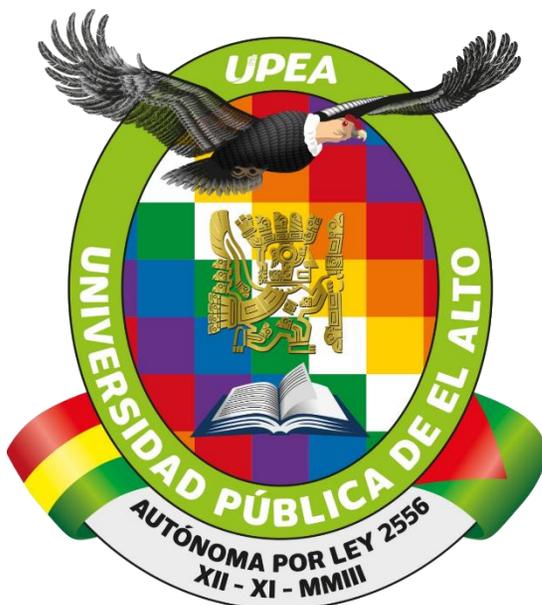


**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA
DE LLAMA T'AMPHULLI (*Lama glama*) SEGÚN SEXO Y
CATEGORÍA DENTARIA EN EL MUNICIPIO DE TURCO - ORURO**

Por:

Priscila Quispe Silva

EL ALTO – BOLIVIA

mayo, 2025

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE LLAMA
T'AMPHULLI (*Lama glama*) SEGÚN SEXO Y CATEGORÍA DENTARIA EN EL
MUNICIPIO DE TURCO - ORURO**

*Tesis de Grado presentado
como requisito para optar el Título de
Ingeniera Agrónoma*

Priscila Quispe Silva

Asesores:

Ing. Nora Francisca Quispe Quispe

M. Sc. Lic. Ing. Juan José Vicente Rojas

Tribunal Revisor:

Ph. D. Lic. Ing. Pedro Angel Delgado Callisaya

Ph. D. M. Sc. Lic. Ing. Francisco Flores Lopes

Lic. Ing. Cesar Humberto Quispe Paxipati

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA:

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida y permitirme alcanzar este momento tan significativo en mi formación profesional.

A mis amados padres, Alberto y Basilia, quienes me enseñaron que la mejor herencia es el esfuerzo por el estudio y la perseverancia para no rendirse. Gracias a su amor, paciencia y apoyo incondicional, me han acompañado a lo largo de este proceso.

A mis hermanos, cuyas oraciones, consejos y palabras de aliento me han ayudado a ser una mejor persona y siempre están a mi lado en la búsqueda de mis sueños y metas.

A todos mis compañeros y a quienes me han brindado su apoyo en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Pública de El Alto (U.P.E.A.), por brindarme la oportunidad de formarme en la carrera de Ingeniería Agronómica. Esta institución ha sido el pilar fundamental en mi desarrollo académico y personal, siempre llevaré conmigo los valores y conocimientos adquiridos durante mi formación.

A mis asesores, la Ing. Nora Francisca Quispe Quispe y el M. Sc. Lic. Ing. Juan José Vicente Rojas, les agradezco profundamente por su guía, apoyo y confianza en mí a lo largo de este proceso. Su dedicación y compromiso han sido esenciales para el desarrollo de esta tesis, y su experiencia ha enriquecido mi aprendizaje de manera invaluable.

A los miembros del tribunal, el Ph. D. Lic. Ing. Pedro Angel Delgado Callisaya, el Ph. D. M. Sc. Lic. Ing. Francisco Flores Lopes y el Lic. Ing. Cesar Humberto Quispe Paxipati, les agradezco por su tiempo, sus valiosas observaciones y su disposición para evaluar mi trabajo. Sus aportes han sido fundamentales para mejorar la calidad de esta investigación.

No puedo dejar de mencionar a mis docentes, amigos y compañeros, quienes han sido una fuente constante de motivación y apoyo. Cada uno de ustedes ha contribuido a hacer de esta experiencia algo memorable y enriquecedor. Gracias por compartir este camino y por los momentos vividos juntos.

Finalmente, agradezco a mi familia por su amor incondicional y su apoyo constante, que me han permitido llegar hasta aquí. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A todos, ¡muchas gracias!

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
ABREVIATURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii

ÍNDICE DE TEMAS

1	INTRODUCCIÓN.....	12
1.1	Antecedentes.....	13
1.2	Planteamiento del problema	14
1.3	Justificación	14
1.4	Objetivos.....	15
1.4.1	Objetivo general.....	15
1.4.2	Objetivos específicos	15
1.5	Hipótesis.....	15
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1.	Origen de la familia camelidae	18
2.1.1	Evolución y diversidad	15
2.2.	La llama	18
2.3.	Origen.....	18
2.4.	Ancestros y domesticación	18
2.5.	Población de llamas en bolivia	18

2.6.	Factores que afectan la población de llamas en Bolivia	18
2.6.1.	Ubicación geográfica de las llamas en Bolivia.....	21
2.6.2.	Factores clave de la ubicación geográfica	22
2.6.3.	Características del hábitat de las llamas	22
2.6.4.	La domesticación de la llama.....	22
2.6.5.	Distribución geográfica inicial y expansión	22
2.6.6.	Importancia cvltural.....	22
2.7.	Adaptación a ambientes extremos	23
2.8.	Tipos de llamas.....	23
2.8.1.	T'hamphulli.....	24
2.8.2.	Características físicas de la llama T'amphulli	27
2.9.	Usos de la llama T'amphulli	23
2.9.1.	Problemas y desafíos en la cría de llamas T'amphulli	23
2.9.2.	Llama Q'ara	23
2.8.2.	Características físicas de la llama T'amphulli	27
2.10.	Llama intermedia.....	23
2.11.	Fibra de llama	23
2.12.	Características generales de la fibra de llama	23
2.12.1.	Composición química de la fibra	24
2.12.2.	Estructura de la fibra	24
2.12.3.	Propiedades extensivas e intensivas.....	24
2.12.4.	Importancia del análisis de la estructura de la fibra de llamas	30
2.12.5.	Importancia del muestreo de la fibra de llama	30
2.12.6.	Esquila y recolección de la fibra	30
2.12.7.	Costillar medio	31
2.13.	Diámetro de fibra	23

2.14.	Factor confort	23
2.15.	Longitud de mecha	23
2.16.	Coeficiente de variación	23
2.17.	Índice de curvatura	23
2.18.	Factores que influyen en la calidad de fibra.....	23
2.18.1.	Factor sexo	24
2.18.2.	Factor edad.....	24
2.18.3.	Factor alimentación	24
2.19.	OFDA 2000 Equipo para determinar las características de la fibra.....	23
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1.	Ubicación geográfica	39
3.2.	Latitud y longitud.....	39
3.3.	Límites territoriales.....	39
3.4.	Características ecológicas	40
3.4.1.	Clima.....	40
3.4.2.	Topografía.....	40
3.4.3.	Flora.....	41
3.4.4.	Fauna.....	41
3.5.	Lugar de análisis de fibra.....	41
3.6.	Materiales	42
3.6.1.	Material biológico	42
3.6.2.	Material de laboratorio.....	42
3.6.3.	Material de gabinete.....	43
3.6.4.	Material de campo.....	43
3.6.5.	Material de laboratorio.....	44

3.7.	Metodología	44
3.8.	Tipo de muestreo	44
3.8.1.	Desarrollo del ensayo.....	45
3.8.2.	Identificación de llamas según sexo y categoría.....	45
3.8.3.	Identificación del lugar para la toma de muestra	45
3.8.4.	Toma de muestra de fibra	45
3.8.5.	Etiquetado de muestras.....	45
3.9.	Envío de muestra	46
3.9.1.	Análisis de la fibra en laboratorio.....	46
3.10.	Diseño experimental	47
3.10.1.	Factores de estudio.....	47
3.10.2.	Variables de respuesta.....	48
3.10.2.1.	Diámetro de la fibra (μm).....	48
3.10.2.2.	Factor Confort (%).....	48
3.10.2.3.	Longitud de mecha (cm).....	48
3.10.2.4.	Coefficiente de variación (%)	48
3.10.2.5.	Índice de curvatura ($^{\circ}/\text{mm}$)	48
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
4.1.	Evaluación del diámetro de la fibra según sexo y categoría dentaria	49
4.2.	Determinación del factor confort (%) y la longitud de mecha (cm) de la fibra según sexo y categoría dentaria	53
4.2.3.1.	Determinación de la longitud de mecha (cm) de fibra según sexo y categoría dentaria.....	57
4.3.	Determinación del coeficiente de variación (%) e índice de curvatura ($^{\circ}/\text{mm}$) de fibra según sexo y categoría dentaria	59
4.3.2.1.	Determinación del índice de Curvatura de fibra ($^{\circ}/\text{mm}$) según sexo y categoría dentaria	62
5.	CONCLUSIONES.....	66

6.	RECOMENDACIONES.....	67
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	68
7.1	WEB GRAFIA.....	77
8.	ANEXOS	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Clasificación taxonómica de la llama	17
Cuadro 2.	Porcentaje de población de llamas	18
Cuadro 3.	Partes para la toma de muestra	33
Cuadro 4.	Características del OFDA 2000.....	39
Cuadro 5.	Análisis de varianza del diámetro de fibra (μm).....	52
cuadro 6.	Análisis de varianza para el factor confort (%) de la fibra.....	56
cuadro 7.	Análisis de la varianza para longitud de mecha (cm) de la fibra.....	60
cuadro 8.	Análisis de la varianza para el coeficiente de Variación (%) de la fibra.....	62
cuadro 9.	Análisis de la varianza para el índice de curvatura ($^{\circ}/\text{mm}$) de la fibra.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Origen de la familia camelidae.....	18
Figura 2.	Estructura de la fibra.....	30
Figura 3.	Interacción entre el tejido.....	34
Figura 4.	Fórmula del coeficiente de variación.....	36
Figura 5.	Índice de curvatura de la fibra.....	37
Figura 6.	OFDA 2000.....	40
Figura 7.	Departamento de Oruro municipio de Turco.....	41
Figura 8.	Lugar de análisis de laboratorio.....	44
Figura 9.	Diámetro de fibra (μm) por efecto categoría dentaria.....	53
Figura 10.	Diámetro de fibra (μm) por factor sexo.....	54
Figura 11.	Prueba de Duncan efecto categoría dentaria del factor confort (%) de la fibra.....	57
Figura 12.	Prueba de Duncan efecto sexo del factor confort (%) de la fibra.....	58
Figura 13.	Prueba de Duncan efecto categoría dentaria del coeficiente de variación (%) de la fibra.....	63
Figura 14.	Prueba Duncan efecto categoría dentaria del índice de curvatura ($^{\circ}/\text{mm}$) de la fibra.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Municipio de Turco-Oruro.....	83
Anexo 2.	Reconocimiento del lugar y las zonas	83
Anexo 3.	Identificación de llamas para la recolección de muestras en las diferentes zonas.....	84
Anexo 4.	Selección de categorías dentarias según sexo de llamas	84
Anexo 5.	Selección de Categorías dentarias (edades) llama	85
Anexo 6.	Identificación del costillar medio.....	86
Anexo 7.	Tijera de esquila.....	87
Anexo 8.	Toma de muestra de fibra	87
Anexo 9.	Selección de muestras	85
Anexo 10.	Rotulado de muestras de fibra	85
Anexo 11.	Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de la Estación Experimental Quimsachata distrito de Santa Lucía, provincia de Lampa, Región Puno	86
Anexo 12.	Calibración del equipo OFDA para la lectura de datos	86
Anexo 13.	Preparación de muestra por categoría y sexo	90
Anexo 14.	Uso del ventilador invertido	90
Anexo 15.	Lectura del equipo OFDA 2000	91
Anexo 16.	Constancia de prácticas realizadas en la estación experimental Agraria ILLPA-PUNO INIA.....	92
Anexo 17.	Constancia de haber realizado el análisis de las características textiles de 80 muestras de fibra de llama T'amphulli.....	93
Anexo 18.	Ficha de muestreo de los datos obtenidos de la lectura del equipo OFDA.....	94

ABREVIATURAS

INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria
CIP	Centro de Investigación productivo
PNIC	Programa de Investigación Nacional en Camélidos
OFDA	Análisis Óptico de Diámetro de Fibra
DF	Diámetro de la Fibra
CVDF	Coefficiente de Variación para el Diámetro de Fibra
FC	Factor de Confort
IC	Índice de Curvatura
SL	Longitud de Mecha
°C	Grado Celsius
ANVA	Análisis de Varianza
µm	Micras
CV	Coefficiente de Variación
%	Porcentaje
FP	Factor de Picazón
°mm	Grados sobre Milímetros
mm	Milímetros
msnm	Metros Sobre el Nivel del Mar

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar las características físicas de la fibra de la llama T'amphulli en relación con el sexo y la categoría dentaria en el municipio de Turco. Se midieron el diámetro de fibra, factor confort, longitud de mecha, coeficiente de variación e índice de curvatura para evaluar su efecto en la calidad del vellón. Se empleó un diseño completamente al azar con un arreglo bifactorial que consideró dos factores: sexo (machos y hembras) y categoría dentaria (DL, 2D, 4D y BLL). Las muestras se recolectaron del costillar medio y se analizaron en laboratorio de INIA, con el OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analyzer).

Las llamas jóvenes de las categorías DL (20,15 μm) y 2D (21,88 μm) mostraron el diámetro promedio de fibra más bajo, mientras que las llamas de la categoría BLL alcanzaron el más alto con 27,73 μm . Entre sexos, las hembras (22,76 μm) presentaron fibras más finas que los machos (24,05 μm). La categoría DL tuvo mayor confort (96,64%), indicando la presencia de fibras más suaves, mientras que las llamas BLL presentaron el factor confort más bajo (71,72%). Las hembras (85,72%) mostraron un factor de confort mejor que los machos (89,63%). No se encontraron diferencias significativas en la longitud de mecha, lo que sugiere que ni el sexo ni la categoría dentaria determinan este aspecto en las llamas T'amphullis. En contraste, el coeficiente de variación mostró diferencias por categoría dentaria, con las llamas BLL (23,42%) exhibiendo mayor heterogeneidad. Por otro lado, el índice de curvatura, relacionado con el rizado de la fibra, disminuyó con la edad, las llamas jóvenes DL registraron un índice alto (48,91 $^{\circ}/\text{mm}$) y los de BLL el más bajo (35,76 $^{\circ}/\text{mm}$), sin diferencias significativas entre sexos.

En conclusión, se encontró que tanto las hembras como las llamas jóvenes tienen fibras más finas y confortables, los hallazgos servirán como base para desarrollar estrategias de manejo reproductivo dirigidas a mejorar la calidad textil del vellón.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the physical characteristics of T'amphulli llama fibers in relation to sex and dental category in the municipality of Turco. Fiber diameter, comfort factor, wick length, coefficient of variation, and curvature index were measured to evaluate their effect on fleece quality. A completely randomized design with a two-factor arrangement was used, considering two factors: sex (males and females) and dental category (DL, 2D, 4D, and BLL). Samples were collected from the middle rib cage and analyzed in the INIA laboratory using the OFDA 2000 (Optical Fiber Diameter Analyzer).

