura al hilado; factor de confort de la fibra y la finura al hilado, entre otros, lo que haría este producto más competitivo frente al obtenido a partir de otros animales productores de fibras (Arango, 2016).

1.1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo General

Determinar la correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas Huacaya del anexo Quimsachata - INIA.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar la variabilidad genética para la resistencia genética a nematodos gastrointestinales en alpacas Huacaya del anexo Quimsachata – INIA.
- Determinar la variabilidad genética para el diámetro de fibra en alpacas Huacaya del anexo Quimsachata – INIA.
- Determinar la correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas Huacaya del anexo Quimsachata – INIA.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Importancia de las alpacas

Las alpacas desempeñan un papel esencial en los medios de vida de unas 82.000 familias rurales de los Altos Andes del Perú, proporcionan fibra, pieles, carne y estiércol para la producción agrícola y son una piedra angular del patrimonio cultural. Las alpacas se crían principalmente para la producción de fibra, siendo la carne un producto secundario (Gutiérrez et al., 2018). El aprovechamiento racional de esta ventaja productiva y el uso de la mejora genética de los camélidos es uno de los retos que tiene el país como el medio más efectivo de lucha contra la pobreza y la inseguridad alimentaria, que afecta a numerosas comunidades campesinas que viven de la cría y explotación de estas especies ganaderas (Quispe et al., 2013).

La alpaca (*Vicugna pacos*) es una especie domesticada perteneciente a los camélidos sudamericanos de gran importancia en el Perú, tanto por su importancia cultural, como por su contribución en la producción de bienes para las necesidades humanas a nivel mundial, desde el aporte proteico con la carne hasta el aporte económico que genera la producción y exportación de su fibra y pieles (Mendoza, 2019). Por consiguiente, su crianza es indispensable para el país, ya que Perú es considerado como el primer exportador de fibra de alpaca a nivel internacional (Quispe et al., 2009). La distribución de la alpaca previa a la conquista fue únicamente en América del Sur, su comportamiento dócil y su capacidad innata

como animal productor de fibra, ha llevado a esta especie a distribuirse a nivel mundial, no sólo para aprovechar su fibra, sino también para ser exhibido en ocasiones como animal exótico (Flores et al., 2022).

2.1.2. Población de alpacas en América Latina y el mundo

Según estimaciones elaboradas por MIDAGRI (2019), el Perú se constituye con la mayor población de alpacas con un (71.7 %), seguido por Bolivia con el (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 %; así se observa en la Tabla 1.

Tabla 1

Población alpacas en América Latina y el mundo

Población de alpacas en América Latina y el mundo		
País	Alpaca	%
Perú	4'350,000	71.7
Bolivia	520,000	8.6
Australia	500,000	8.2
Estados Unidos	350,000	5.8
Países Europeos	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
Sudamérica	10,000	0.2
Ecuador	6,000	0.1
Israel	5,000	0.1
Demás Países	25,000	0.4
TOTAL	6'066,000	100

Fuente: (MIDAGRI, 2019).

La alpaca geográficamente está distribuida en los paralelos 8 y 20° de latitud sur y meridianos 68 a 80° de longitud oeste, las altitudes que van de 3.500 a 5.000 m.s.n.m. (Quispe, 2018). En el Perú la alpaca se distribuye en 18 de las 24 regiones, siendo Puno con la mayor población animal con un (58.5 %), continuado

por Cuzco (11.4 %), Arequipa (9.4 %), Huancavelica (6.8 %) y el restante distribuido en los 13 departamentos (Flores et al., 2022).

2.1.3. Población de alpacas en departamentos de Puno

El departamento de Puno, registró una población de 2'035,280 alpacas, la provincia con mayor población de alpacas registradas es Lampa con 317,525 animales, que representa el 15.60 % del total regional, la provincia de Melgar toma el segundo lugar con una población de 280,740 alpacas y representa el 13.79 %, seguido de la provincia de Carabaya con 279,810 constituyendo el 13.75 % de alpacas de la región (Tabla 2). En consecuencia, las alpacas están distribuidas por todas las provincias de la región Puno, siendo reconocida como la capital ganadera alpaquera (Checalla, 2021).

Tabla 2

Población de alpacas en el departamento de Puno

Población de alpacas en el departamento de puno		
Provincias	Total	
	Nº	%
Lampa	317,525	15.16
Melgar	280,740	13.79
Carabaya	279,810	13.75
Chucuito	187,100	9.19
El Callao	182,495	8.97
Puno	182,160	8.95
Azángaro	178,110	8.75
Huancané	156,040	7.67
San Antonio de Putina	149,550	7.35
San Román	56,630	2.78
Sandia	54,330	2.67
Moho	10,400	0.51
Yunguyo	390,000	0.02
Total regional	2'035,280	100.00

Fuente: (DRAP, 2019).



2.1.4. Mejoramiento genético en alpacas

Por la gran importancia que tiene la alpaca en el Perú, son comunes las iniciativas para su mejoramiento genético. Estas iniciativas abarcan desde sencillos planes a grado predial hasta proyectos de gran escala a grado nacional. Además, las metodologías propuestas para el mejoramiento genético abarcan todo el rango de posibilidades, a partir de la selección basada en la inspección visual de los animales hasta la utilización de información molecular y el trabajo de sofisticadas tecnologías reproductivas para el aumento de animales mejorados (Mueller, 2010).

Los sistemas de apareamiento y la selección según Cruz (2018), define la selección como la escogencia de los genotipos animales que van a ser los padres de la siguiente generación, afirmando que es un acto mediante el cual ciertos individuos en una población son preferidos sobre otros para la producción de la siguiente generación. Asimismo, asegura que hay dos tipos de selección: natural y artificial. La natural indica la perduración del individuo más fuerte en un determinado ambiente. La selección artificial, es practicada por el hombre; por medio de éste se determina que animales se han de producir para la siguiente generación según las características que se buscan.

El mejoramiento de la Resistencia Genética a Nematodos Gastrointestinales en función de la alteración genética es objeto de varios estudios de investigación. Por consiguiente, el mejoramiento para la resistencia del hospedador, estima un procedimiento decisivo de control de nematodos gastrointestinales. Un óptimo raciocinio de los mecanismos que subyacen a la inmunidad defensora en pequeños rumiantes es un requisito anterior para el



desarrollo de procesos inmunogénicos/genómicos para el control de los helmintos gastrointestinales (Schallig, 2000).

2.1.5. Enfermedades gastrointestinales

En nuestro país la producción alpaquera es una actividad de suma importancia, siendo esta una fuente económica de subsistencia para los pobladores. Sin embargo, las condiciones naturales de su crianza favorecen el desarrollo de enfermedades parasitarias, en consecuencia, la disminución de las ganancias de peso corporal, comportamiento reproductivo e incremento en la predisposición a otras enfermedades, por lo tanto, la crianza de esta especie en tales condiciones puede generar cuantiosas pérdidas económicas como el diámetro de la fibra, siendo uno de los factores más importantes en la clasificación de la misma, determinando el precio del vellón en el mercado (Quispe, 2019).

En las producciones alpaqueras, las enfermedades parasitarias se establecen como uno de los problemas principales por las continuas exposiciones a numerosos endoparásitos y ectoparásitos que producen trastornos fisiopatológicos desde el nacimiento, originando disminución del apetito, mala absorción de los nutrientes y diarreas entre las principales; incurriendo negativamente en la producción de carne y fibra (Camareno, 2014).

La adquisición de parásitos en los animales jóvenes es directamente por los animales adultos que son portadores, quienes diseminan la enfermedad por medio de la eliminación de huevos. El contagio es favorecido considerablemente durante el pastoreo de animales jóvenes recién destetados con adultos y cuando el pastoreo es comunal, por ser peligroso cuando se realiza con animales de otros rebaños o con animales silvestres (Quiroz et al., 2011).



2.1.6. Nematodos gastrointestinales

Entre los múltiples parásitos que están afectando a los ovinos y alpacas se hallan los nematodos, que pertenecen al Orden *Strongylida* de la clase *Nematoda* del *phylum Nematelminthes*, los cuales infectan a un extenso rango de hospederos incluyendo a humanos, animales salvajes y domésticos e incluso plantas (Blaxter et al., 1998).

Los nematodos gastrointestinales poseen una morfología filiforme y cilíndrica, con extremos aguzados y cuerpo sin segmentación; son de tamaño muy variable, y permanecen cubiertos por una cutícula blanquecina que les sirve de protección (Chavez, 2013).