Young llamas in categories DL (20.15 μm) and 2D (21.88 μm) showed the lowest average fiber diameter, while llamas in category BLL had the highest, at 27.73 μm . Between sexes, females (22.76 μm) had finer fibers than males (24.05 μm). The DL category had the greatest comfort factor (96.64%), indicating the presence of softer fibers, while BLL llamas had the lowest comfort factor (71.72%). Females (85.72%) showed a better comfort factor than males (89.63%). No significant differences were found in wick length, suggesting that neither sex nor dental category determines this aspect in T'amphullis llamas. In contrast, the coefficient of variation showed differences by dental category, with BLL llamas (23.42%) exhibiting greater heterogeneity. On the other hand, the curl index, related to fiber curl, decreased with age. Young DL llamas recorded a high index (48.91 $\text{°}/\text{mm}$) and BLL llamas the lowest (35.76 $\text{°}/\text{mm}$), with no significant differences between sexes.

In conclusion, both female and young llamas were found to have finer, more comfortable fibers. These findings will serve as a basis for developing reproductive management strategies aimed at improving the textile quality of fleece.

1 INTRODUCCIÓN

En Bolivia, la población de llamas alcanza aproximadamente 2,737,092 individuos, concentrándose el 95% de esta población en los departamentos de Oruro, Potosí y La Paz. De esta población, el 11.9% corresponde al tipo T'amphulli (Poma, 2018). Reconocida por la finura y calidad de su fibra, que tiene un valor significativo en la economía local y cultural de las comunidades altoandinas. A nivel mundial, Perú es el segundo mayor productor de llamas, con una proporción significativa de ejemplares T'amphulli, destacándose especialmente en la región de Puno (INE, 2017).

La llama (*Lama glama*) representa una de las especies domesticadas más relevantes del altiplano andino, tanto por su valor cultural e histórico, como por su contribución económica a las comunidades de altura, y que proporciona carne, fibra y se utiliza como animal de carga (Flores *et al.*, 2018). Donde el tipo T'amphulli se distingue por su pelaje largo y lanoso, lo cual la convierte en una fuente importante de fibra para la industria textil artesanal y semi industrial.

La fibra de camélidos sudamericanos, particularmente la de la llama (*Lama glama*), representa un recurso natural de gran importancia económica, social y cultural en las regiones altoandinas de Sudamérica, incluyendo Bolivia (Navarro, 2011). Esta fibra, apreciada por sus propiedades únicas como su finura, suavidad, resistencia y capacidad de aislamiento térmico, es utilizada en la producción de textiles de alta calidad, generando ingresos para las comunidades locales y preservando técnicas ancestrales de hilado y tejido (Johnson, 2015).

La heterogeneidad en las propiedades físicas de la fibra de llama responde a una interacción compleja entre factores genéticos, ambientales y de manejo, no constituye un fenómeno uniforme (McGregor, 2007). Entre los factores biológicos como el sexo y la edad del animal, su categoría dentaria, han sido reconocidas en otras especies como determinantes importantes, la longitud, el diámetro y el rendimiento de la fibra (Wildeus, 1997). No obstante, la información específica sobre el impacto de estas variables en la fibra de la llama T'amphulli es bajo las condiciones del altiplano Orureño.

En el municipio de Turco, ubicado en el departamento de Oruro, la crianza de llamas constituye una actividad económica tradicional de gran relevancia para sus habitantes. Sin embargo, en el caso específico de la llama T'amphulli, la información técnica es aún

limitada, el conocimiento detallado sobre las características físicas de la fibra producida cómo estas varían según el sexo y la categoría dentaria. Comprender estas variaciones resulta fundamental para implementar estrategias de selección y manejo que permitan optimizar la producción de fibra de alta calidad, contribuyendo al desarrollo sostenible de la actividad en la zona.

1.1 Antecedentes

La fibra de llama T'amphulli ha sido valorada por su calidad desde tiempos prehispánicos. Los incas la utilizaban para crear textiles finos y resistentes, así como prendas de vestir y objetos decorativos (Pina y Aliaga, 2017). Esta tradición textil perdura en las comunidades productoras actuales, que siguen produciendo artesanías de gran valor cultural y comercial.

En las últimas décadas, se han realizado diversas investigaciones que han ampliado el conocimiento sobre las características físicas de la fibra de llama T'amphulli. Estos estudios han revelado que la fibra posee una finura excepcional, con un diámetro promedio que oscila entre 12 y 25 micras (Baltazar *et al.*, 2019).

Además, la fibra de T'amphulli se destaca por su suavidad, resistencia y capacidad aislante (Ahumada *et al.*, 2016). Estas cualidades la convierten en una materia prima ideal para la fabricación de textiles de alta calidad, incluidos prendas de vestir, accesorios y elementos decorativos (Alba *et al.*, 2018).

Se ha investigado también cómo el sexo y la edad influyen en las características de la fibra de llama T'amphulli. En general, se ha observado que las hembras tienden a producir fibra más fina, suave y con mayor rizado, mientras que los machos suelen tener fibra más larga y resistente (Ahumada *et al.*, 2016).

La edad del animal es otro factor importante que afecta la calidad de la fibra. Los animales jóvenes suelen tener fibra más fina y delicada, mientras que los ejemplares seniles pueden presentar fibra más gruesa y con menor rizado (León *et al.*, 2020).

La investigación sobre las características físicas de la fibra de llama T'amphulli es esencial para mejorar su producción y comercialización. Al comprender las variaciones en la calidad de la fibra en función del sexo y la edad de los animales, los productores pueden implementar estrategias de manejo y selección más eficaces.

Además, el conocimiento sobre las propiedades de la fibra permite a artesanos y productores textiles, desarrollar productos de mayor calidad y valor comercial, facilitando el acceso a nuevos mercados y generando mayores ingresos para las comunidades locales.

1.2 Planteamiento del problema

A pesar de la relevancia económica y cultural de la fibra de llama T'amphulli, hay un conocimiento limitado sobre sus características físicas específicas en el municipio de Turco, Oruro. Esta información es crucial para mejorar la producción y comercialización de la fibra, maximizando su valor y beneficiando a las comunidades locales (Quispe *et al.*, 2013). Por lo tanto, el problema central de esta investigación radica en la falta de información precisa y contextualizada sobre las diferencias en la calidad de la fibra de llama T'amphulli según el sexo y la categoría dentaria en el municipio de Turco, Oruro. Esta falta de conocimiento dificulta la implementación de estrategias de manejo adecuadas que permitan mejorar la calidad de la fibra, optimizar su comercialización y contribuir al fortalecimiento de la economía de las familias productoras de llamas en la región.

Quispe *et al.*, (2009), la crianza de camélidos sudamericanos domésticos (alpacas y llamas) constituyen el principal medio de subsistencia para más de un millón de pequeños productores de los andes centrales de Sudamérica, quienes en su mayoría son de escasos recursos económicos. Los productores comercializan la fibra de alpaca y llama, en cuyo mercado el precio está en función de su cantidad (peso de vellón) y su calidad (finura de fibra) (Quispe *et al.*, 2013). Es decir, sus ingresos económicos están en función del peso de vellón y diámetro de fibra, mencionado por Paucar y Sedano (2014).

1.3 Justificación

En el municipio de Turco - Oruro, la llama T'amphulli (*Lama glama*) es criada principalmente por su doble propósito, producción de carne y, sobre todo, de fibra, esta última con alto potencial de valorización en mercados diferenciados por su creciente demanda como materia prima textil sostenible. La calidad de esta fibra determinada por características como el diámetro, factor confort, la longitud, coeficiente de variación e índice de curvatura, la finura y el rendimiento es clave para su competitividad.

Esta investigación permitirá generar una base técnica específica para proponer estrategias de selección y manejo orientadas a la mejora del sistema productivo de fibra de llama. A partir de los resultados, se podrán diseñar criterios de selección genética, planes comunitarios de mejoramiento animal, y protocolos de manejo diferenciados, así como sustentar la aplicación de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento eficiente de la fibra. Finalmente, los resultados serán útiles para instituciones, ONGs y programas de desarrollo rural que promuevan la revalorización del sector camélido, fortaleciendo capacidades locales, impulsando al desarrollo de cadenas de valor, promoviendo un enfoque de desarrollo rural inclusivo y adaptado a las condiciones del altiplano orureño.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar las características físicas de la fibra de llama T'amphulli (*Lama glama*) según sexo y categoría dentaria en el municipio de Turco – Oruro.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el diámetro de la fibra de llamas T'amphulli según sexo y categoría dentaria en el municipio de Turco.
- Determinar el factor confort y longitud de mecha en llamas T'amphulli según sexo y categoría dentaria en el municipio de Turco.
- Determinar el coeficiente de variación e índice de curvatura en llamas T'amphulli según sexo y categoría dentaria en el municipio de Turco.

1.5 Hipótesis

- **Ho:** No existe diferencias significativas entre las características físicas de la fibra de llama T'amphulli (*Lama glama*) según sexo y categoría dentaria en el municipio de Turco - Oruro.
- **Ha:** Existen diferencias significativas entre las características físicas de la fibra de llama T'amphulli (*Lama glama*) según sexo y categoría dentaria en el municipio de Turco - Oruro.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen de la familia camelidae

La familia Camelidae, que engloba a los camélidos del viejo y el nuevo mundo (tribus Camelini y Lamini), se originaron en América del Norte durante el periodo geológico, aproximadamente 40 a 50 millones de años atrás. Hace unos 3 millones de años, la tribu Camelini migra al Asia y los Lamini hacia América del Sur, los representantes más antiguos de la tribu Lamini son los fósiles del género *Pliauchenia* encontrados en los llanos de América del Norte y con una antigüedad de 9 a 11 millones de años (Wheeler, 1991).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la llama

TAXONÓMICA	
Clase	Mamíferos
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodáctyla
Suborden	Tilópoda
Familia	Camelidae o (camélido)
Tribu	Lamini
Genero	Lama
Especie	<i>Lama glama</i>
Razas	T'amphulli (Lanuda)
	Q'ara (Pelada)

Fuente: Wheeler, (1991), SISIB, (2004) mencionado por Contreras (2019).

2.1.1. Evolución y diversidad

Existen varias teorías acerca de la evolución de los tipos de llamas. Algunos estudios sugieren que, debido a la selección natural y artificial durante siglos, han aparecido diferentes variedades de llamas, adaptadas a las condiciones particulares de cada región andina. Algunas razas de llamas han sido desarrolladas con un enfoque en la fibra, mientras que otras se han especializado más en carne o transporte (Wheeler, 2018).

2.2. La llama

2.3. Origen

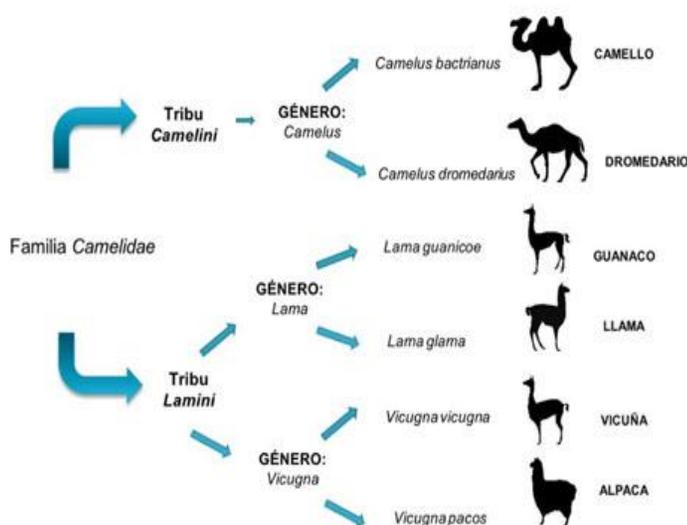
Según Reichert (2005), el origen de la llama (*Lama glama*) se encuentra en la región de los Andes, específicamente en lo que hoy comprenden Bolivia, Perú, Chile y Argentina, en las zonas de alta montaña y altiplano. La llama es uno de los camélidos sudamericanos domesticados, que tiene una estrecha relación con otras especies como la alpaca, el guanaco y la vicuña, todas ellas descendientes de un ancestro común.

2.4. Ancestros y domesticación

El origen de la llama se remonta a los camélidos salvajes de la región andina. Los guanacos (*Lama guanicoe*), que habitan en áreas de Argentina y Chile, son considerados los principales antecesores de las llamas domesticadas. A partir de aproximadamente 6,000 a 5,000 años antes de Cristo, las poblaciones indígenas de los Andes comenzaron a domesticar al guanaco, lo que dio lugar a la creación de la llama (Sánchez, 2010).

Las primeras evidencias de domesticación de la llama se encuentran en los restos arqueológicos en la región del Altiplano Andino, especialmente en el territorio de los actuales Perú y Bolivia, que fueron importantes centros de civilizaciones preincaicas como los Tiwanaku e Incas (Ramos, 2010).

Figura 1. Origen de la familia camelidae



Fuente: Wheeler (1995) mencionado por Meza (2018).

2.5. Población de llamas en Bolivia

La población de llamas en Bolivia se encuentra principalmente en el Altiplano Andino, una región montañosa que abarca altitudes entre 3,000 y 6,000 metros sobre el nivel del mar (Baltazar *et al.*, 2019). Los departamentos con mayor presencia de llamas son los siguientes.

Cuadro 2. Porcentaje de población de llamas

Departamentos	Cantidad %
Oruro	64
Potosí	24
La Paz	8
Cochabamba	2
Chuquisaca	1

Fuente: INE (2019).

A lo largo del tiempo, la población de llamas en Bolivia ha mostrado variaciones. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), en 1997 se estimaba que había aproximadamente 2.3 millones de llamas, mientras que en 2019 esta cifra había disminuido a 1.8 millones, representando una reducción del 22% en 22 años, según INE (2019).

2.6. Factores que afectan la población de llamas en Bolivia

Según García (2018), la población de llamas en Bolivia se ve influenciada por una serie de factores sociales, económicos, ambientales y genéticos. A continuación, se presentan algunos de los principales factores que afectan la población de llamas en el país, varios han contribuido a la disminución de la población:

Factores climáticos y geográficos

Bolivia, al tener una gran parte de su territorio en las regiones de altiplano andino, ofrece condiciones ideales para la cría de llamas. Las llamas están adaptadas a vivir en altitudes elevadas (entre 3,500 y 4,500 metros sobre el nivel del mar) y en climas fríos y secos. Sin embargo, factores climáticos extremos como las sequías prolongadas o el cambio climático pueden afectar la disponibilidad de pastos y la salud de las llamas, lo que influye en su población.

- **Sequías y variabilidad climática:** Las alteraciones en los patrones de lluvia y la escasez de recursos forrajeros afectan la nutrición de las llamas, lo que puede llevar a una menor tasa de reproducción y un aumento en la mortalidad.
- **Cambio climático:** Las temperaturas extremas y los fenómenos climáticos impredecibles (como heladas y lluvias intensas) pueden afectar la salud y la productividad de los camélidos (García y Mamani, 2018).

Factores económicos

La cría de llamas es una actividad fundamental para las comunidades rurales en Bolivia, donde las llamas no solo proporcionan fibra, sino también carne, leche y servicios de carga. Sin embargo, las fluctuaciones económicas pueden afectar la demanda y los precios de los productos derivados de las llamas, lo que influye directamente en el número de criadores en la población de llamas (Salazar, 2017).

- **Mercados de fibra y productos derivados:** La demanda de productos como la fibra de llama en mercados internacionales y locales puede afectar la cría de llamas. Si los precios bajan o la demanda disminuye, los criadores pueden reducir el número de animales.
- **Subsidios y apoyo gubernamental:** Los programas de apoyo a la ganadería (como subsidios o asistencia técnica) pueden incentivar o desincentivar la cría de llamas dependiendo de su implementación. Sin embargo, las políticas públicas insuficientes o la falta de incentivos pueden afectar negativamente la cría en algunas regiones (Salazar y Flores, 2017).

Factores genéticos y salud animal

Según Torres (2019), la calidad genética de las llamas y su resistencia a enfermedades juegan un papel crucial en la sostenibilidad de la población. Las prácticas de cría selectiva y el manejo de la salud animal son esenciales para garantizar una población sana y productiva.

- **Mejora genética:** La selección de camélidos con mejores características de fibra, mejora la rentabilidad para los criadores y fomenta una mayor población. Por otro lado, la falta de programas de mejora genética puede limitar el crecimiento y la calidad de la población.

- **Enfermedades y plagas:** Las enfermedades que afectan a los camélidos, como la parasitosis o las infecciones respiratorias, pueden reducir la población de llamas si no se manejan adecuadamente. La falta de acceso a servicios veterinarios y la escasa prevención de enfermedades contribuyen a la mortalidad (Torres y Vásquez, 2019).

Factores socioculturales

En las comunidades rurales de Bolivia, la cría de llamas está vinculada a la cultura y a las prácticas ancestrales. Sin embargo, los cambios en las costumbres y la migración hacia áreas urbanas pueden afectar la cría de estos animales (Cruz, 2016).

- **Cambio de estilo de vida:** Las nuevas generaciones pueden migrar a las ciudades en busca de mejores oportunidades laborales, lo que reduce la cantidad de personas interesados en continuar con las tradiciones de cría de llamas.
- **Valores culturales y uso tradicional:** Las llamas tienen un valor cultural significativo en Bolivia, no solo como animales productivos, sino también en rituales y festividades. Este valor cultural puede contribuir a la conservación de las poblaciones de llamas (Ochoa y Cruz, 2016).

Factores ambientales y uso del suelo

El uso del suelo y la disponibilidad de pastizales son determinantes para la cría de llamas. La expansión de la agricultura y la deforestación afectan los hábitats naturales de las llamas y su acceso a recursos forrajeros (Chambi, 2018).

- **Uso del suelo:** La conversión de áreas de pastoreo en tierras agrícolas puede reducir los espacios disponibles para las llamas. La expansión de cultivos como la papa o el maíz puede competir con el pastoreo de llamas.
- **Degradación del suelo:** La sobre explotación de los pastizales puede llevar a la degradación del suelo, lo que reduce la disponibilidad de pasto para las llamas y afecta su crecimiento y reproducción (Chambi y Ríos, 2018).

2.6.1. Ubicación geográfica de las llamas en Bolivia

Altiplano Andino:

Región: El Altiplano se extiende por los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, y Chuquisaca. Estas áreas se encuentran a altitudes de entre 3,500 y 4,500 metros sobre el nivel del mar, lo que ofrece un clima frío y seco, ideal para la adaptación de las llamas.

Las llamas son predominantemente criadas en zonas rurales de las regiones mencionadas, para la producción de fibra, que es un recurso valioso para la industria textil como animales de carga en caminos de montaña (Baltazar *et al.*, 2019).

Departamento de La Paz:

Este departamento es uno de los más relevantes para la cría de llamas en Bolivia, especialmente en regiones cercanas a la ciudad de La Paz y en áreas más alejadas del Altiplano Norte. La población de llamas se encuentra en comunidades rurales de zonas como El Alto, Omasuyos y Los Andes (Vásquez, 2019).

Departamento de Oruro:

En Oruro, la cría de llamas se encuentra en zonas como La Cumbre, Pampa Aullagas, y Corque, donde las condiciones son favorables para la crianza de llamas, que se utilizan principalmente para fibra.

Departamento de Potosí:

En Potosí, las llamas son importantes para las comunidades rurales ubicadas en los valles y mesetas de los altiplanos de la región sur del país. Potosí es conocido por su gran población, especialmente en áreas cercanas a las provincias de Tupiza y Cotagaita.

Departamento de Chuquisaca:

Las llamas también son comunes en el departamento de Chuquisaca, en las provincias de la región sur, Azurduy y Yamparáez. La producción de fibra es relevante en estas zonas, las llamas también son utilizadas como un medio de transporte (INE, 2020).

2.6.2. Factores clave de la ubicación geográfica

- **Altitud:** Las llamas se adaptan muy bien a altitudes elevadas (entre 3,500 y 4,500 metros sobre el nivel del mar), que son comunes en el Altiplano Andino de Bolivia.
- **Clima frío y seco:** Este clima es adecuado para la cría de llamas debido a su capacidad para sobrevivir en condiciones extremas.

Uso tradicional: En estas regiones, las llamas no solo son utilizadas para la producción de fibra, sino también como animales de carga en terrenos accidentados y para el transporte de mercancías en áreas rurales (INE, 2020).

2.6.3. Características del hábitat de las llamas

El hábitat natural de las llamas se caracteriza por:

- **Altitud Elevada:** Se encuentran en montañas entre 3,000 y 6,000 metros sobre el nivel del mar (Baltazar *et al.*, 2019).
- **Clima Frío:** Están adaptadas a climas fríos, con temperaturas promedio que oscilan entre 0°C y 10°C (Pina y Aliaga, 2017).
- **Precipitación Escasa:** Su hábitat presenta precipitaciones anuales de entre 200 y 500 mm (Pina y Aliaga, 2017).
- **Vegetación Variada:** Incluye pastos, hierbas, arbustos y algunas especies de árboles adaptados a la altura (Pina y Aliaga, 2017).

2.6.4. La domesticación de la llama

Según Yacobaccio y Vilá (2013), se cree que la domesticación de la llama comenzó como animal de carga, especialmente en las zonas de difícil acceso de los Andes. Las llamas eran utilizadas por las antiguas civilizaciones andinas para transportar mercancías a través de las empinadas montañas y valles. Además de ser animales de carga, las llamas también proporcionaban fibra, carne y pellejo.

La fibra de las llamas produce una lana de buena calidad que se ha utilizado históricamente en la fabricación de tejidos y textiles. A diferencia de la alpaca, que tiene una fibra más fina y apreciada para la industria textil, la llama tiene una fibra algo más gruesa, pero igualmente valiosa (Reichert, 2005).

2.6.5. Distribución geográfica inicial y expansión

Según Sánchez, mencionado por Ramos (2010), el área de distribución de la llama ha sido históricamente limitada a las alturas de los Andes. Los pueblos, como los Aymaras, Quechuas e Incas, criaban llamas en estas regiones. Su distribución se ha mantenido principalmente en los países de la región andina, como Perú, Bolivia, Chile, y Argentina, aunque también se han introducido en otras áreas del mundo, principalmente como parte de proyectos de conservación o en ecosistemas similares.

2.6.6. Importancia cultural

Según Reichert (2005), mencionado por Sánchez y Ramos (2010), la llama ha sido fundamental para las culturas andinas, no solo como recurso económico, sino también como símbolo cultural. En muchas comunidades andinas, la llama ha tenido una presencia significativa en rituales religiosos y festividades, como la Fiesta de la Candelaria o en las celebraciones de la Pachamama (madre tierra), donde las llamas son sacrificadas como parte de las ofrendas a los dioses.

2.7. Adaptación a ambientes extremos

Los camélidos han desarrollado adaptaciones fisiológicas y morfológicas que les permiten sobrevivir en condiciones extremas, como desiertos, montañas y altiplanos (Baltazar *et al.*, 2019), algunas de estas adaptaciones incluyen:

- **Pies amplios y almohadillados:** Facilitan el desplazamiento en terrenos arenosos y rocosos.
- **Labios gruesos y hendidos:** Permiten el pastoreo en vegetación espinosa.
- **Ojos grandes y largas pestañas:** Protegen de polvo y arena.
- **Capacidad de almacenar agua en sus jorobas:** Les permite sobrevivir en sequías.
- **Lana aislante:** Proporciona protección contra temperaturas extremas.

2.8. Tipos de llamas

En Bolivia, las llamas son animales que se crían principalmente en la región del Altiplano Andino, una vasta área que abarca los departamentos de Oruro, La Paz, Potosí y Chuquisaca. Existen diversos tipos de llamas en Bolivia, cada una adaptada a las condiciones geográficas, climáticas y culturales de su entorno. A continuación, se detallan las principales razas de llamas en Bolivia, destacando sus características físicas, usos y la distribución geográfica dentro del país (Pro Camélidos, 2020).

Aunque la clasificación taxonómica de las llamas no establece razas oficiales, hay una variabilidad genética dentro de la especie que da lugar a diferentes tipos o morfotipos con características particulares (Wheeler, 2018).

2.8.1. T'amphulli

Según Zapata (2016), la llama T'amphulli es uno de los tipos autóctonos más importantes de Bolivia, especialmente en el departamento de Oruro, en el municipio de Turco y en algunas zonas cercanas al Altiplano. Esta raza se ha destacado por su adaptación a las condiciones extremas de frío y altitud, características comunes en las zonas altas de los Andes. La T'amphulli no solo es importante por su función como animal de carga, sino también por la producción de su fibra, que ha sido históricamente utilizada en la fabricación de textiles tradicionales y otros productos de uso cotidiano en las comunidades rurales andinas con ciertas características:

2.8.2. Características físicas de la llama T'amphulli

Según Fernández y Rivera (2017), la llama T'amphulli es una raza de tamaño mediano a grande, con características físicas que le permiten adaptarse eficientemente al entorno montañoso y frío del Altiplano. Algunas de las principales características físicas de la raza son:

- **Tamaño y peso:** La T'amphulli tiene un tamaño mediano, con un peso promedio que varía entre 80 y 120 kg. Sin embargo, algunos ejemplares pueden llegar a pesar hasta 150 kg en condiciones óptimas de crianza.
- **Forma del cuerpo:** Tiene un cuerpo bien proporcionado, con un cuello de longitud media y un cuerpo musculoso que le permite soportar cargas pesadas. La estructura

ósea de la T'amphulli es fuerte, lo que la hace resistente a los rigores del transporte en terrenos montañosos.

- **Pelaje:** La fibra de la T'amphulli es gruesa, con una capa externa de largo pelaje que la protege del frío y las heladas de la región altiplánica. El color del pelaje varía entre blanco, gris, y marrón claro, aunque también pueden encontrarse ejemplares de color negro o beige.
- **Cabeza y orejas:** Su cabeza es de tamaño mediano, con orejas largas y rectas que le permiten captar sonidos a larga distancia, lo cual es útil en las zonas abiertas y ventosas donde se cría. Sus ojos son grandes y expresivos, adaptados a las condiciones de alta luminosidad del Altiplano.
- **Patrón de dentición:** Los ejemplares del tipo T'amphulli muestran un desarrollo importante para su capacidad de consumo de alimentos como pastos duros y arbustos que crecen en el Altiplano.

2.9. Usos de la Llama T'amphulli

La Llama T'amphulli es valorada principalmente por los siguientes usos:

- **Animal de carga:** Una de las funciones más destacadas de la T'amphulli es su capacidad para transportar cargas en las empinadas montañas y valles del Altiplano. Su resistencia a las condiciones extremas de temperatura y altitud la convierte en una excelente opción para el transporte de mercancías en zonas rurales de difícil acceso.
- **Producción de fibra:** La fibra de la T'amphulli es gruesa, pero de buena calidad para la confección de mantas, ropa de abrigo y otros productos textiles. Aunque su fibra no es tan fina como la de la alpaca, sigue siendo valiosa para las comunidades que dependen de los camélidos sudamericanos.
- **Carne:** En menor medida, la carne de la T'amphulli es consumida en diversas regiones, especialmente en festividades o en el consumo cotidiano de las comunidades rurales.
- **Valor cultural:** La T'amphulli también un valor cultural significativo en las comunidades andinas, donde su crianza están ligados a las tradiciones ancestrales y a la cosmovisión de la relación del humano con la naturaleza (Zapata y Gómez, 2016).

2.9.1. Problemas y desafíos en la cría de llamas T'amphulli

Fernández y Rivera (2017), menciona que, a pesar de sus adaptaciones y ventajas, la cría de la llama T'amphulli enfrenta algunos desafíos, entre los que destacan:

- **Cambio climático:** Las variaciones en las condiciones climáticas del Altiplano, como el aumento de temperaturas y la disminución de las precipitaciones, pueden afectar la disponibilidad de recursos alimenticios, por lo tanto, la productividad de las llamas llega a disminuir.
- **Competencia con otras razas:** La competencia con razas de alpacas y llamas ha hecho que los productores se enfrenten a un mercado más exigente, donde la calidad de la fibra es un factor crucial.
- **Conservación genética:** Aunque la T'amphulli es una especie adaptada a las condiciones del Altiplano, es importante promover su conservación genética a través de programas de mejoramiento y selección para garantizar que la especie continúe siendo productiva y resistente a futuras adversidades.

2.9.2. Llama Q'ara

La llama Q'ara es una de las especies tradicionales originarias de Bolivia, especialmente presente en los Altiplanos Andinos. Esta raza se destaca por su adaptabilidad a las difíciles condiciones geográficas y climáticas del Altiplano, donde predomina el clima frío, árido y de gran altitud. La Q'ara es apreciada principalmente por su fibra y sus capacidades de carga, características que la hacen fundamental para las comunidades rurales andinas. Su crianza está ligada a las costumbres y la economía de los pueblos de los departamentos de Oruro, La Paz y Potosí, siendo una parte integral de las prácticas culturales y económicas en estas regiones (Salazar y Martínez 2019).

Fernández (2018), menciona que la llama Q'ara está principalmente en las zonas altas de los departamentos de Oruro, La Paz y Potosí, donde las condiciones geográficas y climáticas son óptimas para su crianza, están distribuidas en los Altiplanos de la región central y occidental de Bolivia, a altitudes que oscilan entre los 3,500 y 4,500 metros sobre el nivel del mar.

2.10. Llama intermedia

La llama intermedia se encuentra principalmente en los Andes bolivianos, caracterizada por ser un cruce entre la llama Q'ara con T'amphulli. Su nombre hace referencia a sus características físicas y productivas, las cuales se encuentran entre llamas. La llama intermedia es relativamente nueva en términos de selección y cría, aunque su adaptación y versatilidad han hecho cada vez más popular, especialmente en zonas del Altiplano de Bolivia (Cordero y Díaz, 2019).

2.11. Fibra de la llama

La fibra de llama es un recurso natural de gran relevancia comercial y cultural, especialmente en las comunidades andinas. Su suavidad, resistencia y propiedades térmicas la convierten en un material valorado para la fabricación de textiles y otros productos artesanales, Pina y Aliaga (2017), mencionado por Castillo (2012), señala que es comparable a la del conejo angora, la cabra cachemire y otros parientes como la alpaca, guanaco y vicuña. Esta fibra presenta posibilidades únicas para la industria textil debido a su alta demanda a nivel mundial.

La calidad de la fibra de llama puede variar según factores como la edad, el sexo, la altitud, el ecosistema, la dieta y la genética; además, varía en colores (Quispe *et al.*, 2009).

Según COPROCA (2017), su finura promedio es similar a la de la alpaca, rondando entre 21 y 23 micrómetros, aunque presenta un porcentaje más alto de cerda, lo que requiere un proceso de descercado para su uso en productos más finos.

2.12. Características generales de la fibra de llama

Las propiedades físicas, químicas y mecánicas, diferenciándola de otras fibras de camélidos como la alpaca o la vicuña, la fibra de llama T'amphulli es conocida por su buena calidad, especialmente en suavidad, finura y características térmicas (Lema, 2010).

2.12.1. Composición química de la fibra

La composición química de la fibra de llama T'amphulli, incluye principalmente queratina, una proteína estructural que proporciona fuerza y elasticidad, además contiene otros componentes como lípidos y colorantes naturales (Lema, 2010).