Las especies de nematodos gastrointestinales que infectan a los camélidos sudamericanos, se reporta los siguientes; en abomaso: *Trichostrongylus axei*, *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia (Ostertagia) circumcincta*, *Ostertagia trifurcata*, *Ostertagia ostertagi*, *Ostertagia lyrata*, *Mazamastrongylus (Spiculoptera) peruvianus*, *Graphinema aucheniae*, y *Camelostrongylus mentulatus*. intestino delgado: *Trichostrongylus vitrinus*, *Trichostrongylus columbriformis*, *Trichostrongylus probolurus*, *Cooperia punctata*, *Cooperia pectinata*, *Cooperia oncophora*, *Cooperia macmasteri*, *Nematodirus filicollis*, *Nematodirus spathiger*, *Nematodirus lamae*, *Capillaria sp*, *Lamanema chavezi* y *Bunostomum trigonocephalum*. intestino grueso: *Oesophagostomum venulosum*, *Chabertia ovina*, *Trichuris tenuis* y *krajabinema sp* (Leguía et al., 1999).

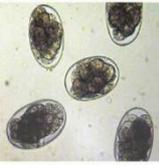
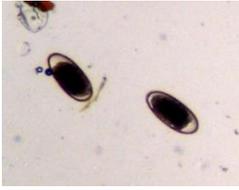
Los nematodos gastrointestinales más importantes en alpacas incluyen *Haemonchus contortus*, este puede causar anemia y debilitamiento; *Trichochostrongylus spp.*, provoca síntomas como diarrea y pérdida de peso; y



Nematodirus spp., estos son especialmente preocupantes en alpacas jóvenes por su potencial letalidad. Cada una de estas especies varían referente a su magnitud, teniendo una medida de 0,3 hasta 30 mm, además difieren referente a sus propiedades biológicas y morfológicas (Rojas, 2004).

Tabla 3

Esquema de las características específicas de huevos tipo helmintos que infestan a los camélidos sudamericanos

Género Parasitario	Fotografía	Características
<i>Capillaria spp.</i>		Tiene un diámetro de 50 –75 x 23 – 26 μm y posee la forma de un limón, presenta tapones polares en cada extremo con una pared externa gruesa.
<i>Nematodirus spp</i>		Posee un gran tamaño de 156 x 768 μm (<i>N. lamae</i>) y 200 x 90 μm (<i>N. spatiger</i>) con forma ovoide y en su interior presenta 8 blastómeros, siendo de pared delgada.
<i>Haemonchus spp.</i>		Tiene un diámetro de 65 – 80 x 40 -50 μm , siendo de menor tamaño, y en su interior presenta 16 blastómeros.
<i>Trichostrongylus spp</i>		Tiene una medida de 80 – 100 x 40 –50 μm , posee una forma más alargada y uno de sus extremos presenta una terminación redondeada y el otro es de forma de triangular.
<i>Trichuris spp</i>		Posee un tamaño de 70 – 80 x 32 – 42 μm , tiene forma de limón de color amarillo o asemejándose al marrón, su cubierta es gruesa y posee “tapones polares incoloros” en los extremos.
<i>Lamanema spp.</i>		Tiene una medida de 176 x 76 μm , su cubierta es delgada y posee una forma alargada con 32 blastómeros, con bordes redondeados.

Fuente: (Leguía et al., 1999).



2.1.7. Resistencia a enfermedades en animales

Los animales tienen la capacidad de contrarrestar los efectos adversos de los parásitos con extensas tácticas de resistencia y tolerancia, la resistencia es la capacidad del hospedador para minimizar la posibilidad de infección, a la vez disminuir la cantidad patógenos o recuperarse de la infección. Por otro lado, la tolerancia se define como la función de fijar el mal provocado por una cierta carga de parásitos y conservar la salud, el rendimiento y en última instancia, el estado físico mientras se extienden los niveles de infección (Kause, 2011).

La mejora genética de la resistencia a enfermedades, además de reducir las pérdidas económicas por brotes infecciosos, indirectamente también vela por el bienestar animal, mitiga problemas ambientales y éticos que surgen como efectos del control por el uso de vacunas y otros fármacos (Wetten et al., 2007). El resultado de mejorar los caracteres de resistencia a enfermedades depende en parte de la heredabilidad del rasgo utilizado para medir la resistencia. Los animales que son expuestos a una infección y estos se recuperan llegan a desarrollar inmunidad contra la misma especie infectante, pero esta no es absoluta. El estrés es una de las causas, para que baje la inmunidad y de esta manera provocar enfermedad. Es así que, las alpacas adultas son calificadas como portadores asintomáticos que van a ir eliminando los ooquistes junto con las heces para infestar pasturas (Contreras et al., 2014).

En consecuencia, la capacidad de seleccionar animales resistentes a nematodos gastrointestinales depende de la existencia de la variación genética entre los animales y su capacidad de resistencia o tolerancia a las infecciones parasitarias y la caracterización de las razas de los animales más resistentes, ya



que éstos presentan mínima carga parasitaria que los animales susceptibles (González et al., 2012).

2.1.8. Fibra de alpaca

Para la comercialización de la fibra de la alpaca en el Perú fue necesaria clasificarla según la Norma Técnica Peruana N° 231.301, que fue establecida el año 2014. La clasificación se realizó en función a su finura y longitud promedio mínima, y obtuvieron seis calidades (Alpaca SuperBaby, Alpaca Baby, Alpaca Fleece, Alpaca Medium Fleece, Alpaca Huarizo, Alpaca Gruesa, Alpaca Corta). Se estima que el 20% de la producción deriva de Alpaca Huarizo, 46% de Alpaca Medium Fleece, 22% de Alpaca Fleece y 12% de Alpaca Baby (De Los Ríos, 2006).

La fibra de alpaca es considerada por la industria textil dentro del grupo de fibras especiales; por lo cual, las prendas confeccionadas a partir de ella están clasificadas como artículos de lujo (Wang et al., 2003). La fibra de la alpaca tiene la característica de ser suave al tacto, flexibles, de bajo afeeltramiento y poco alérgeno. Incluso, su suavidad es parecida a las características de suavidad de la vicuña. Presentan alta resistencia a la tracción y su capacidad de absorber la humedad ambiental es baja (Quispe et al., 2009). Asimismo, la industria textil busca comprar fibras más finas, y paga mejores precios por las categorías más altas (Morante et al., 2011). Para esta, el valor agregado se obtiene de la calidad de la fibra, medida por la finura y la baja variabilidad de su diámetro (Cruz et al., 2017).

La finura de la fibra está directamente relacionada con la media del diámetro de fibra (Vásquez et al., 2015), la cual varía, en la alpaca, entre 18 a 36



µm. Sin embargo, en el mercado de fibra la alpaca tiene limitaciones como la variabilidad del diámetro y alta incidencia de modulación, el cual afecta en la sensación de confort en el uso de vestimentas. La sensación de confort podría aumentarse disminuyendo el porcentaje de medulación mediante la selección de animales (Cruz et al., 2019).

La calidad de la fibra depende, también, de otras características complementarias como: el coeficiente de variación del diámetro de la fibra, el índice de curvatura y la finura al hilado (Vásquez et al., 2015), y algunas directamente ligadas a la propia fibra, como son la densidad folicular y la longitud de la fibra (Gutiérrez et al., 2011). A partir del componente genético, las diferencias entre las características de la fibra en la alpaca se pueden deber a diversos factores, como; por ejemplo, el nivel de alimentación, sexo y de la edad del animal (Quispe et al., 2009).

El vellón se define como la cubierta de fibra de alpacas, de lana en ovinos y otros mamíferos, se debe separar en forma de una pieza a través de la esquila al final de un periodo de crecimiento o año ganadero (Gallegos, 2012), El vellón de los camélidos sudamericanos tiene muchas funciones, evita la pérdida de agua cutánea, protege de las inclemencias climatológicas como la abrasión de la piel, permite el camuflaje mediante la coloración, y favorece la termorregulación (Grigg et al., 2004).

2.1.9. Diámetro de fibra

El diámetro de la fibra conocida comúnmente como finura, hace referencia al grosor de la fibra, y el promedio del diámetro de la fibra alude al diámetro promedio de un grupo de fibras (Gallegos, 2012). El promedio del diámetro de la



fibra (PDF) pertenece a los componentes más relevantes en la categorización de la misma, ya que establece el costo del vellón en el mercado (Quispe et al., 2013). Así mismo, está influenciado por componentes externos como la nutrición, etapa del año, tipo de esquila y medio ambiente, e internos como edad, sexo, raza, estrés y estado fisiológico del animal (Guillén, 2019).

El diámetro promedio de fibra es parecido entre edades, pero en cuanto al tipo de modulación existe una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) dentro de las edades. Así mismo, el porcentaje de fibras en vellones finos disminuye con la modulación, siendo significativamente menor ($p < 0.001$) en las fibras con médula completa (Guillén et al., 2020).

2.1.10. Analizador óptico de diámetro de fibra (OFDA)

El proceso muestra la posición de los puntos más finos y más gruesos a lo largo de la fibra. Requiere de un calibrador de temperatura y humedad relativa que debe ser ajustado según las condiciones ambientales de la instalación para que las muestras sean previamente acondicionadas al medio ambiente (McColl, 2004). Mide fibras con diámetros desde 4 hasta 300 micras, de cada lectura se obtiene el promedio de diámetro, desviación estándar, coeficiente de variación, curvatura y la desviación estándar de ésta, longitud, porcentaje de fibras mayores a 30 micras de diámetro. Mide diámetro y curvatura en todo el largo de la fibra. También se obtiene un histograma con las observaciones señaladas (HORNİK, 2001).



2.2. ANTECEDENTES

2.2.1. Resistencia a nematodos

En la investigación realizada en centro de crianza “Fundo Mallkini” Azángaro, con el objetivo de estimar la correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas, con una población de estudio fue 533 alpacas Huacaya. Se recolectaron muestras fecales para el recuento de huevos por gramo de heces para nematodos gastrointestinales empleando 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. En el resultado obtenido para la resistencia de nematodos gastrointestinales estimó una heredabilidad baja de 0.12 (Apaza, 2024).

La investigación realizada en INIA en el centro experimental Quimsachata, que estima la variabilidad genética para la resistencia a nematodos gastrointestinales en alpacas; con una población de 992 alpacas, obteniendo muestras fecales para el recuento de huevos. Para su análisis se emplearon dos métodos: método de McMaster modificada y el método cualitativo de flotación, también considero los niveles de infección como negativos, leves, moderados y elevados. Como resultado obtuvieron valores de herencia de 0.32, 0.12, 0.14, 0.14, para huevos tipo *Strongylus*, *Nematodirus spathiger*, *Nematodirus lamae*, *Lamanema chavezii*, respectivamente; estimando una heredabilidad baja de 0.11 (Chambilla, 2022).



En un estudio realizado en Uruguay acerca de la evaluación de resistencia genética de ovinos Corriedale a los nematodos gastrointestinales, donde la población de estudio es de 5116 corderos que son hijos de 185 carneros que son los padres que pertenecen al Programa de Evaluación Genética Global de la raza Corriedale. Para su estudio utilizaron las generaciones nacidas del año 2000 al 2004, el cual pertenecen a dos Centros de Prueba de Progenie y un núcleo más nueve centros comerciales, que están unidos entre sí por cincuenta y dos carneros de referencia. Todos estos animales tienen su genealogía completa y por cada animal se obtuvo dos resultados de huevos por gramo de heces (HPG) donde se obtuvo resultados de heredabilidad de $HPG1 = 0,16$ Y $HPG2 = 0.25$ (Castells, 2008).

Desde 1994 en Uruguay se implementó la resistencia genética a parásitos gastrointestinales en los exámenes poblacionales de las razas Corriedale y Merino y donde usaron como criterio de selección el recuento de huevos por gramo de heces (HPG), obtenido de corderos pos-destete (HPGcor). Se utilizaron 2121 datos de HPGov para el análisis estadístico que provienen de 748 vientres, que son hijos de 107 padres, y 9458 datos de HPGcor de 7506 corderos que nacieron en el año 2001 al 2009 en el sistema de evaluación; que están incluidos en tres poblaciones genéticamente conectadas por el reproductor de referencia. Los resultados obtenidos fue la mediana posterior (desvío estándar posterior) de la heredabilidad y repetibilidad de HPGcor fue 0.25 ± 0.03 y 0.34 ± 0.02 y para HPGov 0.08 ± 0.03 y 0.18 ± 0.03 , respectivamente (Bianchi, 2011).

El estudio realizado por Merzenich (2022) tuvo como objetivo evaluar la variabilidad genética para la resistencia a coccidias en alpacas en el Centro



Experimental Quimsachata, la población de estudio fue 996 alpacas se tomaron muestras de heces del grupo plantel y animales con parentesco, para el recuento de huevos por gramos de heces utilizaron el método de McMaster modificado donde hicieron el recuento a la vez consideraron los niveles de infección como negativo, leve, moderada y elevada, usaron el modelo de regresión lineal mixto para determinar la variabilidad genética, parámetros genéticos y componentes de varianza. Los resultados de heredabilidades para *Eimeria macusaniensis* 0.41, *Eimeria alpaca* 0.32, *Eimeria lamae* 0.16 y *Eimeria punoensis* 0.27, y una heredabilidad promedio de 0.29.

2.2.2. Diámetro de Fibra

En un estudio realizado en el centro de crianza “Fundo Mallkini” ubicado en el distrito de Muñani del departamento Puno, tuvo como objetivo 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, donde tomaron muestras de fibra de la zona del costillar medio. En el resultado obtenido para diámetro de fibra se estimó una heredabilidad moderada de 0.31 (Apaza, 2024).

En el estudio de heredabilidad, correlaciones genéticas y fenotípicas de características de la fibra de alpacas Suri de un año de edad en el anexo Quimsachata del INIA, con una población de 413 alpacas Suri que tuvieron su primera esquila, que nacieron el año 2013 hasta el año 2017, la característica evaluada es el diámetro promedio de fibra (DF) donde los resultados mostraron que las heredabilidades obtenidas para diámetro de fibra fueron de 0.69 (Mamani, 2022).



En la investigación realizada en el INIA - Illpa anexo Quimsachata, donde la estimaron la heredabilidad, y correlación genética de la medulación y el diámetro individual de la fibra en Alpacas Suri de vellón blanco, se tomaron muestras fibras del costillar medio del lado derecho, posteriormente fueron sometidos a un lavado térmico con detergente no enzimático. En cuanto al conteo del diámetro de la médula, diámetro de fibra individual y la medulación se realizó mediante el microscopio de proyección, la cantidad de lecturas fue de 600 fibras individuales de acuerdo con la normativa IWTO-8. El resultado obtenido fue una heredabilidad para la medulación de la fibra individual de 0.11 a 0.19, la heredabilidad para el diámetro de fibra individual fue 0.25 a 0.27, la correlación genética de la medulación con el diámetro de la fibra resulto 0.40 a 0.62 concluyendo que existe una heredabilidad de proporción baja y que esta correlacionada con el diámetro individual de la fibra (Checalla, 2021).

La investigación realizada por Cruz (2011) en el fundo alpaquero San Simón S.A. del distrito de Cachicadán del departamento de La Libertad, tuvo como objetivo estimar los parámetros genéticos para caracteres productivos para las subespecies Huacaya y Suri, en el que tomaron datos de los años 2004 al 2010, teniendo una base con 2105 registros correspondientes a 1259 animales, donde se encontró una heredabilidad alta de 0.535 para el diámetro de fibra.

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

La investigación realizada en el centro de crianza “Fundo Mallkini” ubicado en el distrito de Muñani del departamento Puno, tuvo por objeto 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. 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 obtuvo un valor de 0.04 (Apaza, 2024).

El trabajo de investigación realizado en el fundo alpaquero de la Ganadera San Simón S.A. del distrito de Cachicadán del departamento de La Libertad, tubo el objetivo de estimar de los parámetros genéticos para caracteres productivos para las subespecies Huacaya y Suri, con una base de datos con 2105 registros correspondientes a 1259 animales tomadas entre los años 2004 al 2010. La media de la distribución posterior de la heredabilidad fue de 0.535 para el diámetro de fibra, 0.121 para el Coeficiente de Variación y 0.07 para la desviación típica; en cuanto a las correlaciones se obtuvo 0.716 el cual fue una correlacione positiva alta entre el diámetro de fibra y desviación típica, para desviación típica y coeficiente de variación tubo una correlación negativa de -0.242, para el diámetro de fibra y el coeficiente de variación se encontraron correlacionados negativamente (-0.828). no se encontró un efecto importancia en cuanto al sexo y otras especies sobre el diámetro de fibra, todo lo contrario en cuanto al color gris que presentó 2.53 μ que es menos a los otros colores; en el efecto del año se observó que en el 2005 se tenía 2.99 μ que fue menos que los demás; para el carácter de desviación típica no se observó influencia de importancia al color, sexo, subespecie, en cambio sí en el efecto año donde en el 2005 se tenía 0.94 μ menor que los otros años; en el carácter coeficiente de variación de subespecie y sexo no se observó influencia relevante; el color gris tenía 1.56% unidades de coeficiente de variación que es menor que los demás, al igual que el efecto año



donde en el 2005 se observó 1.6% siendo menor al respecto a los demás años. Asimismo, la media de la distribución posterior de la repetibilidad para el diámetro de fibra fue 0.893, para el coeficiente de variación fue 0.788 y para la desviación típica fue 0.835. (Cruz, 2011).