- **Diámetro de la fibra**

Según Burela (2010), el diámetro de la fibra de llama T'amphulli varía típicamente entre 20 y 40 micras, lo que la clasifica como una fibra semi - fina a fina. Esta propiedad es fundamental para determinar la suavidad y el uso potencial en la industria textil. Las fibras de menor diámetro son preferidas en la fabricación de prendas de alta calidad, ya que ofrecen mayor suavidad al tacto.

- **Longitud de la fibra**

La fibra de llama T'amphulli tiene una longitud promedio de 5 a 15 cm. Aunque no es tan larga como la de la alpaca, su longitud es suficiente para ser procesada en la industria textil y obtener hilados de buena calidad (Lema y Burela, 2010).

- **Colores**

La fibra de llama T'amphulli es apreciada por sus colores naturales que incluyen blanco, negro, marrón y gris, lo que reduce la necesidad de teñirla y le da un valor agregado en productos textiles, debido a sus tonos naturales y elegantes (Fernández, 2019).

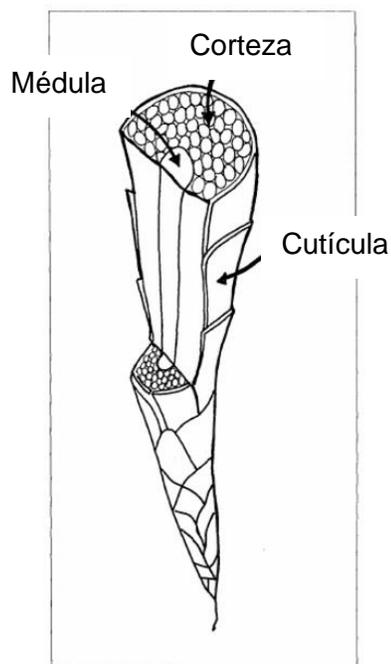
- **Resistencia y durabilidad**

Aunque la fibra de llama es generalmente más suave que la de otras especies de camélidos, tiene una resistencia moderada, siendo adecuada para textiles de uso diario, aunque no tanto para productos que requieran una resistencia muy alta al desgaste (Torres y Rivera, 2015).

2.12.2. Estructura de la fibra

Comprender la estructura microscópica de la fibra de llama es fundamental para analizar sus propiedades y comportamiento. Las características microscópicas ofrecen información sobre su composición química, organización interna y propiedades físicas (Pina y Aliaga, 2017). (Ver figura 2).

Figura 2. Estructura de la fibra



Fuente: Pirilana (2021).

- **Cutícula:** Capa exterior compuesta por células muertas que se superponen, protegiendo la fibra del medio ambiente y brindándole resistencia al agua y abrasión. Su estructura está formada por escamas planas y traslapadas, orientadas longitudinalmente.
 - **Corteza:** Se encuentra debajo de la cutícula y representa la mayor parte de la fibra. Es responsable de la resistencia, elasticidad y propiedades térmicas de la misma, conformada por una matriz proteica que brinda cohesión a las fibrillas.
- Médula:** Ubicada en el centro de la fibra, su presencia no es uniforme. Aunque no cumple una función específica, puede influir en las propiedades térmicas y el teñido de la fibra.

2.12.3. Propiedades extensivas e intensivas

- **Diámetro:** Varía entre 15 y 35 micrómetros, siendo más fina que la lana de oveja, pero más gruesa que la de alpaca (Baltazar *et al.*, 2019).
- **Longitud:** Oscila entre 8 y 15 centímetros, siendo más corta que la lana de oveja, pero más larga que la de alpaca (Pina y Aliaga, 2017).

- **Color:** Presenta una amplia gama de colores naturales, desde blanco hasta marrón oscuro, incluyendo tonos beige y gris.
- **Brillo:** Posee un brillo natural característico, producto de la reflexión de la luz en la superficie de la cutícula.

2.12.4. Importancia del análisis de la estructura de la fibra de llamas

El análisis microscópico de la fibra de llama es relevante por varias razones:

- **Evaluación de calidad:** Permite determinar características como finura, longitud, color y brillo, que son cruciales para su uso en diversas aplicaciones.
- **Desarrollo de nuevos productos:** Facilita la creación de innovaciones en productos textiles.
- **Mejoras en prácticas de producción:** Contribuye a optimizar el manejo y cuidado de las llamas para mejorar la calidad de la fibra.

2.12.5. Importancia del muestreo de la fibra de llama

El muestreo adecuado es esencial para una gestión eficiente de la cría de llamas, ya que permite obtener datos precisos que influyen en la toma de decisiones sobre el manejo de los animales, la mejora genética y la comercialización de la fibra. Además, es importante para la investigación y desarrollo de técnicas de cría que optimicen la calidad y cantidad de la fibra.

Para evaluar la calidad de la fibra de llama, es esencial seleccionar el área adecuada para la toma de muestras, considerando aspectos como finura, longitud, color y resistencia.

2.12.6. Esquila y recolección de la fibra

La esquila de la fibra de llama T'amphulli, es un proceso fundamental que se realiza anualmente, generalmente se realiza en la época de esquila, que en Bolivia suele ocurrir entre los meses de septiembre, octubre y noviembre, este proceso puede variar según la región y las condiciones climáticas. En el municipio de Turco - Oruro, esta actividad suele concentrarse cuando las llamas están en su mejor calidad de fibra, además es importante seleccionar animales que representen de manera fiel la población total en cuanto a edad, sexo y condiciones de manejo (Carrillo y López, 2017).

- **Selección de la muestra:** Para un análisis representativo, se sugiere tomar muestras de un número determinado de animales dentro de un rebaño (por ejemplo, entre 10 a 20 llamas si el rebaño es pequeño, o un porcentaje específico si el rebaño es grande).
- **Partes del cuerpo de la llama:** Las muestras pueden obtenerse de diversas áreas como el costillar medio, el cuello, la panza y la zona lumbar y grupa (Pérez y Gutiérrez, 2018).

2.12.7. Costillar medio

Según Mendoza y Morales (2021), mencionan que el costillar medio se encuentra en la parte lateral de la llama, entre las costillas flotantes y las costillas superiores, a menudo en la zona lateral del tórax, esta área es crucial por tener una fibra de características intermedias, en cuanto a grosor y longitud, lo que la convierte en una buena opción para obtener muestras representativas de calidad (Ver cuadro 3).

Cuadro 3. Partes para la toma de muestra

OBTENCIÓN DE MUESTRAS		
1. CUELLO	Ubicación:	Se encuentra en la parte superior del cuerpo de la llama, entre la cabeza y el hombro.
	ventajas:	La fibra del cuello suele ser más fina y suave que la de otras partes del cuerpo.
	desventajas:	La fibra del cuello puede estar afectada por el roce de las correas o el collar.
2. LOMO	Ubicación:	Se encuentra en la parte dorsal del cuerpo de la llama, a lo largo de la columna vertebral.
	ventajas:	La fibra del lomo suele ser más larga y resistente que la de otras partes del cuerpo.
	desventajas:	La fibra del lomo puede estar contaminada con suciedad o residuos del lomo.
43. GRUPA	Ubicación:	Se encuentra en la parte posterior del cuerpo de la llama, desde el ano hasta la punta.
	ventajas:	La fibra de la cola es la más fina y suave de todas las partes del cuerpo.
	desventajas:	La fibra de la cola puede estar contaminada con suciedad o residuos suelo.

Fuente: Sánchez y Castro (2019).

2.13. Diámetro de fibra

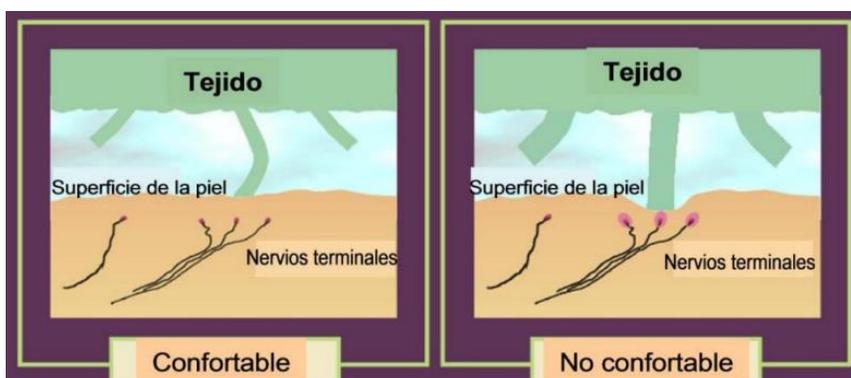
El diámetro es el grosor o finura de la fibra y se mide en micras, constituye una medida que define el uso manufacturero de una finura textil (Carpio, 1978). Las fibras más finas presentan una mayor resistencia a la compresión y son más flexibles, además el rendimiento y velocidad de procesamiento se incrementa con la mayor finura. La suavidad, alta calidad y pesos livianos de los tejidos son también aspectos importantes que se logran con fibras finas, el diámetro de la fibra es el principal determinante del precio en el mercado mundial (Siguayro, 2009). También Apaza *et al.* (1998), expresan que las perspectivas del mercado siempre han sido promisorias, sin embargo, debido a la mala calidad de la fibra, a la variabilidad en colores y finura disminuyen la calidad textil.

Uno de los factores más importantes en la clasificación de la fibra, determinar el precio de la fibra en el mercado y de ahí que sea uno de los caracteres más estudiados para realizar selección en los procesos de mejora genética (Pineda, 2010). Señala que influye directamente en el proceso de hilado, así como en la uniformidad y suavidad del producto terminado, según la calificación industrial, según Martínez (2015).

2.14. Factor confort

Se define como el porcentaje de fibras de un diámetro menor a 30 μm de vellón y es determinado por los equipos OFDA (Optical Fiber Diameter Analyzer) y el Sirolan LaserScan, estos determinan el diámetro promedio de fibra de una muestra de vellón. Estos equipos fueron diseñados para medir lana, mientras menor sea el diámetro de las fibras, el factor confort es mayor (Arango, 2016).

Figura 3. Interacción entre el tejido



Fuente: Garnsworthy *et al.*, (1988), mencionado por (Quispe *et al.*, 2009).

Estos dos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas según Mueller (2007) y Diaz (2014).

2.15. Longitud de mecha

La longitud de mecha y su variabilidad son usadas normalmente en las apreciaciones comerciales para pronosticar la longitud promedio de fibras, esta característica es de gran importancia porque permite establecer con mayor exactitud el destino industrial de la fibra, la variabilidad de este parámetro también está asociada a la longitud de fibra después del cardado. La eficiencia de la producción de fibra está fuertemente relacionada con el peso vivo del animal, independientemente del sexo (DeGea, 2004).

Según Rodríguez y Arce (2019), mencionan que en llamas T'amphulli, la longitud promedio de la mecha suele ser de entre 8 y 12 cm. Este rango es característico de las llamas que se crían en condiciones de manejo convencional y con una nutrición adecuada. Donde la variabilidad en la longitud en algunas llamas, especialmente aquellas que se crían en zonas con condiciones de mayor altitud o con una nutrición deficiente, la longitud de la mecha puede ser más corta, mientras que en llamas mejor alimentadas o de mayor edad, se pueden encontrar mechas de mayor longitud (Vargas, 2020).

2.16. Coeficiente de variación

El coeficiente de variación (CV) es una herramienta estadística utilizada para medir la variabilidad relativa de una muestra en relación con su media. Es particularmente útil en la evaluación de la fibra de llamas, ya que permite analizar la dispersión de las características físicas de la fibra (como el diámetro, la longitud o el rendimiento) en relación con el promedio de la muestra (Poma y Ayala 2022).

El coeficiente de variación se utiliza para estudiar la variabilidad en el rendimiento de la fibra. Si el CV es alto, es indicativo de que algunas llamas producen más fibra de calidad que otras, lo que es relevante para la mejora genética y la selección de animales para la cría (Ver figura 4).

Figura 4. Fórmula del Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sigma}{\mu} \right) \times 100$$

Fuente: Sánchez y Castro (2019).

- σ : Desviación estándar de la muestra (medida de dispersión de los valores).
- μ : Media o promedio de la muestra.

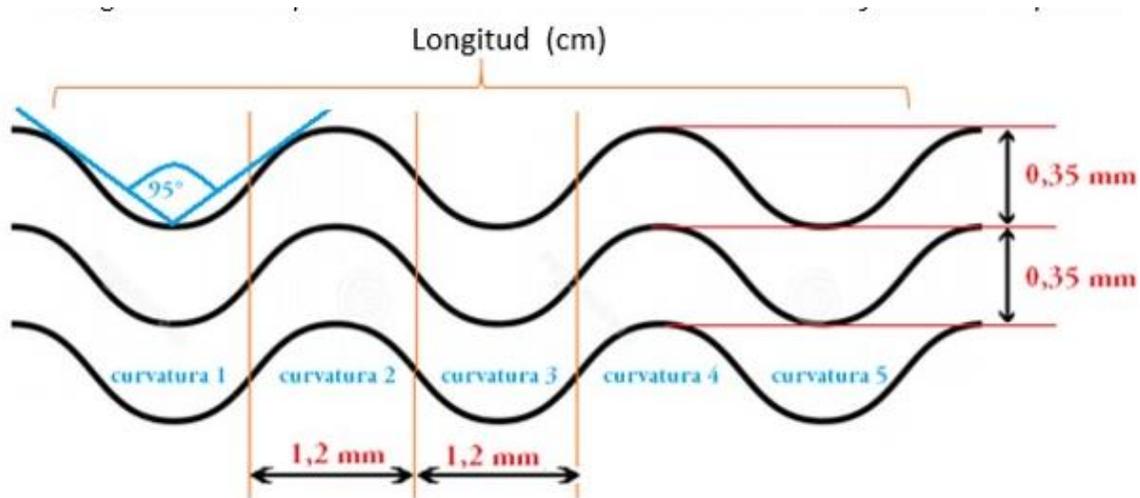
2.17. Índice de curvatura

Según Johnson (2006), el índice de curvatura es conocido también como crimp, constituye un parámetro morfométrico fundamental en la evaluación de la fibra de camélidos (llama, alpaca, vicuña, guanaco y otros), se define cuantitativamente como el número de ondulaciones o rizos presentes por unidad de longitud de la fibra, expresándose comúnmente en curvas por centímetro (curvas/cm) o curvas por milímetro (curvas/mm), con diversas propiedades físicas y de procesamiento textil de la fibra.

La determinación del IC se realiza mediante diversas metodologías, que incluyen el análisis microscópico manual, sistemas ópticos y digitales de análisis de imágenes, y equipos automatizados de medición de propiedades de la fibra, diversos factores intrínsecos y extrínsecos modulan el IC en camélidos como la genética y la línea del animal, aunque la edad, la nutrición, las condiciones ambientales y la salud general del animal también pueden influir, según McGregor (2005).

Es importante señalar que los rangos numéricos del índice en curvatura pueden variar significativamente entre las diferentes especies de camélidos, en alpaca huacaya varía entre 5 a 15 curvas por centímetro, la alpaca suri varía entre 2 a 8 curvas por centímetro, mientras que la vicuña y guanaco su fibra son más finas y lujosas entre 8 a 18 curvas por centímetro, a diferencia de la llama, el IC generalmente es más bajo y variable, con rangos que pueden ir desde 1 a 5 curvas por centímetro, la fibra de llama suele ser más gruesa y menos rizada en comparación con otras especies (Ver figura 5).

Figura 5. Índice de curvatura de la fibra



Fuente: Flores (2025).