El estudio realizado en el anexo Quimsachata del INIA - Puno tuvo como objetivo estimar las heredabilidades, correlaciones genéticas, fenotípicas para caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de fibra en el vellón de alpacas Suri de primera esquila, con una población de 413 alpacas que nacieron en los años 2013 al 2017. Los caracteres evaluados son coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra (CV), el diámetro promedio de fibra (DF), la desviación estándar del diámetro promedio de fibra (DS), finura al hilado (FH), factor de confort (FC) y el índice de curvatura (IC). Los resultados mostraron que las heredabilidades obtenidas para CV, DF, DS, FH, FC y IC, fueron de 0.48, 0.69, 0.61, 0.68, 0.59, 0.14 y respectivamente. Las correlaciones genéticas y fenotípicas fueron de baja, mediana y alta magnitud (Mamani, 2022).

En la investigación realizada por Pinares (2017) en el fundo experimental de Pacamarca con el objetivo de estimar la heredabilidad y la correlación genética entre la medulación y el diámetro individual de la fibra, se recolectaron muestras de fibra de 36 alpacas Huacaya (machos entre 0.4 y 10.4 años) de un total de 21600 fibras individuales estas fueron clasificadas en 5 categorías según su medulación y a su vez se midió el diámetro de forma individual mediante el microscopio de proyección siguiendo la norma IWTO-8 y se calculó el porcentaje de fibras meduladas para cada muestra. También se calculó el diámetro medio de fibra y las fibras meduladas para cada muestra con el equipo OFDA 100. la



correlación entre el porcentaje de fibras meduladas continuas medidas por microscopio de proyección y el porcentaje de fibras meduladas medida por OFDA fue de 0.79; y La correlación entre el diámetro medido por microscopio de proyección y por OFDA fue de 0.86.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el Anexo Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, ubicado entre los distritos de Santa Lucía y Cabanillas de las provincias de Lampa y San Román de la Región Puno, con una extensión de 6,281 ha. a una altitud promedio de 4200 m.s.n.m, dentro de las coordenadas 15°04' de latitud Sur, 70°18' de longitud Oeste, en el piso altitudinal sub alpino de tundra pluvial; donde la temperatura fluctúa entre 2°C (mayo a julio) y 15°C (septiembre a diciembre), localizado dentro de la zona agroecológica denominada puna seca, con una humedad relativa de 40% y con una precipitación pluvial anual que varía entre 400 y 688,33 mm. Además, presenta un periodo bien definido de lluvias de diciembre a marzo, y un periodo seco que inicia en abril y termina a fines de noviembre (SENAMHI, 2021). CIP Quimsachata poseen una composición florística y cobertura de superficie que corresponde al tipo de pastizales naturales alto andinos compuesta por especies perennes como: *Mhulembergia peruviana* (llapa pasto), *Hipochoeris stenocephala* (pilli), *E/eocharis a/bibracteata* (kemillo), *Trifolium amabile* (layo), *Festuca dolichophylla* (Chilligua), *Alchemilla pinnata* (sillo sillo), *Stipa ichu* (ichu), *Stipa obtusa*, *Calamagrostis vicunarum* (crespillo), *Stipa brachyphylla* (ichu), *Parastrephya lipidophylla* (t'ola), *Margiricarpus pinnatus* (kanlli) y *Mhulenbergia fastigiata* (Ch'iji) (INIA, 2008).

3.2. MATERIALES

3.2.1. Equipos de muestreo

- Indumentaria apropiada



- Sogas
- Bolsas de polietileno
- Guantes de exploración
- Cajas isotérmicas con geles refrigerantes
- Papel Kraft
- Tijeras
- Cuaderno de apuntes
- Lápiz
- Borrador
- Cámara fotográfica

3.2.2. Equipos de laboratorio

- Microscopio
- OFDA
- Tubos de ensayo
- Cámaras McMaster
- Mortero
- Láminas cubreobjetos
- Vaso de precipitación de 100 ml
- Láminas portaobjetos
- Pipetas Pasteur
- Embudo con malla metálica
- Pistil
- Solución sacarosa
- Guantes de exploración



3.2.3. Software

- BLUBF90
- SAS® versión 9.2
- ASReml versión 4

3.2.4. Materiales de escritorio

- Computadora
- Espiralados y empastados
- Papel Bond A4
- Impresora
- USB
- Archivadores
- Folder
- Resaltador
- Lapiceros
- Cuaderno de apuntes
- Lápiz
- Borrador

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Unidad experimental

Para el estudio se utilizaron 625 alpacas Huacaya de vellón blanco, entre crías, tuis y adultos, machos y hembras siendo la totalidad de alpacas del grupo plantel que tienen registros genealógicos (por lo que no se requiere hacer un método de muestreo).

Tabla 4

Distribución de animales seleccionados por sexo y clase

Sexo/Clase	Adultos	Tuis	Crías	Total
Machos	57	130	52	239
Hembras	212	115	59	386
Total	269	245	111	625

Nota: Muestreado en noviembre del 2021.

3.3.2. Determinación de nematodos gastrointestinales en alpacas Huacaya del anexo Quimsachata – INIA.

3.3.2.1. Muestreo coproparasitológico

Se obtuvieron muestras fecales de entre 5 a 10 gr, que fueron recolectadas en horas de la mañana directamente del recto del animal, siendo almacenados en bolsas de polietileno: en donde se registró el número de arete y sexo, posteriormente se conservaron en cajas isotérmicas con geles refrigerantes para luego ser trasladados al laboratorio de Parasitología Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – UNA Puno, para su análisis correspondiente. Es importante considerar que las alpacas fueron muestreadas antes de la desparasitación, esto con la finalidad de tener información de la carga parasitaria útil para nuestro estudio (Gowane et al., 2020).

3.3.2.2. Análisis parasitológico

El recuento de huevos por gramo de heces para nematodos gastrointestinales se evaluó mediante la técnica de Mc Master modificada, con una sensibilidad de 100 huevos/gr de heces (HPG); considerando también niveles de infección como: negativos, infección leve, infección moderada e infección elevada, los resultados son considerados como la



variable de estudio para la resistencia a parásitos, además se realizó una transformación logarítmica de los mismos para el posterior análisis.

3.3.2.3. Método McMaster modificado

Consiste en detectar y cuantificar huevos de nematodos por medio del uso de cámaras de conteo a la microscopía, considerando una sensibilidad de 100 huevos por gramo (Rodríguez, 2015).

Procedimiento: se utilizó una balanza digital donde se pesó 2g de muestras fecales. Para luego trasladarlo al mortero para homogenizarlo en 28 ml de solución azucarada de Sheather; obteniendo un volumen total de 30 ml. Seguidamente, se pasó a filtrado del homogenizado del mortero por medio de un embudo de laboratorio. Inmediatamente, se mesclo el filtrado y con la pipeta Pasteur se llenó la cámara McMaster, posteriormente se esperó de 3 a 5 min. para así los huevos trasladarse a la cara inferior de la lámina. Finalmente, se lleva al microscopio, en donde se realizó el conteo de huevos dentro del recuadro de lectura (que está demarcada por líneas). Esta lectura se realizó a una vista de 10x.

3.3.2.4. Método cualitativo de flotación

Procedimiento: con la ayuda de la balanza digital, se pesó 2g de muestras fecales. Para luego ser trasladado a un mortero donde se procedió a homogenizar en 28 ml de solución azucarada de Sheather; llegando a un volumen total de 30 ml. Seguidamente, se filtró el homogenizado con la ayuda de un embudo de laboratorio para luego ser depositado a viales hasta la formación de un menisco convexo superando el borde del vial,



posteriormente se colocó la laminilla cubreobjetos en contacto con la superficie líquida (menisco) y se esperó un tiempo de 15 a 20 minutos. Seguidamente, se colocó la laminilla cubreobjetos sobre la lámina portaobjeto y se trasladó al microscopio para su observación a una vista de 10x y 40x.