Según Johnson (2006), la ilustración muestra 3 ejemplos de fibra de llama, donde el bajo índice de fibra es casi recto, indicando una menor suavidad, elasticidad y aislamiento, mientras que el índice medio tiene una curvatura moderada, indicando suavidad elasticidad y aislamiento moderado, a diferencia de las anteriores el alto índice de curvatura es la que presenta muchas ondulaciones, el cual indica mayor suavidad, elasticidad y aislamiento:

- Suavidad: Las fibras con mayor rizos son más suaves al tacto.
- Elasticidad: La curvatura permite que la fibra se estire y recupere su forma inicial.
- Aislamiento térmico: Son las fibras rizadas que atrapan más aire, proporcionando un mayor calor.

2.18. Factores que influyen en la calidad de fibra

De acuerdo a Quispe, *et al.*, (2013), señala que entre los factores internos que afectan el diámetro de fibra, resaltan el sexo, la edad, la raza, sanidad, estado fisiológico, condición corporal y color del vellón.

2.18.1. Factor sexo

Estudios en alpacas muestran que los machos producen vellones más pesados que las hembras. Sin embargo, el efecto del sexo sobre el diámetro de la fibra es debatido, algunos autores (Quispe *et al.*, 2009 y Montes *et al.*, 2008), indican que los machos tienen fibras

más finas, debido a una selección más rigurosa. En cambio, otros (Aylan y McGregor, 2002) señalan que las hembras presentan fibras más delgadas, al priorizar el uso de aminoácidos en la reproducción, no obstante Quispe *et al.* (2013) afirma que el sexo no influye en el diámetro de la fibra.

2.18.2. Factor edad

A medida que aumenta la edad, se incrementa el peso del vellón y el diámetro. Las llamas jóvenes producen vellones menos pesados que las adultas, por tener una menor superficie corporal, sin embargo, producen vellones con fibras más finas, debido a que las esquilas tienen el efecto de incrementar el funcionamiento folicular (Quispe, *et al.*, 2013).

2.18.3. Factor alimentación

Schlink y Dollin citados por Quispe, *et al.*, (2013), menciona que el crecimiento de la lana es muy sensible a los niveles de energía y de proteína ingeridos por los animales. El proceso referido del cerrado folicular (follicle shutdown).

2.19. OFDA 2000 Equipo para determinar las características de la fibra

El OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analyzer), es un instrumento donde hace correr su potente software, que permite medir las características de las fibras de lana y otras fibras animales a lo largo de las mechas sucias en tiempo real y si uno lo requiere en el propio galpón de esquila. El equipo está diseñado para trabajar en condiciones desfavorables, está construido de una forma muy robusta y tiene una excelente rapidez, tal que puede acompañar a cualquier actividad que se realice en el campo, sean selección de animales o esquila (Díaz, 2014), (Ver cuadro 4).

Cuadro 4. Características del OFDA 2000

Características	OFDA 2000
Peso	17 kg
Espacio requerido	1m2
Tiempo de preparación	15 minutos
Muestra	Sucia (aplicando factor de corrección por grasa)
Opción de peso del vellón	No
Energía	10 amp/240v
Producción (depende del personal disponible)	600-800 vellones por día
Mediciones que realiza	
Diámetro medio	Si
Coeficiente de Variación CV	Si
Desvió estándar SD	Si
Largo de mecha	Si
Finura de hilado	Si
Curvatura media	Si
Factor de confort	Si
Perfil de diámetros a lo largo de la mecha	Si
Posición del punto más fino	Si

Fuente: Quispe, *et al.*, (2013).

Es un equipo portátil, pesa 17 kg. y es fácilmente transportable por medio de una valija de fibra de vidrio de 50 cm. de ancho, 48 cm. de profundidad y 27 cm. de altura. Posee la más alta tecnología asociada a imágenes microscópicas digitales desarrollado por OFDA BSD Electronics.

El OFDA 2000 posee un procesador equipado con Windows 98, donde hace correr su potente software para que funcione como OFDA 1000 o OFDA 2000 (Quispe, *et al.* 2013) (Ver figura 6).

Figura 6. OFDA 2000



Fuente: Fotografía del equipo OFDA del instituto INIA.

3.4. Características ecológicas

3.4.1. Clima

El municipio de Turco presenta un clima árido y frío, con una temperatura media anual que ronda los 5°C (Flores y Gonzales, 2016). Las precipitaciones son limitadas, promediando aproximadamente 200 mm al año (Mamani y Gonzales, 2018).

- **Altitud:** Está a una altitud promedio de 3,700 msnm (Flores y Gonzales, 2016). Esta elevada altitud impone retos a la flora y fauna locales, pero también crea un ambiente único para la producción de fibra de llama. La altura afecta la finura, suavidad y resistencia de la fibra, características apreciadas en el mercado internacional.
- **Temperaturas:** Las temperaturas anuales en Turco oscilan entre 4°C y 6°C, con frecuentes heladas nocturnas. Las temperaturas extremas varían entre -10°C y 14°C (Flores y Gonzales, 2016).
- **Precipitaciones:** La precipitación anual promedio en Turco es de alrededor de 300 mm, concentrándose principalmente en los meses de verano (diciembre a marzo) (Flores y Gonzales, 2016). Durante el invierno (junio a agosto), la nieve es común.

3.4.2. Topografía

Turco presenta un paisaje montañoso, con altitudes que alcanzan los 5,000 msnm (Mamani y Gonzales, 2018). Esta geografía accidentada dificulta el acceso a ciertas áreas del municipio y limita el desarrollo agrícola, aunque las montañas también brindan refugio a las llamas y ayudan en la conservación de los ecosistemas altoandinos.

Suelos: Los suelos de Turco son predominantemente Andisoles, que se caracterizan por su origen volcánico y alto contenido de materia orgánica (Flores y Gonzales, 2016). Estos suelos son fértiles y propicios para el cultivo de pastos, que son el alimento principal de las llamas.

3.4.3. Flora

La flora de Turco está compuesta mayoritariamente por pastos naturales, como el ichu, y arbustos que toleran tanto la sequía como la altitud (Flores y Gonzales, 2016). Estas especies son cruciales para la alimentación de las llamas y la conservación del suelo en las laderas montañosas.

Pastos: La vegetación nativa incluye pastos como el ichu (*Stipa ichu*) y la tola (*Baccharis* spp.) (Mamani y Gonzales, 2018), que son esenciales para la alimentación de las llamas.

Otras plantas: También se encuentran cultivos como la quinua (*Chenopodium quinoa*) y el molle (*Schinus molle*) que es una planta silvestre, así como algunas especies de cactus y suculentas (Mamani y Gonzales, 2018).

3.4.4. Fauna

La fauna de Turco es variada y rica, incluyendo llamas (*Lama glama*), vicuñas (*Vicugna vicugna*), alpacas (*Vicugna pacos*), zorros (*Lycalopex griseus*), vizcachas (*Lagidium peruanum*) y diversas aves silvestres (Mamani y Gonzales, 2018). La presencia de estas especies indica la salud del ecosistema altoandino y contribuye al equilibrio ecológico de la región.

Llamas: La llama (*Lama glama*) es la especie animal más significativa del municipio, tanto por su valor económico como (cultural Bolivia M.M.A.A., 2017). Se estima que hay alrededor de 20,000 llamas en Turco.

3.5. Lugar de análisis de fibra

El análisis de la fibra se llevó a cabo en el Centro de Innovación y Producción (CIP) Quimsachata, parte del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en Puno, Perú. Este centro está situado entre los distritos de Santa Lucía y Cabanillas, en las provincias de Lampa y San Román, respectivamente, en la Región Puno. Su ubicación geográfica es 15° 44' 00" de latitud sur y 70° 41' 00" de longitud oeste, a una altitud promedio de 4,300 m.s.n.m. y a 118 km de la ciudad de Puno. Las temperaturas en la región varían entre 3 °C de mayo a julio y 15 °C de septiembre a 41 °C diciembre, con un promedio anual cercano a 7 °C. La precipitación pluvial anual se sitúa entre 400 y 688.33 mm, y la humedad relativa es del 40% (INIA, 2010), (Ver figura 8).

Figura 8. Lugar de análisis de laboratorio



Fuente: Laboratorio del instituto INIA.

Ubicación geográfica de la estación experimental Quimsachata (Perú)

INIA (2010), zona agroecológica la séptima cierra altiplánica en Puno, franja latitudinal, cierra sub tropical y costa templada con un grupo ecológico de bosques húmedos y una zona de vida bh-MS (bosque húmedo-montano subtropical), su temperatura oscila entre 2°C-15°C, cuenta con una precipitación de 500 – 1000 mm.

3.6. Materiales

3.6.1. Material biológico

Se empleó el material biológico de fibra de llama T'amphulli, recolectado de machos y hembras en el municipio de Turco, haciendo un total de 80 muestras y posteriormente evaluado en el Centro de Innovación y Producción (CIP) Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), (Ver anexo 2).

3.6.2. Material de laboratorio

El equipo de laboratorio utilizado fue la tecnología OFDA 2000 (Analizador Óptico del diámetro de fibra), instrumento que permite medir las características físicas de fibra, mechales sucias y mechales limpias en tiempo real aplicando factor de corrección por grasa y es útil en programas de mejoramiento genético, también se utilizó gradillas, ventiladora y tijeras, teniendo el implemento de ropa como en guardapolvo y barbijo (Ver anexo 10).

3.6.3. Material de gabinete

- Tablero
- Cámara fotográfica
- Laptop
- Cuaderno de campo
- Lápiz, Marcador indeleble
- Flash de memoria
- Impresora
- Programa estadístico (Infostat)
- Equipo OFDA (lectura de datos)

3.6.4. Material de campo

Los materiales utilizados en el campo incluyeron:

- Tijeras de esquila
- Pintura Spray
- Bolsas de plástico polietileno con zipper
- Etiquetas (marbetes)
- Overol (ropa de trabajo)
- Marcador para la identificación de la muestra
- Cámara fotográfica

3.6.5. Material de laboratorio

En el laboratorio se utilizaron los siguientes materiales:

- Tecnología OFDA 2000 (Analizador Óptico del Diámetro de Fibra)
- Gradilla o gradiente
- Filtrador
- Ventiladora
- Guardapolvo
- Barbijo

3.7. Metodología

La toma de muestras se llevó a cabo en dos etapas, una de campo, donde se recolectó las muestras de cada animal a evaluar y la otra etapa en laboratorio, en donde se analizó la lectura de cada muestra de fibra recolectada.

3.8. Tipo de muestreo

En la investigación se utilizó, el muestreo no probabilístico, una metodología experimental que es adecuada cuando el investigador no tiene acceso a toda la población de llamas, pero se desea obtener muestras representativas basado en el criterio del investigador, eligiendo un 10% (es decir, 10 muestras de fibra de llama por categoría y sexo).

La población de llamas T'amphulli, están entre aproximadamente 7.200 a 10.500 cabezas, según PRO CAMELIDOS (2020). Para lo cual se considera un total de 80 muestras, siendo la categoría dentaria y el sexo (40 hembras y 40 machos), donde los señores Eduardo Wancaya, Eleuterio Choque López, Martica López, Susana Mollo y Rufino Rosel, las 5 familias son los puntos no probabilísticos.

Previo a la realización del trabajo de investigación, se efectuó una coordinación con la Estación Experimental de Quimsachata (INIA) Puno - Perú, para dar a conocer sobre el trabajo de investigación y contar con la lectura de los datos en el equipo OFDA 2000.

3.8.1. Desarrollo del ensayo

Para la investigación se realizó la visita al departamento de Oruro – municipio de Turco, donde primeramente se realizó una solicitud haciendo conocer el tema de investigación y los objetivos a realizarse en el municipio, al Sr. Jonás Mollo Viza alcalde del municipio de Turco. Donde se solicitó hacer una recolección de muestra en el municipio, de 4 zonas incluyendo un matadero (Jilanaca, Pata Collana, Jila Pomiri, Kusin Ch'utu y el Matadero 18 de abril), para lo cual participaron y colaboraron 5 familias seleccionadas previamente (Ver anexo 2).

3.8.2. Identificación de llamas según sexo y categoría

En coordinación con las familias, se determinó el área de trabajo y las diferentes zonas, de esta manera la selección sería más fácil y precisa ya que se tuvo que seleccionar según el sexo del animal y las edades, de las diferentes manadas ver anexo

Posteriormente, sigue la identificación de la categoría dentaria dando prioridad a 10 llamas DL hembras, 10 llamas 2D hembras, 10 llamas 4D hembras y 10 ejemplares de llamas BLL hembras, seguidamente de las 10 llamas DL machos, 10 llamas 2D machos, 10 llamas 4D machos y 10 ejemplares de llamas BLL machos, haciendo un total de 40 hembras y 40 machos dando un total de 80 muestras ver anexo.

3.8.3. Identificación del lugar, para la toma de muestra

Para la toma una muestra, se consideró la región del costillar medio, recolectándose aproximadamente 20 gramos. Una vez identificado el sector, se procedió a extraer la muestra de fibra, como se ilustra en la figura siguiente, utilizando tijeras de esquila.

3.8.4. Toma de muestra de fibra

Después de tomar la muestra, se puso cuidadosamente en bolsas de polietileno con zipper, evitando que se mezclen entre sí, este proceso se realizó para cada muestra obtenida, según la categoría y el sexo de la llama T'amphulli (Ver anexo 8).

3.8.5. Etiquetado de muestras

El etiquetado y la identificación de muestras, según el sexo y la categoría dentaria, fueron esenciales para garantizar la precisión del estudio y la integridad de los datos obtenidos durante el análisis (Ver anexos 9 y 10).

3.9. Envío de muestra

Se acomodó todas las muestras en una caja, y se llevó al Instituto de Innovación Agraria (INIA) lugar donde se realizó el análisis de la fibra (Ver anexo 11).

3.9.1. Análisis de la fibra en laboratorio

Según Núñez (2023), para iniciar el análisis de las muestras en el equipo OFDA 2000, se debe ordenó las muestras según la categoría y el sexo. Posterior a ello se realizó la calibración del equipo durante 5 a 10 minutos, seguidamente se corrigió el tenor graso que en caso de llama se consideró el 0,6 %, para la fibra de llama (Ver anexo 12).

Posteriormente se preparó una mecha de muestra de fibra de llama con su respectiva identificación, y fueron puestas en un soporte llamado gradilla, donde con la ayuda del ventilador invertido y las yemas de los dedos se formó como una telaraña fina, para verificar que este proceso este correcto se observa a contra luz. Teniendo la fibra en la gradilla se procedió a analizarlo en el equipo OFDA 2000, cada muestra introducida se registró el número de arete, categoría dentaria y el sexo, este procedimiento se repitió continuamente en todas las muestras (Ver anexo 13, 14 y 15).

3.10. Diseño experimental

Se implementó un diseño completamente al azar con un arreglo bifactorial que considera dos factores de estudio, denominados factor A y factor B. Los resultados obtenidos son analizados mediante un análisis de varianza (ANVA) y se aplicó la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 0.005%, utilizando el software InfoStat versión 2019. Por lo que el modelo lineal aditivo es el siguiente: Según Ochoa (2009).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta_{ij}) + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación

μ = Media poblacional

α_i = Efecto fijo del i - ésimo nivel del factor A (Sexo)

β_j = Efecto del j - ésimo nivel del factor B (Edad)

$(\alpha\beta_{ij})$ = Efecto del i - ésimo nivel del factor A, con el j-ésimo nivel del factor B (interacción sexo por categoría dentaria)

ε_{ijk} = Error experimental

3.10.1. Factores de estudio

Factor A: Sexo

a_1 = Machos

a_2 = Hembras

Factor B: Categoría (edades)

b_1 = Diente de Leche (DL)

b_2 = Dos dientes (2D)

b_3 = Cuatro dientes (4D)

b_4 = Boca llena (BLL)

3.10.2. Variables de respuesta

3.10.2.1. Diámetro de la fibra (μm)

Para determinar el diámetro de la fibra de llama T'amphulli, se introdujo al equipo OFDA 2000, donde se determinó el diámetro en micras (μm) (Núñez, 2023).