Interpretación:

30ml-----2g de muestras fecales

15ml----- x

x = 1g de heces

Sabiendo que: la cámara de McMaster es de 0.15ml.

15ml ----- 1g muestras fecales

0.15ml----- x

x = 0.01 g de muestras fecales

Entonces:

- 0.15ml representa la centésima parte de 15ml.
- 0.01g representa la centésima parte de 1g de heces.
- factor de corrección para cada área fue de 100.

3.3.3. Determinación del diámetro de fibra en alpacas Huacaya del anexo Quimsachata – INIA.



3.3.3.1. Muestreo de fibra

Las muestras de fibra fueron extraídas del flanco derecho de la alpaca tomando como puntos de referencia las últimas costillas, a 10 cm debajo de la columna vertebral (zona del costillar medio), que presenta la mayor uniformidad en el diámetro de fibra (Villarroel, 1959). Las muestras de fibra se obtuvieron con la ayuda de una tijera cortando a nivel de piel para así obtener 2 buenas mechas que tengan un mínimo de 5 cm y luego ser conservadas en bolsas de papel Kraft debidamente identificadas con la, edad, sexo, numero de arete y procedencia. Las muestras fueron conservadas en un ambiente acondicionado hasta su procesamiento.

3.3.3.2. Análisis de diámetro de fibra por OFDA 2000

Para el análisis de la muestra de fibra, se tomó una sub muestra de mecha y se extendió sobre el porta muestras de fibra de plástico que posee un ventilador en la parte inferior, que ayuda a desplegar y preparar adecuadamente las mechas a medir, manteniendo una humedad y temperatura óptimas.

Una vez que la muestra sea extendida, es colocado dentro del equipo OFDA 2000 donde se inicia el análisis mediante una luz láser y una cámara que evalúan de entre 4000 a 5000 fibras en 57 segundos. Cada muestra procesada en el equipo se identifica con un único número correspondiente al arete que varía según edad y sexo. Los resultados obtenidos son registrados en una hoja de cálculo Excel para su posterior análisis.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.4.1. Estimación de los parámetros genéticos

La heredabilidad y correlación para la resistencia a nematodos gastrointestinales y diámetro de fibra en alpacas Huacaya, se determinó mediante un modelo animal. La estimación de los parámetros genéticos se realizó con un enfoque frecuentista empleando el Método de Máxima Verosimilitud Restringida (REML) (Thompson, 2008), a través de modelos mixtos en el programa ASReml versión 4. Los efectos fijos y las covariables integradas en el modelo animal fueron definidas según su grado de significancia, utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios utilizando el procedimiento PROC MIXED del programa estadístico SAS® versión 9.2 (SAS, 2013). Además, se generó una matriz de parentesco que incluye todas las generaciones y los datos genealógicos disponibles de los animales.

3.4.2. Estimación de los componentes de covarianza

Para estimar los componentes de varianza y covarianza para resistencia a nematodos gastrointestinales (\mathbf{y}_1) y diámetro de fibra en alpacas (\mathbf{y}_2), se utilizó el siguiente modelo lineal mixto bivariado.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{y}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{x}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{b}_1 \\ \mathbf{b}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{z}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{z}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{u}_1 \\ \mathbf{u}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ \mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$$

Donde, \mathbf{y}_1 e \mathbf{y}_2 son vectores de registros fenotípicos medidos en los animales para ver el diámetro de fibras y resistencia a nematodos gastrointestinales, respectivamente; \mathbf{b}_1 es el vector de efectos fijos para ambos caracteres y como covariable el sexo y clase del animal; \mathbf{b}_2 es un vector de efectos

fijos para resistencia a nematodos gastrointestinales, incluyendo como covariable el diámetro de fibra al final del experimento; \mathbf{u}_1 y \mathbf{e}_1 son vectores del efecto genético aleatorio del animal y efectos residuales, respectivamente para diámetro de fibra y resistencia a nematodos gastrointestinales; \mathbf{x}_1 y \mathbf{z}_1 son las matrices de diseño para diámetro de fibras y resistencia a nematodos gastrointestinales.

3.4.3. Estimación de heredabilidad y cálculo de correlación genética

Para el estimado de h^2 de resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas la fórmula utilizada 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; σ_{Gi}^2 es la varianza genética aditiva de la matriz σ_p^2 es la varianza fenotípica.

La correlación genética (r_{xy}) entre los dos rasgos, resistencia a nematodos gastrointestinales o 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, σ_{aNGI}^2 corresponde a la varianza genético aditiva de la resistencia a nematodos gastrointestinales y σ_{aDF}^2 corresponde a la varianza genético aditiva para diámetro de fibra (Kaps et al., 2024).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTIMACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA PARA LA RESISTENCIA GENÉTICA A NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN ALPACAS HUACAYA

En el presente estudio en alpacas del Anexo experimental Quimsachata se estimó la heredabilidad para la resistencia a nematodos en alpacas, la misma que tuvo un valor de 0,15 siendo este un valor bajo y sus límites oscilaron entre 0,023 y 0,277.

Tabla **5**

Componentes de varianza genético aditiva σ_a^2 y residual σ_e^2 , heredabilidad (h^2) a nematodos gastrointestinales.

Género/Especie de parásito	Varianzas		h^2	Límites de confianza (95%)		
	σ_a^2	σ_e^2		LI	LS	
Resistencia Nematodos	a	0,21	1,17	0,15	0,023	0,277

Nota: LI: Límite inferior; LS: Límite superior

La heredabilidad total estimada para la resistencia a nematodos gastrointestinales fue (0.15) siendo similares a los encontrados por Apaza (2024), en su investigación realizada en el “Fundo Mallkini” Azángaro, para estimar la correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en una población de 533 alpacas, en donde obtuvo una heredabilidad baja de 0.12 para la resistencia de nematodos gastrointestinales, por otro lado en la investigación realizada en el INIA - Quimsachata, para determinar la variabilidad genética para la resistencia a nematodos gastrointestinales en alpacas en una población de estudio de 992, obtuvo un resultado de heredabilidad baja de 0.11 (Chambilla, 2022). Todo esto nos indica que esta característica tiene baja



heredabilidad ya que los valores están por debajo de 0.20 esto quiere decir que la resistencia a nematodos tiene más efecto no genético que podría ser también parte ambiental donde se considera la alimentación, sanidad, manejo y otros aspectos no genéticos.

En los promedios publicados por Castells (2008), quien en su investigación en ovinos Corriedale en Uruguay, sitúa la heredabilidad para el recuento de huevos fecales de nematodos gastrointestinales un valor de $HPG1 = 0,16$ y $HPG2 = 0.25$, a pesar que la cantidad de animales de este estudio fue muy superior al presente estudio los resultados muestran valores bajos de heredabilidad, esto debido principalmente a la naturaleza de la variable, por depender de muchas más características que son consideradas no genéticas.

De acuerdo con Bianchi (2011), en su trabajo de estimación de parámetros genéticos de la resistencia a nematodos en el período del parto y pos-destete en ovinos Merino del Uruguay, los resultados obtenidos en heredabilidad fueron de huevos por gramo de heces fue 0.34 y para huevos por gramo de heces fue 0.18 siendo estos superiores a lo obtenido, puesto que el periodo parto es una periodo sensible de los ovinos, habiendo una modificación en la inmunidad del animal pudiendo esta etapa generar mayor variabilidad genética en los animales parte de esa población.

En el estudio de Merzenich (2022), donde evaluaron la variabilidad genética para la resistencia a coccidias en alpacas en el Centro Experimental Quimsachata, se colectó 996 muestras de heces de alpacas del grupo plantel. Como resultado la heredabilidad para *Eimeria macusaniensis* fue de 0.41, *Eimeria alpaca* fue de 0.32, *Eimeria lamae* fue de 0.16 y *Eimeria punoensis* fue de 0.27, y la heredabilidad promedio fue de 0.29. Esto nos indica que las alpacas del Centro experimental Quimsachata INIA presentan mejor resistencia frente a las coccidias en comparación a nematodos gastrointestinales una de



las razones de esta diferencia podría deberse a la biología de la infección puesto que la infección por protozoarios como las coccidias tiene un mecanismo diferente al de los nematodos, además los efectos ambientales suelen ser también diferentes.

4.2. ESTIMACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA PARA EL DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS HUACAYA

En el presente estudio, en alpacas Huacaya del Anexo experimental Quimsachata, la heredabilidad total estimada para el diámetro de fibra es de (0.42) el cual es similar a los promedios publicados por Apaza, (2024) en su investigación realizada en el “Fundo Mallkini” Azángaro, para estimar la correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en una población de 533 alpacas, donde se estimó una heredabilidad moderada de 0.31 para diámetro de fibra.

Aguilar et al. (2019), quienes en su investigación de parámetros genéticos de caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de fibra en alpacas Huacaya, tomaron muestras de las zonas corporales de paleta, muslo y costillar medio de 1127 animales que fueron de la primera esquila (554 hembras y 573 machos). Como resultado de heredabilidad de diámetro de fibra fue de 0.34 en muslo, 0.38 en costillar medio y 0.35 en paleta, estos resultados muestran que existe una heredabilidad moderada para la heredabilidad del diámetro de fibra.

Tabla 6

Componentes de varianza fenotípica σ_p^2 , genético aditivo σ_a^2 y residual σ_e^2 , heredabilidad (h^2) para el diámetro de fibra.

Variable	Varianzas		h^2	Límites de confianza (95%)	
	σ_a^2	σ_e^2		LI	LS
Diámetro de fibra	4,78	6,58	0,42	0,392	0,426

Nota: LI: Límite inferior; LS: Límite superior

De acuerdo con Mamani (2022), en su estudio de heredabilidad, correlaciones genéticas y fenotípicas de características de la fibra de alpacas Suri de un año de edad del anexo Quimsachata del INIA, la heredabilidad de diámetro de fibra fue de 0,69 el cual es superior a los resultados obtenidos en el presente estudio. Por otro lado, Checalla (2021) en su investigación de heredabilidad del diámetro y medulación de fibra en alpacas del anexo Illpa, INIA, obtuvo valores de heredabilidad de 0.25 a 0.27, sin embargo Camacho (2011), en su estimación de parámetros genéticos para caracteres productivos en alpacas obtuvo 0,535 de heredabilidad con valores extremos con un mínimo de 0,426 y un máximo de 0,653; con un intervalo del 95% de la distribución posterior de la heredabilidad comprendido entre 0,476 y 0,604.

Según (Cruz , 2011), en su trabajo de investigación realizado en el fundo alpaquero Ganadera San Simón S.A. del distrito de Cachicadán del departamento de La Libertad, teniendo una base con 2105 registros que corresponden a 1259 animales, el estudio consistió en la estimación de los parámetros genéticos para caracteres productivos para las subespecies Huacaya y Suri, obteniendo una heredabilidad de 0,535 para el diámetro de fibra, siendo un valor alto en comparación a nuestro estudio, a pesar que el valor reportado en este estudio es inferior, esto podría deberse a la cantidad de animales puesto que a mayor cantidad de animales la convergencia del modelo es mejor y las estimaciones son más precisas.

4.3. ESTIMACIÓN DE LA CORRELACIÓN GENÉTICA ENTRE LA RESISTENCIA A NEMATODOS GASTROINTESTINALES Y EL DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS HUACAYA

En la Tabla 7 se observa que la correlación genética de nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas Huacaya del Anexo experimental Quimsachata INIA - Puno es de 0.09 siendo estadísticamente no significativa al igual que los resultados de Apaza (2024) en su estudio de correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas realizado en centro de crianza “Fundo Mallkini” Azángaro, con una población de 533 alpacas Huacaya teniendo como resultado de correlación 0.04, siendo no significativo.

Tabla 7

Correlaciones genéticas entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y diámetro de fibra.

Variable 1	Variable 2	r_g
Resistencia a Nematodos	Diámetro de fibra	0,09 ns

Nota: r_g: correlación genética

Según Cruz (2011), las correlaciones genéticas para el diámetro de fibra y la desviación típica en su investigación mostraron una correlación positiva de 0.959, mientras que en el coeficiente de variación y el diámetro de fibra obtuvo una correlación de -0.998 siendo negativa, y entre la coeficiente de variación y desviación típica mostró una correlación de -0.941 también siendo negativa. Las heredabilidades obtenidas para los dos últimos caracteres son anormalmente bajas y que por tanto las extremas correlaciones genéticas que se obtienen no son muy fiables. De igual manera Aguilar et



al. (2019) en su estudio de la correlación genética entre el diámetro de fibra y la desviación estándar obtuvo un resultado de 0.80 siendo positiva y alta.

En la investigación realizada por Mamani (2022), nos indica que las correlaciones genéticas más altas y positivas corresponden al diámetro promedio de la fibra y la finura al hilado de la fibra (0.97), siendo significativo, por otro lado, obtuvo las correlaciones genéticas de finura al hilado de la fibra y la desviación estándar del diámetro promedio de la fibra (0.88), diámetro promedio de la fibra y la desviación estándar del diámetro promedio (0.75), coeficiente de variación del promedio de la fibra y la desviación estándar del diámetro promedio de la fibra (0.63), el factor de confort de la fibra y el índice de curvatura de la fibra (0.53), la co-variación depende de los genes que puedan tener el mismo efecto en ambas características, en el caso de las características asociadas a la fibra puede encontrarse genes que tengan efecto en las mismas características, pero las características de salud suelen no tener esa función, por lo que la co-variación genética suele no darse, por lo que es importante hacer estudios moleculares para encontrar marcadores que puedan estar asociados a ambas características.

Pinares (2017), en su estudio nos indica que la correlación entre el diámetro de fibra medido por microscopio de proyección y por OFDA fue de 0.86; y la correlación entre el porcentaje de fibras meduladas continuas medida por microscopio de proyección y el porcentaje de fibra medulada medida por OFDA fue de 0.79, obteniendo resultados positivos.



V. CONCLUSIONES

- PRIMERA:** La heredabilidad a la resistencia a nematodos gastrointestinales en alpacas Huacaya del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, del Anexo experimental Quimsachata fue de 0.15 el cual es considerado heredabilidad baja.
- SEGUNDA:** La heredabilidad al diámetro de fibra en alpacas del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, del Anexo experimental Quimsachata fue de 0.42 el cual es considerado como heredabilidad moderada.
- TERCERA:** La correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, Anexo experimental Quimsachata es de 0,09 el cual es considerado estadísticamente no significativa, esto nos indica que no hay correlación.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar más estudios sobre la estimación de la heredabilidad para la resistencia a nematodos gastrointestinales en alpacas Huacaya y Suri.

SEGUNDA: Tomar en cuenta otras alternativas para el control de parásitos, como la reproducción para la resistencia a nematodos gastrointestinales y otros tipos de parásitos, integrándolos en una estrategia de manejo a largo plazo contra las infestaciones parasitarias.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, H., Gutiérrez, G., & Wurzinger, M. (2019). Parámetros genéticos de caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de fibra en alpacas Huacaya en Puno, Perú. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*.
- Apaza, R. (2024). Correlación genética entre la resistencia a nematodos gastrointestinales y el diámetro de fibra en alpacas del fundo Mallkini. *Repositorio universidad nacional del altiplano*, http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/21864/Apaza_Quispe_Reyshel_Magy.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Arango, S. (2016). Variación del factor confort en vellones de alpaca Huacaya con relación al sexo y edad. *Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria La Molina*. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2646/L01-A7-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bianchi, V. G. (2011). Estimación de parámetros genéticos de la resistencia a nematodos en el período del parto y pos-destete en ovinos Merino del Uruguay. *repositorio de la Universidad Politecnica de Valencia*. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15900/TesinaMaster_VirginiaGoldberg.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Blaxter, M., De Ley, P., Garey, J., Liu, L., Scheldeman, P., Vierstraete, A., Thomas, W. (1998). A molecular evolutionary framework for the phylum Nematoda. *Nature*. doi:10.1038/32160
- Camacho, A. (2011). Estimación de parámetros genéticos para caracteres productivos en alpacas (*Vicugna pacos*), Perú 2011. *Repositorio institucional de la universidad politecnica de valencia*.
- Camareno, E. (2014). Prevalencia de *Eimeria sp.* en alpacas de dos comunidades del distrito de Macusani, provincia Carabaya - Puno. *Repositorio Institucional Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Obtenido de



https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4497/Camareno_ce.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castells, D. (2008). Evaluación de resistencia de genética de ovinos corridale a los nematodos gastrointestinales en Uruguay: Heredabilidad y Correlaciones Genéticas entre el recuento de huevos de nematodos y características productivas. *Revista de la Universidad de la Republica Uruguay*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2667/FV-28959.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chambilla, N. (2022). Variabilidad genética para la resistencia a nematodos gastrointestinales en alpacas del anexo Quimsachata- INIA. *Repositorio Universidad Nacional Del Altiplano*. Obtenido de https://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18851/Cruz_Chambilla_Nurya_Anais.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chavez, L. (2013). Doramectina en bovinos. *Agrovet Market Animal Health*. Obtenido de <https://www.agrovetmarket.com/investigacion-salud-animal/pdf-download/doramectina-en-bovinos>

Checalla, V. (2021). Heredabilidad del diámetro y medulación de fibra en alpacas (*Vicugna pacos L.*) blancas Suri - Anexo Quimsachata, INIA Illpa – Puno. *Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Altiplano*. Obtenido de https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/15586/Checalla_Mamani_Vilk_Modesto.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Contreras, N., Chávez , A., Pinedo, R., Leyva, V., & Suárez, F. (junio de 2014). Helmintiasis en alpacas (*Vicugna pacos*) de dos comunidades de Macusani-Puno, durante la época seca. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. doi:<https://doi.org/10.15381/rivep.v25i2.8499>

Cruz Pastora, W. (2018). Zoogenetica y mejoramiento animal. *Zoomejoramiento*, <http://repositorio.uraccan.edu.ni/577/1/Dossier%20Zoogenetica.pdf>.