3.10.2.2. Factor Confort (%)

Según Núñez (2023), el equipo OFDA 2000, determinó el factor confort de la fibra de llama de cada muestra la cual esta expresado en porcentaje (%).

3.10.2.3. Longitud de mecha (cm)

La longitud de la mecha de fibra de llama, se determinó midiendo desde la base de la fibra hasta su extremo más distal utilizando una cinta métrica. Esta medición permitió obtener datos exactos para el análisis posterior de las características morfológicas de las fibras de llama en centímetros (cm) (González y Martínez, 2019).

3.10.2.4. Coeficiente de variación (%)

El coeficiente de variación (CV) se calculó para evaluar la dispersión relativa en el diámetro de las fibras obtenidas. El cálculo del CV fue realizado por el equipo OFDA 2000, donde los resultados obtenidos se presentan en porcentaje (%) (Núñez, 2023).

3.10.2.5. Índice de curvatura ($^{\circ}/\text{mm}$)

El índice de curvatura de las fibras de llama fue determinado utilizando el equipo OFDA 2000, que permite medir con alta precisión las características morfológicas de las fibras, incluyendo su curvatura. A través de este equipo, se obtuvieron las mediciones de la longitud real de las fibras y la distancia en línea recta entre los puntos inicial y final, donde los resultados obtenidos fueron en $^{\circ}/\text{mm}$ (Núñez, 2023).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del diámetro de la fibra según sexo y categoría dentaria

4.1.1. Análisis de varianza de para el diámetro de fibra según sexo y categoría dentaria

El cuadro 5, análisis de varianza para diámetro de fibra, muestra que entre categorías dentarias hay diferencias altamente significativas con un p-valor $<0,0001$, lo mismo sucede para el sexo con un p-valor $0,0001$, mientras que para la interacción categoría dentaria con un p-valor $0,9636$ NS no existe diferencias significativas.

Cuadro 5. Análisis de varianza del diámetro de fibra (μm)

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Sig.
CATEGORIA						
DENTARIA	3	637,71	212,57	102,51	$<0,0001$	**
SEXO	1	33,67	33,67	16,24	$0,0001$	**
CATEGORIA*SEXO	3	0,58	0,19	0,09	$0,9636$	NS
Error	72	149,31	2,07			
Total	79	821,27				

C.V.= 6.15%

(NS) = No Significativo; **< 5% (*)** = significativo; **< 1% (**)** = altamente significativo

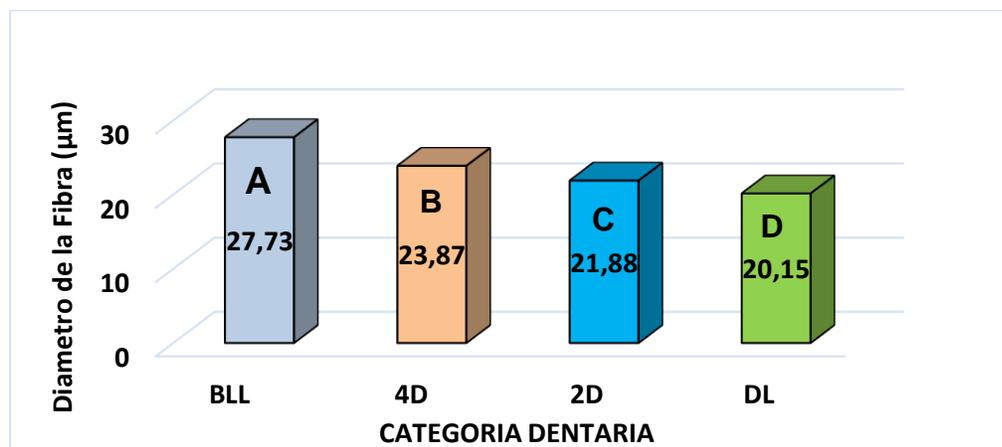
Mostrando una varianza C.V.= 6.15 %, donde indica que los datos de campo están dentro del parámetro permitido ($<30\%$), por lo tanto, son confiables (Ochoa, 2009).

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), confirmando que el sexo y la edad influyen significativamente en el diámetro de la fibra de llama T'amphulli.

El análisis de la desviación estándar según sexo los machos presentan un $18,12 \pm 2,461 \mu\text{m}$, debido al engrosamiento de la fibra con la edad, en comparación con las hembras que fue aún más marcadas $20,56 \pm 2,805 \mu\text{m}$, indicando mayor heterogeneidad. En las categorías DL la dispersión fue moderada con $21,13 \pm 1,228 \mu\text{m}$, reflejando diferencias, la categoría 2D presentó la menor variabilidad $20,56 \pm 1,031 \mu\text{m}$, sugiriendo una etapa de desarrollo con fibras más homogéneas, a diferencia de 4D $15,42 \pm 1,382 \mu\text{m}$ y BLL $13,64 \pm 1,538 \mu\text{m}$, la dispersión aumenta por el rango más amplio en hembras, demostrando el efecto combinado de categoría y sexo.

4.1.2. Prueba de medias de Duncan para el diámetro de fibra según categoría

Figura 9. Diámetro de fibra (μm) por efecto categoría dentaria



La figura 19, prueba de medias Duncan para diámetro de fibras, muestra diferencias significativas donde los animales de boca llena 27.73 μm es más gruesa a 20,15 de la categoría DL que presentan fibras más finas.

Considerando que la calidad de la fibra sea más delgada, quiere decir que la categoría dientes de leche es la más fina y a medida que va progresando la edad va engrosándose, es decir, es menos uniforme y es propio de un desarrollo normal fisiológico y cambios en el metabolismo, así como va aumentando el peso vivo por el consumo de alimento va ir engrosando también la fibra (Flores, 2025).

Según Ochoa y Cruz, (2016), los factores como la deficiencia nutricional pueden afectar la calidad y diámetro de la fibra en machos y hembras de manera diferente, así mismo los machos reproductores y las hembras en lactancia podrían presentar diferencias en la textura y grosor de la fibra. En Turco, Oruro, la temperatura y altitud pueden afectar el grosor de la fibra, con variaciones según la época del año, por otro lado, las llamas más expuestas a temperaturas frías pueden desarrollar fibras más gruesas para mayor aislamiento térmico (Zapata y Gómez, 2016).

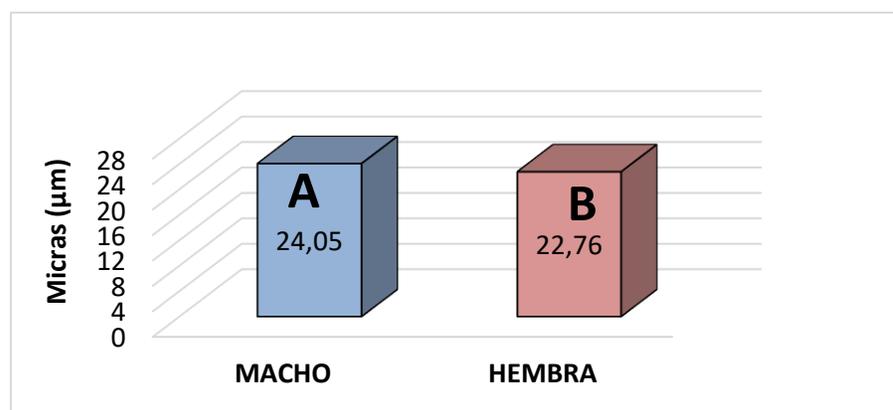
Por su parte Pilco (2004), reportó un promedio de 21.44 μ para llamas de 1 año de edad y 21.22 μ en llamas de 2 años en la Región de Tomave, haciendo referencia a que según pasan las edades, el diámetro de fibra va cambiando progresivamente.

Los resultados encontrados en el presente trabajo de estudio para DL, son mejores al reporte de Bernabé (2015), con un promedio de 20.53 y 24.38 μ para las llamas de 1 y 2 años de edad del tipo Chak'u en Trujillo - Perú, estos resultados son superiores a los obtenidos en el presente este estudio.

Al respecto Marín (2007), en alpacas Huacaya de un año de edad, de la SAIS Pachacutec en la Sierra Central, registró valores promedio de diámetro de fibra, donde los machos obtuvieron 21.62 ± 2.55 micras, con un coeficiente de variabilidad de 11.81% y las hembras 22.28 ± 2.64 micras, con un coeficiente de variabilidad de 11.86%, siendo la diferencia entre ambas medias estadísticamente no significativa ($p > 0.05$).

4.1.3. Prueba de medias de Duncan para el diámetro de fibra según sexo

Figura 10. Diámetro de fibra (μm) por factor sexo



En la presente figura 10, prueban que las medias de Duncan para sexo, el promedio de fibra de llamas machos es 24.05 μm y hembras es 22.76 μm , indicando que las hembras producen fibras más finas debido a las diferencias hormonales, producción de queratina o la selección genética.

Según Salazar y Fernández (2019), las llamas machos suelen tener fibras más gruesas debido a diferencias hormonales y en la producción de queratina, factores como el estrés por manejo o carga pueden influir en la calidad de la fibra generando variaciones.

El estudio encontró una diferencia estadísticamente significativa en la calidad de la fibra según el sexo, destacando su importancia como factor determinante. Esto contrasta con los resultados de Cardozo *et al.*, (2010), quien no halló diferencias significativas en el diámetro

de la fibra de llamas Ch'aku entre machos y hembras. Cardozo sugirió que la selección genética o el manejo podrían influir en la calidad de la fibra. Por otro lado, Pilco (2004) reportó valores similares de diámetro de fibra entre machos y hembras en la región de Tomave.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son superiores al reporte de Laime *et al.*, (2016), que estudió llamas de Apurímac, Perú, donde los resultados fueron 22.5 μm en machos y 22.5 μm en hembras en fibras sin descordar, y 21.7 μm en machos y 21.9 μm en hembras en fibras descordadas.

Quispe *et al.*, (2009) reportaron que las hembras y los jóvenes presentan fibras más finas que los machos y los animales adultos. Contrariamente, otros estudios no han hallado diferencias significativas en el diámetro de la fibra entre sexos, Flores (2003) y Paucar *et al.*, (2019), indicaron que el sexo no influye notablemente en el diámetro de la fibra en alpacas.

En el municipio de Turco, las variaciones en el diámetro de la fibra de llamas según el sexo están influenciadas por diversos factores biológicos y ambientales. Por un lado, los machos tienden a producir fibras más gruesas debido a sus niveles hormonales elevados (Salazar y Fernández, 2019). Por otro lado, la edad y la nutrición también juegan un papel importante, con hembras y animales jóvenes presentando fibras más finas (Quispe *et al.*, 2009). Además, las prácticas de manejo en Turco, como el estrés asociado a la cría, pueden afectar la calidad de la fibra. Sin embargo, algunos estudios, como los de Flores (2003) y Paucar *et al.* (2019), indican que el sexo puede no tener un impacto significativo en todos los casos, sugiriendo que los efectos varían según las condiciones locales.

4.2. Determinación del factor confort (%) y la longitud de mecha (cm) de la fibra según sexo y categoría dentaria

4.2.1. Análisis de varianza para factor confort de fibra (%) según sexo y categoría dentaria

El siguiente cuadro 6, muestra que el análisis de varianza para el coeficiente de variación, para la categoría dentaria (p-valor <0,0001) es altamente significativa, mientras que para el sexo presenta un p-valor 0,0262 * significativo, mientras que para la interacción categoría dentaria por sexo p-valor 0,8839 NS no existe diferencias significativas.

Cuadro 6. Análisis de varianza para el factor confort (%) de la fibra

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Sig.
CATEGORIA DENTARIA	3	7427,18	2475,73	41,74	<0,0001	**
SEXO	1	305,76	305,76	5,16	0,0262	*
CATEGORIA*SEXO	3	38,7	12,9	0,22	0,8839	NS
Error	72	4270,13	59,31			
Total	79	12041,78				

C.V.= 8.78 %

(NS) = No Significativo; < 5% (*) = significativo; < 1% (**) = altamente significativo

El cuadro 6, muestra una varianza de CV = 8.78%, el cual indica que los datos de campo están dentro del parámetro permitido (<30%) por lo tanto, son confiables (Ochoa, 2009), este hallazgo refuerza la importancia de considerar la edad o estado dentario en la evaluación y selección de llamas para la obtención de fibras de alta calidad. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha), evidenciando que el factor confort esta influenciado por el sexo y la edad del animal.

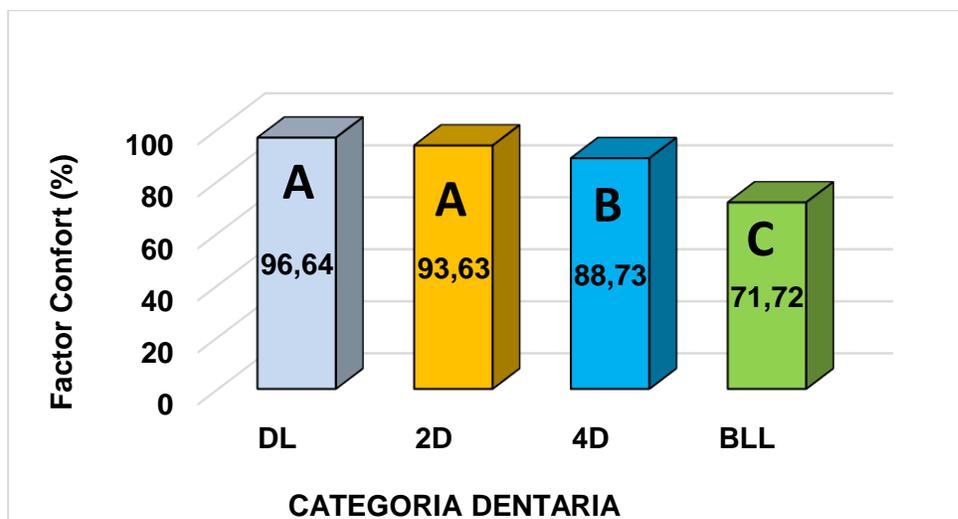
El análisis para la desviación estándar revela que en machos es 11.005 % ± 89.26 % y aumenta con la edad debido a la inclusión de la categoría BLL con bajos valores, en hembras la variabilidad es aún mayor 13,136 % ± 87.75% , también influye por valores bajos en BLL, para la categoría dentaria presenta una variabilidad baja donde la \bar{x} DL es 2,128 % ± 93,05 % por la homogeneidad en edades tempranas y aumenta la \bar{x} para 2D 3,245 % ± 98,84% por diferencia entre sexos, mientras que 4D 6,659% ± 89,17% reflejando

variabilidad intermedia, a diferencia de BLL $17,26 \% \pm 70.43\%$ por la presencia de valores bajos en ambos sexos en la edad avanzada.

4.2.2. Prueba de medias de Duncan para factor confort de fibra (%) según categoría dentaria

La figura 11, prueba de medias de Duncan analiza la categoría dentaria para el Factor Confort (%), donde muestra diferencias significativas entre animales de dientes de leche 96,64 %, siendo superior al de dos dientes 93,63 %, la misma es superior a cuatro dientes 88,73 %, a diferencia de la categoría de boca llena que tiene el menor confort 71,72 %.

Figura 11. Prueba de Duncan efecto categoría dentaria del factor confort (%) de la fibra



Una dieta rica en proteínas mejora la calidad de la fibra reduciendo su variabilidad y aumentando la proporción de fibras finas, lo que beneficia al confort, así mismo la selección de llamas con fibras más finas mejora el confort del producto final, Quispe *et al.*, (2020). Mientras que las deficiencias nutricionales pueden aumentar la variabilidad en el confort afectando su uniformidad (Flores *et al.*, 2020).

Huanca (2024), menciona que los factores como el transporte, la esquila inadecuada y la competencia por alimento puede inducir estrés y alterar la calidad de la fibra.

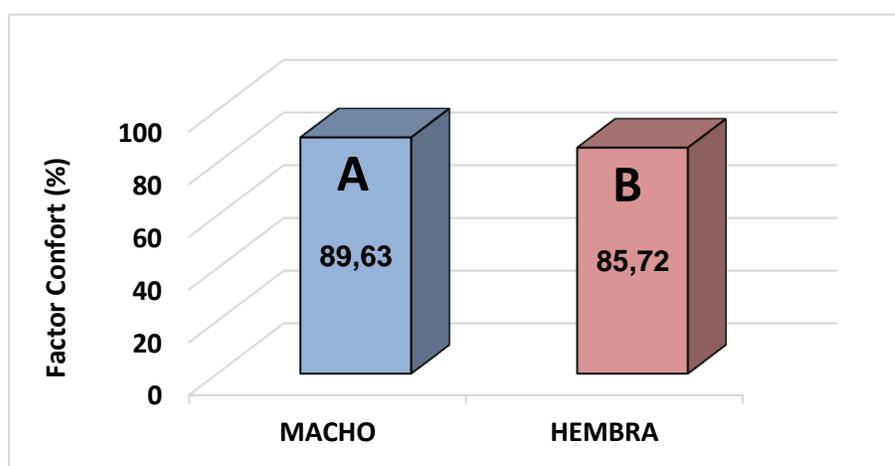
Los resultados son superiores a lo obtenido por Saavedra y Gutiérrez (2014), con 90 %. Fernández (2005) reportó hasta un 92.47 % en fibras finas siendo inferior a lo obtenido en

el presente estudio (Pilco, 2014), encontró una proporción de fibra fina para muestras de la región de Quetena que oscila entre 88 - 93 %, incrementándose entre 91 - 95 % con el descordado, resultados que son similares a lo obtenido en este estudio.

Al respecto Ramos y Mamani (2019), mencionan que conforme se incrementa la edad en alpacas, la variable factor confort disminuye debido a que los parámetros del diámetro de fibra en alpacas incrementan conforme avanza la edad. Estos resultados demuestran que las llamas más jóvenes (DL y 2D), producen fibras con mejor calidad en términos de suavidad, lo que subraya la importancia de considerar la categoría dentaria en estrategias de manejo y selección para la industria textil.

4.2.3. Prueba de medias de Duncan para factor confort de fibra (%) según sexo

Figura 12. Prueba de Duncan efecto sexo del factor confort (%) de la fibra



La prueba de Duncan, indica que los macho (89.63 %), presenta un mayor porcentaje de confort, respecto a las hembras (85.72 %), esto podría deberse a que las hembras, especialmente las gestantes y lactantes, pueden experimentar variaciones en la calidad de la fibra debido a la demanda nutricional de la reproducción, lo que podría afectar su suavidad, en cambio los machos pueden presentar fibras más gruesas a factores genéticos, mala nutrición u otros factores (Gutiérrez y Ramos, 2023).

Tron (2013), menciona que la diferencia en el confort entre sexos podría estar asociada a factores fisiológicos, como las características propias de la fibra en machos y hembras, incluyendo variaciones en el diámetro de la fibra o su distribución, donde los machos

presentan fibras con mejor calidad en términos de confort, lo que podría influir en la selección y manejo para la producción textil.

Los resultados encontrados en la presente investigación son diferentes a los encontrados por Bernabé (2015), quien obtuvo un factor de confort de 97.29% en alpacas de 1 año de edad hembras y 89.96% para alpacas machos de dos años de edad, mientras que Arango (2016), en un estudio realizado en Cerro de Pasco, manifiesta que el factor de confort tiende a disminuir con el incremento de la edad, siendo 96.99% en animales DL, 93.92% en 2D, 92.94% en 4D y 82.51% en BLL.

Las diferencias en el confort entre machos y hembras en Turco se pueden deber a factores como el manejo, la alimentación y el estrés en las prácticas de cría, que afectan la calidad de la fibra, especialmente en hembras gestantes o lactantes. Investigaciones anteriores indican que los machos suelen tener una mejor calidad de fibra, lo que se refleja en un mayor porcentaje de confort en comparación con las hembras. Esto sugiere que las condiciones en Turco podrían intensificar las discrepancias observadas en otros estudios (Gutiérrez *et al.*, 2022).

4.2.3.1. Determinación de la longitud de mecha (cm) de fibra según sexo y categoría dentaria

4.2.3.2. Análisis de varianza para longitud de mecha de fibra (cm) según sexo y categoría dentaria

Cuadro 7. Análisis de la varianza para longitud de mecha (cm) de la fibra

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Sig.
CATEGORIA						
DENTARIA	3	682,5	227,5	0,58	0,6297	NS
SEXO	1	11,25	11,25	0,03	0,8659	NS
CATEGORIA*SEXO	3	2786,25	928,75	2,37	0,0776	NS
Error	72	28215	391,88			
Total	79	31695				

C.V.= 33.13 %

(NS) = No Significativo; **< 5% (*)** = significativo; **< 1% (**)** = altamente significativo

El siguiente cuadro muestra que los resultados obtenidos para la categoría dentaria con un p-valor 0,6297, no existe diferencias significativas, lo mismo sucede con el sexo, donde el p-valor 0,8659, de la misma manera para la interacción categoría dentaria por sexo, presenta un p-valor 0,0776 NS no significativo.

Los resultados sugieren que ni el sexo ni la categoría dentaria son factores determinantes de la longitud de la mecha en las llamas T'amphullis. Esto podría implicar que la calidad del hilado basada en la longitud de la fibra no depende directamente de estas variables, sin embargo, el alto coeficiente de variación C.V.= 33.13% indica que hay mucha variabilidad dentro de cada grupo. Por consiguiente, se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_a), concluyendo que estas variables no afectan significativamente la longitud de mecha de la fibra.

Según la desviación estándar para machos en la longitud de mecha, presenta una variabilidad sustancial de 19,96 mm \pm 53 mm, en todas las edades, en hembras las variabilidades son también considerable pero menor que en machos, con un 15,25 mm \pm 55.13 mm. Mientras que para categoría DL la variabilidad 22, 54 mm, es intermedia debido a diferencias en la dispersión entre machos y hembras jóvenes, la desviación estándar en 2D disminuye notablemente 8,44 mm influenciada por la compensación de valores

extremos en hembras, de igual manera sucede para 4D la variabilidad es baja debido a la desviación estándar de 6,91 mm, debido al combinar categorías de menor edad, en BLL la variabilidad es alta con un desvió estándar de 31,69 mm, debido a la combinación de rangos amplios y de edad avanzada.

Sin embargo, dado que no hay diferencias significativas, se podría inferir que las fibras de llamas T'amphullis tienen un comportamiento homogéneo en términos de longitud de mecha, independientemente del sexo o la edad. De acuerdo a los tipos de llamas Ayala (1992), encontró 14.84 cm de longitud de mecha en llamas T'amphullis y Q'aras de 12.04 cm, valores similares fueron reportados por Stemmer *et al.*, (2005) en llamas T'amphullis con 15.5 y Q'aras 12.3 cm respectivamente, los cuales superan los resultados de la presente investigación, al respecto Martínez *et al.*, (1997), indica que la longitud promedio alcanza en un año de crecimiento a 7.35 cm, lo que llegaría a justificar la esquila anual en llamas T'amphullis, considerando explorar otros factores externos o genéticos que podrían estar influyendo en la alta variabilidad observada en los datos.

Knox y Lamb (2002), encontraron que el rango de longitud de mecha es desde 70 mm a 140 mm, según Holt (2013), menciona que cuanto más larga es la longitud, mayor es la resistencia al aumentar la adhesión de las fibras durante el hilado.

Las variaciones en la longitud de la mecha de las llamas T'amphullis en Turco pueden atribuirse a factores ambientales y de manejo de la región. Aunque los análisis estadísticos indican que no hay diferencias significativas en función del sexo y la categoría dentaria, el coeficiente de variación (C.V. = 33.13%) revela una notable variabilidad interna. Esto podría relacionarse con las condiciones de cría y alimentación en Turco, como lo sugieren Ayala (1992) y Stemmer *et al.*, (2005) en sus investigaciones sobre la longitud de la mecha de diferentes tipos de llamas. Según Knox y Lamb (2002), la longitud de la mecha también influye en la resistencia del hilado, lo que señala que otros factores externos o genéticos deberían ser explorados para comprender mejor la variabilidad observada.

4.3. Determinación del coeficiente de variación (%) e índice de curvatura (°/mm) de fibra según sexo y categoría dentaria

4.3.1. Análisis de varianza para el coeficiente de variación de fibra (%) según sexo y categoría dentaria

El siguiente cuadro 8, muestra el análisis de varianza para el coeficiente de variación donde la categoría dentaria (p-valor 0,0492 *) muestra que hay diferencia significativa, mientras que para el sexo (p-valor 0,6414 NS) no existe diferencia significativa, lo mismo ocurre con la interacción categoría dentaria por sexo p-valor 0,6414 NS el cual no presenta diferencia significativa.

Cuadro 8. Análisis de la varianza para el coeficiente de variación (%) de la fibra

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Sig.
CATEGORIA DENTARIA	3	37,37	12,46	2,75	0,0492	*
SEXO	1	7,14	7,14	1,57	0,2137	NS
CATEGORIA*SEXO	3	7,66	2,55	0,56	0,6414	NS
Error	72	326,66	4,54			
Total	79	378,82				

C.V.= 9.56 %

(NS) = No Significativo; < 5% (*) = significativo; < 1% () = altamente significativo**

Mostrando un coeficiente de variación C.V.= 9.56 %, el cual indica una baja variabilidad relativa entre las observaciones, esto muestra que los datos son confiables y están dentro del parámetro permitido (< 30%), este hallazgo refuerza la importancia de la investigación (Ochoa, 2009). Por tanto, el sexo no presentó diferencias significativas y se rechaza la hipótesis nula (Ho), aceptando la hipótesis alterna (Ha) evidenciando que el coeficiente de variación esta influenciado por la categoría dentaria.

Los machos presentan una baja variabilidad 2.149 % ± 22,04 % las hembras presentan también una variabilidad baja mostrando 2.822 % ± 22.27 %, sin embargo las categorías dentarias DL 1.854 % se mantiene baja y similar a 2D 2.053 % es decir la variabilidad es baja intermedia influencia por los promedios entre sexos de la misma manera sucede para la categoría dentaria 4D 1.780 % donde la variabilidad va bajando, a diferencia de la

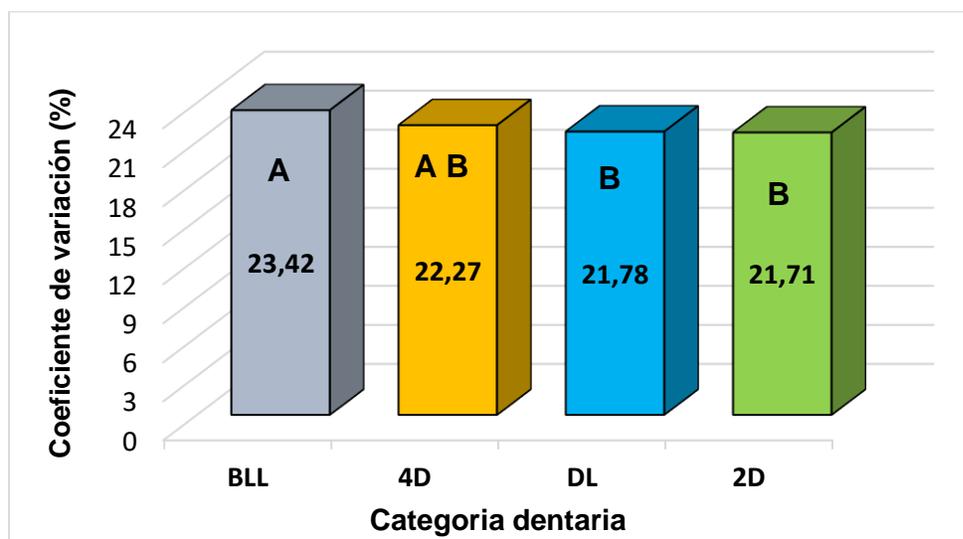
categoría BLL donde 3.483 % aumenta al combinar sexos debido a diferencias en los rangos de CV entre machos y hembras en la edad avanzada.

Según Zapata y Gómez (2016), el efecto significativo indica que la edad o etapa de desarrollo de las llamas influye en la uniformidad del diámetro de las fibras, este dato es muy importante para poder optimizar la selección de animales para diferentes usos textiles, ya que ciertas categorías pueden producir fibras con menor variación, también menciona que no tiene un efecto significativo en el sexo, el cual se considera como un factor secundario al diseñar estrategias de manejo, donde las categorías dentarias con menor coeficiente de variación y ayudar a producir fibras más homogéneas y de mayor valor agregado, mejorando la competitividad en los mercados especializados.

Al respecto Quispe (2023), en su evaluación de fibra en alpacas con una triple interacción (categoría * color * sexo), tampoco halló diferencias $p > 0.05$, sin embargo, el factor color es significativo ya que se obtuvo un $p < 0.05$, con un coeficiente de variación del 9,07%, inferior a los resultados de esta investigación.

4.3.2. Prueba de medias Duncan para coeficiente de variación de fibra (%) según categoría variación

Figura 13. Prueba de Duncan efecto categoría dentaria del coeficiente de variación (%) de la fibra



La prueba de Duncan para el coeficiente de variación de fibra por efecto categoría dentaria, indica que para la boca llena 23,42 % el CV. No es significativa a diferencia de las categorías, dientes de leche 21, 78 % y dos dientes 21, 71% que presenta un valor más consistente en el coeficiente de variación, lo cual es favorable para la producción de fibras de calidad uniforme.

Sánchez y Castro (2019), sugieren que el estado dentario debe considerarse al seleccionar llamas para la producción de fibras con menor variabilidad enfocándose en animales más jóvenes, ya que donde obtuvo una mayor variabilidad se halló en BLL, la cual puede estar asociada a factores relacionados con la edad y desgaste fisiológico, lo que podría guiar estrategias de manejo para esta categoría. Según Quispe (2023), el resultado para el coeficiente de variación en los datos que obtuvo, para el efecto categoría, se observó que 6D obtuvo un promedio de 22, 93 %, 2D un 22, 59%, 4D un 22, 45 % y DL un 21, 41 %, por lo tanto, la fibra es aceptable para la industria textil ya que todos son menores al 24 %, estas investigaciones superan los resultados obtenidos en la presente investigación pero no son superiores al 24%.