Cruz, A. (2011). Estimación de parámetros genéticos para caracteres productivos en alpacas (*Vicugna pacos*), Perú. *Mejora Genética Animal y Biotecnología de la Reproducción*, 53. Obtenido de



https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15888/TesinaMaster_LeyfengAlanCruz.pdf?sequence=1

- Cruz, A., Cervantes, I., Burgos, A., Morante, R., & Gutiérrez, J. (2017). Genetic parameters estimation for preweaning traits & their relationship with reproductive, productive & morphological traits in alpaca. *Animal*.
- Cruz, A., Morante, R., Gutiérrez, J., Torres, R., Burgos, A., & Cervantes, I. (2019). Genetic parameters for medullated fiber and its relationship with other productive traits in alpacas. *Revista Animal*.
- Cuenca, P. (enero de 2012). Caracterización fenotípica y sistema de producción de las alpacas en la estación experimental Aña Moyocancha. *Escuela superior politécnica de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2147>
- De Los Ríos, E. (2006). Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área alto-andina de Bolivia, Ecuador y Perú. *Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial*.
- DRAP. (2019). Anuario estadístico agropecuario. *Dirección Regional Agraria Puno*. Obtenido de https://www.agropuno.gob.pe/files/estadistica/Documentos/Documentos_DRA_DIA.pdf
- Flores, V., Rodríguez, F., Canaza, A., Quispe, E., & Málaga, J. (2022). Estimación de densidad de fibra en alpacas del centro de desarrollo alpaquero Tocra del departamento de Arequipa. *Revista Universidad Nacional del Altiplano*. doi:<https://doi.org/10.26788/ri.v11i2.3635>
- Gallegos, R. (2012). Tecnología de lanas y fibras. Puno: *Universidad Nacional del Altiplano*. doi:978-612-4168-77-2
- González, R., Torres, G., López, M., & Mendoza, P. (2012). Resistencia antihelmíntica de nematodos parásitos en ovinos. *Revista de Geografía Agrícola*(48-49), 63-74. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/757/75730739005.pdf>



- Gowane, G., Swarnkar, C., Misra, S., Kumar, R., Kumar, A., Singh, D., & Prince, L. (2020). Selecting sheep for *Haemonchus contortus* resistance and susceptibility: Flock dynamics and genetic architecture. *Research in Veterinary Science*, 116-126. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.06.006>
- Grigg, G., Beard, L., & Augee, M. (2004). The evolution of endothermy and its diversity in mammals and birds. *Physiological and Biochemical Zoology*.
- Guillén , A. (2019). Variación en el diámetro de fibra por efecto de la medulación en vellones finos de alpacas Huacayas de diferentes edades. *Repositorio Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10977/Guillen_pa.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Guillén, A., & Leyva, V. (2020). Variation in fibre diameter due to the effect of medullation in fine fleeces of Huacaya alpacas of three age groups. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 1-11. doi:10.2527/jas.2010-3746
- Gutiérrez, G., Gutiérrez, J., Huanca, T., & Wurzinger, M. (2018). *Challenges and opportunities of genetic improvement in alpacas and llamas in Perú*. New Zealand: Auckland.
- Gutiérrez, J., Varona, L., Pun, A., Morante, R., Burgos, A., Cervantes, I., & Pérez, M. (2011). Genetic parameters for growth of fiber diameter in alpacas. *Journal of Animal Science*. doi:10.2527/jas.2010-3746
- HORNIK. (2001). OFDA, descripción del producto. Obtenido de BSC Electronic: <https://www.hornik.cc/products.php>
- INIA. (2008). Plan operativo anual. *INIA - Illpa*.
- Kaps, M., & Lamberson, W. (2024). *Biostatistics for Animal Science*. *CABI Publishing*, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0388.2005.00495.x>.
- Kause, A. (2011). Genetic analysis of tolerance to infections using random regressions: a simulation study. *Genetics Research*. doi:<https://doi.org/10.1017/S0016672311000176>



- Leguía , G., & Casas, E. (1999). Enfermedades parasitarias y atlas parasitológico de camélidos sudamericanos. *Biblioteca de la Universidad Científica del Sur*, 190. Obtenido de <https://biblioteca.cientifica.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=10522>
- Lupton, C., McColl, A., & Stobart, R. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Science Direct*. Obtenido de <https://sanangelo.tamu.edu/files/2011/11/R155-Fiber-characteristics-of-the-Huacaya-alpaca.pdf>
- Mamani, G. (2022). Heredabilidad, correlaciones genéticas y fenotípicas de características de la fibra de alpacas Suri de un año de edad en el anexo Quimsachata del INIA – Puno. *Repositorio Universidad Nacional del Altiplano*. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12955/2227>
- McColl, A. (2004). Methods for measuring microns. *Alpacas Magazine*, 164-168.
- Mendoza, M. (2019). Localización de genes y marcadores de alpaca (*Vicugna pacos*) mediante la técnica de hibridación fluorescente In Situ (FISH). *Repositorio Universidad Nacional Agraria La Molina*. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4153>
- Merzenich Zapana, I. S. (2022). Variabilidad genética para la resistencia a coccidias en alpacas del Centro Experimental Quimsachata INIA. *Repositorio Uiversidad Nacional Del Altiplano Puno*, <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18660>.
- MIDAGRI. (2019). Potencial Productivo y Comercial de la Alpaca. *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*. Obtenido de https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/350/1/potencial_producto_comercial_de_la_alpaca.pdf
- MIDAGRI. (2022). MIDAGRI: El 87% de la población mundial de alpacas se encuentra en el Perú. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/636546-midagri-el-87-de-la-poblacion-mundial-de-alpacas-se-encuentra-en-el-peru>



- Morante, R., Burgos, A., & Gutiérrez, J. (2011). Producing alpaca fibre for the textile industry. *Wageningen Academic Publishers*.
- Moya, E., & Torres, J. (2008). Familias alpaqueras enfrentando al cambio climático. *Comisión Europea*. Obtenido de Comisión Europea: <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/MzQx.pdf>
- Mueller, J. (2010). Estrategías para el mejoramiento de camélidos sudamericanos. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Argentina*. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/camelidos_general/156-estategias.pdf
- Pinares, R. (2017). Parámetros genéticos para la medulación y el diámetro de fibra en alpacas (*Vicunga pacos*) Huacaya del Fundo Experimental Pacamarca. *Repositorios Latinoamericanos*.
- Puicón, V. (2017). Evaluación de resistencia natural a nematodos gastrointestinales en alpacas y ovinos en praderas de la Puna central del Perú. *Repositorio Universidad Nacional Agraria La Molina*. Obtenido de https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/187/3/2017_Puicon_Evaluacion-resistencia-natural.pdf
- Quiroz, H., Figueroa, J., Ibarra, F., & López, M. (2011). Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos (1ra ed.). Ciudad de México. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Roger-Ivan-Rodriguez-Vivas/publication/268445402_Rodriguez_Vivas_RI_Ojeda-Chi_MM_Perez_Cogollo_LC_RosadoAguilar_JA_2010_Epidemiologia_y_control_de_Rhipicephalus_Boophilus_microplus_en_Mexico_Capitulo_33_En_Epidemiolog
- Quispe, E., L., A., Flores, A., Guillén, H., & Ramos, Y. (2009). Bases para un programa de mejora en alpacas en la región altoandina de Huancavelica-Perú. *SCIELO*. Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v58n224/art8.pdf>
- Quispe, E., Poma, A., & Purroy, A. (2013). Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*. doi:https://doi.org/10.5209/rev_RCCV.2013.v7.n1.41413