Sin embargo, los resultados del trabajo fueron superiores al reporte de Canaza (2009), quien menciona que obtuvo un CVDF de 15,03 % en fibra de alpacas de la región de Puno y Huancavelica, al igual que Mamani (2008), quien encontró diámetros con coeficiente de variación de 15,18 % en alpacas del distrito de Marangani de la región de Cusco, asimismo Melo (2006), obtuvo un CVDF de 13,28, donde los colores claros tienen el coeficiente de variación de diámetro de fibra más bajo que los colores oscuros, esto debido a efectos climáticos, topografía, tipos de pastoreo (condiciones pobres en la nutrición del animal), manejo reproductivos.

Las diferencias en el coeficiente de variación de la fibra en las llamas *T' amphullis* de Turco pueden ser causadas por factores de manejo y ambientales de la región. Las categorías BLL y 4D muestran un mayor coeficiente de variación que las categorías 2D y DL, lo que indica que la edad y el desgaste fisiológico impactan la calidad de la fibra, como indican Sánchez y Castro (2019). Además, las condiciones de cría y alimentación en Turco podrían contribuir a la menor consistencia en los diámetros de fibra de las llamas BLL. Según Quispe (2023), los coeficientes de variación de esta investigación son superiores a los suyos, pero aún están por debajo del umbral del 24 % para la industria textil, lo que destaca la relevancia de los factores de manejo en la calidad de la fibra.

4.3.2.1. Determinación del índice de Curvatura de fibra (°/mm) según sexo y categoría dentaria

4.3.2.2. Análisis de varianza para el índice de curvatura de fibra(°/mm) según sexo y categoría dentaria

El siguiente cuadro 9, muestra un análisis de varianza donde el índice de curvatura para categoría dentaria (p - valor < 0,0001 **) muestra que hay diferencia altamente significativa, mientras que para el sexo (p - valor 0,1269 NS) no presenta diferencia significativa y para la interacción categoría dentaria por sexo p-valor 0,9259 NS no presenta diferencias significativas.

Cuadro 9. Análisis de la varianza para el índice de curvatura (°/mm) de la fibra

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Sig.
CATEGORIA DENTARIA	3	1736,47	578,82	16,7	<0,0001	**
SEXO	1	82,62	82,62	2,38	0,1269	NS
CATEGORIA*SEXO	3	16,16	5,39	0,16	0,9259	NS
Error	72	2494,89	34,65			
Total	79	4330,14				

C.V.= 13.87%

(NS) = No Significativo; < 5% (*) = significativo; < 1% (**) = altamente significativo

Mostrando un coeficiente de variación C.V. = 13.87 %, el cual indica una variabilidad relativa, esto muestra que los datos son confiables y están dentro del parámetro permitido (Ochoa, 2009). Por tanto, se rechaza la hipótesis nula (Ho), aceptando la hipótesis alterna (Ha), evidenciando que la edad tiene un efecto sobre el índice de curvatura, mientras que el sexo no.

Los machos presentan una variabilidad del índice de curvatura con promedios de 8.09 g/mm ± 41.27 g/mm, la cual es moderada y ligeramente, de la misma manera las hembras presentan una variabilidad moderada de 5.85 g/mm ± 41.23 g/mm, para la categoría dentaria la variabilidad en DL 5.49 g/mm es intermedia, para la categoría 2D presenta una 6.54 g/mm, el cual muestra una variabilidad intermedia, mientras que para 4D 3.306 g/mm presentando una variabilidad moderada con una dispersión intermedia entre sexos, mientras que para BLL 4.12 g/mm, la variabilidad es intermedia, con ligeras diferencias sin gran impacto en la dispersión general.

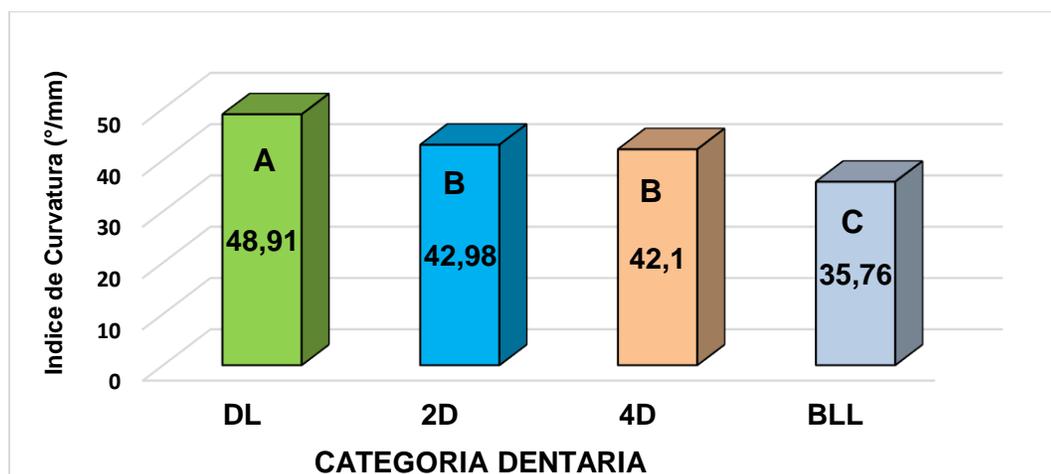
Al respecto, Sánchez y Castro (2019), menciona que la curvatura de la fibra tiende a cambiar en la categoría dentaria y con el desarrollo del animal, esto es importante para poder determinar las aplicaciones de la fibra en productos textiles, ya que la curvatura afecta la textura y elasticidad del tejido, sin embargo, el sexo no tiene un impacto significativo en el índice de curvatura ya que se podría inferir que tanto machos como hembras presentan índices de curvatura similares.

Según Siguayro (2009), el efecto sobre el índice de curvatura de fibra, que encontró entre categorías dentarias el valor de p - valor < 0.05 , diferencia significativa entre promedios de curvaturas de llamas y alpacas, obteniendo mayores valores para alpacas, y explora como los cambios en el índice de curvatura pueden influir en la resistencia, suavidad y otros atributos del tejido animal, esto es clave para relacionarlos con aplicaciones prácticas.

Marín (2007), al analizar el grado de curvatura en alpacas de un año, reportó promedios de 47.14 ± 5.29 grados/mm en hembras y 47.22 ± 5.29 grados/mm en machos, así mismo Vilcanqui (2008), encontró 88.10 y 87.34 °/mm de curvatura en machos y hembras respectivamente, para vicuñas jóvenes, adultos y viejos.

4.3.2.3. Prueba de medias Duncan para índice de curvatura (°/mm) según categoría

Figura 14. Prueba Duncan efecto categoría dentaria del índice de curvatura (°/mm) de la fibra



La prueba de Duncan en llamas *T'amphullis* indican que el índice de curvatura tiene con la edad, donde los dientes de leche con $48,91$ °/mm, son muy rizadas, con baja suavidad al tacto y menor confort y mayor rigidez, esto se debe a que los animales jóvenes tienen

folículos pilosos activos, a medida que el animal envejece, estos niveles se reducen. Sin embargo, las llamas de boca llena con un índice de curvatura de 35, 76 °/mm, a medida que el animal envejece, estos niveles se reducen, lo que favorece la producción de fibras más largas y menos curvadas, por tanto, menor índice de curvatura se asocia también al aumento del grosor de fibra y el metabolismo es más estable, los nutrientes favorecen una fibra más uniforme y menos rizada, adecuada para procesos textiles más exigentes.

Según Olarte (2022), la reducción progresiva del índice de curvatura con la edad es un fenómeno natural, influenciado por la madurez folicular, cambios hormonales, aumento del diámetro de fibra y estabilización metabólica, esta información es crítica para establecer criterios de selección genética, esquemas de manejo productivo por edad, y planes de cruzamiento orientados a la mejora de la calidad textil de la fibra de llama T'amphulli.

Pérez (2018), menciona que el índice de curvatura disminuye con el avance de la categoría dentaria, lo que refleja que las fibras tienden a ser menos rizadas a medida que las llamas envejecen, esto puede estar asociado con cambios estructurales en la fibra relacionados con la edad, alimentación o factores fisiológicos.

Estos resultados guardan cierta relación con el número de rizos por centímetro encontrados para cada especie, es decir, cuanto mayor es el número de rizos también incrementa el grado de curvatura de la fibra (Goodwin, 1975), mencionado por (Holt, 2006), sin embargo, al relacionar estos resultados de índice de curvatura con sus diámetros de fibra, no guardan correspondencia, contradiciendo a los encontrados por Mike (2006), quien demostró que de acuerdo a sus resultados para diferentes especies, el grado de curvatura es mayor cuando menor es el diámetro de fibra.

Cuando la curvatura es menor a 20 (°/mm) se describe como curvatura baja, si la curvatura se encuentra en un rango de 40 – 50 (°/mm) se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50 (°/mm) es considerada como una curvatura alta según Holt (2006), es decir los resultados que se obtuvo en DL, 2D, Y 4D, presentan un índice de curvatura media a diferencia de BLL.

Las diferencias observadas en el índice de curvatura de las fibras de llamas, según los datos presentados por Turco, deben atribuirse a diversos factores interrelacionados, entre los cuales se destacan la madurez fisiológica del animal, así como las condiciones de manejo y nutrición que influyen en la calidad de la fibra. La notable variabilidad en el índice

de curvatura (48.91 °/mm, DL frente a 35.76 °/mm en BLL) indica que las fibras de llamas más jóvenes son más rizadas, por lo tanto, potencialmente más adecuadas para productos que requieren elasticidad (Acevedo y Sarmiento, 2016).

En contraste, las llamas adultas presentan fibras con menor curvatura, lo que sugiere una tendencia hacia la rigidez, lo que las hace más apropiadas para textiles que priorizan la durabilidad (Pérez, 2018). Estas observaciones se alinean con la teoría de que cambios estructurales en la fibra a lo largo de la vida del animal y son asociados con la dieta y factores fisiológicos, que afectan el comportamiento de las fibras en términos de curvatura (Goodwin, 1975) mencionado por Holt (2006). Sin embargo, la falta de correlación entre el índice de curvatura y el diámetro de las fibras en el contexto de este estudio, a diferencia de lo reportado por Mike (2006), resalta la necesidad de investigar más a fondo las interacciones complejas entre estos factores para comprender adecuadamente las propiedades de la fibra de llama.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos obtenidos en el presente estudio sobre la fibra de llama T'amphulli en el municipio de Turco, Oruro, permitió determinar que tanto el sexo como la categoría dentaria influyen significativamente en diversas características físicas de la fibra, con algunas excepciones:

- El diámetro de la fibra aumenta con la edad, siendo las llamas de la categoría (DL= 20,15 μm) las que presentan fibras más finas, mientras que las de (BLL= 27.73 μm) muestran fibras más gruesas. De igual manera se encontró que las hembras producen fibras más delgadas (22.76 μm) que los machos (24.05 μm).
- En el factor confort las llamas más jóvenes (DL=96,63 % y 2D=93,63 %) poseen un mayor porcentaje en comparación con las de mayor edad, los machos (89,63 %) presentan un porcentaje de confort superiores al de las hembras (85,72 %).
- En la longitud de mecha, no se encontraron diferencias significativas por sexo ni por categoría dentaria en las llamas T'amphullis.
- El coeficiente de variación en las llamas T'amphullis mostró que la categoría dentaria (BLL=23,42 %), tiene un coeficiente de variación superior a 4D= 22,42 %, a diferencia de DL= 21,78 % y 2D= 21,71%, por otro lado, el sexo no tuvo un efecto significativo en esta variable, ni la interacción sexo por categoría dentaria.
- El índice de curvatura presentó diferencias altamente significativas según la categoría, con valores más altos en las llamas T'amphullis jóvenes (DL = 48,91 $^{\circ}/\text{mm}$ y 2D = 42,98 $^{\circ}/\text{mm}$), el sexo no mostró diferencias significativas en esta variable.
- En conclusión, general, los resultados obtenidos destacan la relevancia de la investigación sobre cómo la edad y el sexo de las llamas T'amphullis influyen en su selección y manejo, lo que a su vez puede mejorar la calidad de la fibra producida y su aprovechamiento en la industria textil.

6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se formulan las siguientes recomendaciones:

- Evaluar cómo la composición de la dieta influye en el diámetro de la fibra en diferentes categorías dentales (DL, 2D, BLL, 4D) y sexos, analizando la correlación entre nutrientes específicos (proteínas, minerales) y la calidad de la fibra.
- Analizar un estudio más amplio sobre el porcentaje de confort de la fibra en llamas de diferentes edades y sexos, considerando factores ambientales y estacionales que puedan afectar la comodidad de la fibra y su percepción en el mercado textil.
- Investigar la longitud de la mecha en llamas T'amphulli bajo diferentes condiciones de crianza (forrajes, concentrados, suplementos nutricionales y otros) para determinar si hay variaciones significativas que no se evidencian en condiciones estándar
- Evaluar el impacto de distintas épocas de cría sobre las características de la fibra y las distintas prácticas de manejo (ej. pastoreo libre vs. confinamiento) y su efecto sobre el coeficiente de variación del diámetro de fibra en las llamas, con el fin de identificar prácticas que optimicen la uniformidad de la calidad de la fibra.
- Evaluar la interacción entre el sexo, la edad y la genética en la producción de fibra.
- Evaluar los estudios que utilicen metodologías fisiológicas (por ejemplo, análisis de sangre, evaluación del estrés) para comprobar cómo estos factores pueden estar relacionados con las características fisicoquímicas, cómo las características de la fibra de llama T'amphulli que afectan su desempeño en procesos de hilado y tejido en la industria textil.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ahumada, C., Gálvez, A., & Reyes, M. 2016. Caracterización de la fibra de llama (*Lama glama*) en diferentes etapas productivas y su potencial textil. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 37(2): 241-250.
- Alba, R., Quispe, A., & Mamani, L. 2018. Aplicaciones textiles de la fibra de llama T'amphulli. En *Fibras Naturales de los Andes: Propiedades y Usos* (pp. 112-125). Editorial Universitaria Andina.
- AEM., 2012, Atlas estadístico del municipio. plan de desarrollo municipal municipio de Turco provincia Sajama.
- Apaza, J., Flores, A., & Gutiérrez, M. 1998. Variabilidad en la calidad de la fibra de alpaca y llama en Bolivia. En *Producción y comercialización de fibra de camélidos* (pp. 70-85). Editorial Andina.
- Arango, S. J. 2016. Variación del factor confort en vellones de alpaca huacaya con relación al sexo y edad. Tesis Ing. Zootecnia. Lima - Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 47 p.
- Arellano, F. 2009. El diámetro de la fibra y su influencia en el proceso de hilado. *Revista de Tecnología Textil*, 18(4), 201-215.
- Aylan-Parker J. y McGregor B.A. 2002. Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Rumin. Res.*, 64 p.
- Baltazar, H., Quispe, P., & Mamani, M. 2019. Caracterización física y química de la fibra de llama (*Lama glama*) y alpaca (*Vicugna pacos*) criadas en el altiplano peruano. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 40(1): 53-62.
- Bernabé, P. 2015. Comparación de las características textiles de las fibras de llama Ch'aku (*Lama glama*) y la alpaca Huacaya (*Vicugna Pacos*) del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – LACHOHH. Tesis Ing. Zoo. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 58 p.
- Bolivia S. 2017. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Plan de Manejo Integrado de la Cuenca del Río Desaguadero. La Paz, Bolivia.

- Canaza, A. 2009. Evaluación cuantitativa y cualitativa de la fibra de Alpaca mediante el Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS), Tesis de Magíster, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 59 p.
- Cardozo, A., Chauca, L., Mamani, R., & Aranibar, J. 2010. Características físicas de la fibra de alpaca Huacaya en diferentes regiones del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 21(1), 1-7.