- Quispe, E., Rodríguez, T., Iñiguez, L., & Mueller, J. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information*. doi:10.1017/S1014233909990277
- Quispe, J. (2018). Efectos biológicos y ambientales sobre las características de producción de carne y fibra de alpacas del CIP Quimsachata – INIA. *Red de Repositorios Latinoamericanos*. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3278282>
- Quispe, K. (2019). Relación entre el peso vivo y el grado de infección por nematodos gastrointestinales en alpacas del Centro Experimental La Raya. *Red de Repositorios Latinoamericanos*. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3278993>
- Rodriguez, R. (2015). Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria. *AMPAVE-CONASA*, 79-120.
- Rojas, M. (2004). *Nosoparasitos de los rumiantes domesticos peruanos* (2da. ed.). Lima, Perú: Majjosa.
- SAS. (2013). *User's Guide*. *Statistical Analysis System Institute*.
- Schallig, H. (mayo de 2000). Immunological responses of sheep to *Haemonchus contortus*. *National Library of Medicine - Parasitology*, 120, 63-67. doi:10.1017/s003118209900579x
- SENAMHI. (2021). *Climas del Perú: Mapa de Clasificación Climática*. Obtenido de Servicio Nacional de Metereología e Hidrología Perú: <https://www.gob.pe/institucion/senamhi/informes-publicaciones/2158106-climas-del-peru-mapa-de-clasificacion-climatica>
- Sonja, D. (2005). Quantitative trait loci for internal nematode resistance in sheep: a review. *National Library of Medicine*, 83-96. doi:10.1186/1297-9686-37-S1-S83
- Thompson, R. (2008). Estimation of quantitative genetic parameters. *Proceedings of the Royal Society. B: Biological Sciences*, <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.1417>.
- Traverso, C. (2007). Determinación de resistencia antihelmíntica frente a ivermectina de nematodos gastrointestinales en alpacas (*Vicugna pacos*) Puno - Perú. *Abanico*



Veterinario. Obtenido de
<https://biblat.unam.mx/hevila/Abanicoveterinario/2011/vol11/no2/1.pdf>

- Urquhart. (2015). Cuantificación de las diferencias en la resistencia a las infecciones por nematodos gastrointestinales en ovejas utilizando un parámetro sanguíneo multivariado. *Parasitología Veterinaria*.
- Vásquez, R., Gómez, O., & Quispe, E. (2015). Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya en la zona altoandina de Apurímac. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*.
- Villarroel. (1959). A study of alpaca fibers. *University of New South Wales Australia*, 246-279.
- Wakelin, D. (1992). Genetic variation in resistance to parasitic infection. *Experimental approaches and practical applications*.
- Waller, P. (2003). Global perspectives on nematode parasite control in ruminant livestock: the need to adopt alternatives to chemotherapy, with emphasis on biological control. *National Center for Biotechnology Information*. doi:10.1079/ahrr200350
- Wang, X., Wang, L., & Liu, X. (2003). The quality and processing performance of alpaca fibres. *Canberra, Australia: Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC)*.
- Wetten, M., Aasmundstad, T., Kjøglum, S., & Storset, A. (2007). Genetic analysis of resistance to infectious pancreatic necrosis in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.08.046>.
- Woolaston, R. (1996). Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites. *International Journal for Parasitology*, 26(8-9), 845-855. doi:[https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(96\)80054-3](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(96)80054-3)

ANEXOS

ANEXO 1 Procedimiento de muestreo y procesamiento

Figura 1

Reconocimiento de animales del grupo plantel e identificación de alpacas a muestrear



Figura 2

Materiales para la toma de muestra y marcado de alpaca



Figura 3

Toma de muestra de fibra y heces



Figura 4

Pesado y homogenización de muestra de heces

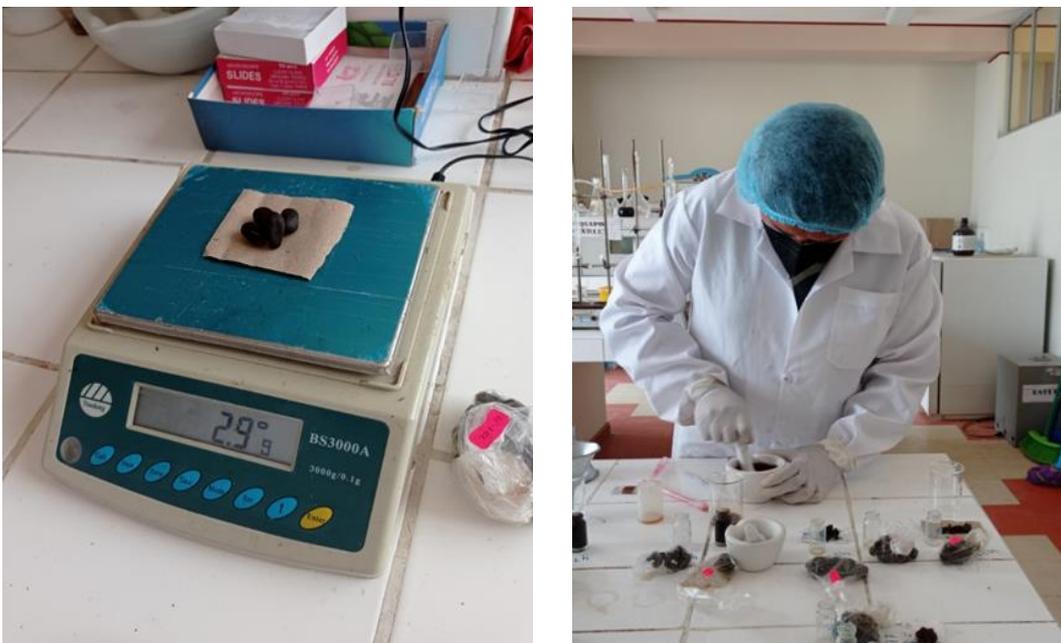


Figura 5

Viales con laminilla cubreobjetos para flotación y colección del homogenizado en cámara McMaster para su posterior evaluación en microscopio



Figura 6

Registro de observación en microscopio de muestra de heces



Figura 7

Muestras de fibra para ser analizadas en el equipo OFDA 2000



Figura 8

Extendido de fibra y colocación al equipo OFDA

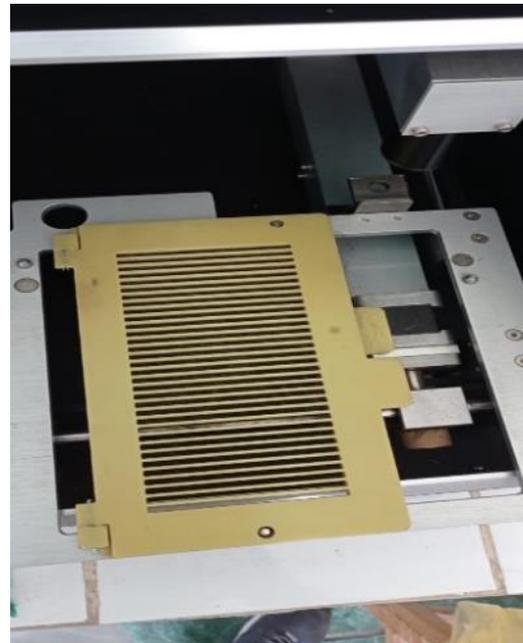


Figura 9

Programación y lectura de los resultados de fibra



Tag	Mic	CV	Len	CF	Cr	Profile Graph
41113 CA	21.3	19.6	130	96.6	51.8	
267214 CR	28.7	23.4	50	65.8	38.0	
272213 GR	23.0	20.8	75	92.8	46.9	
592413 CR	18.6	17.6	60	99.4	70.2	
5114 GR	26.8	24.0	85	75.8	28.2	
137113 CA	18.8	22.8	50	97.7	54.1	
234214 BL	20.1	24.1	55	95.3	55.9	



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 Brayan Digman Arigaca Lima
identificado con DNI 73647175 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 NEMATÓDOS
GASTROINTESTINALES Y EL DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS
(Vicugna pacos) DEL ANEXO QUIMSACHATA - INIA "

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 21 de Mayo 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 Brayan Digman Arizaca Lima,
identificado con DNI 73647175 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 NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES Y EL DIÁMETRO DE
FIBRA EN ALPACAS (Vicugna pacos) DEL ANEXO QUIMSACHATA-TMA"

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 21 de Mayo del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella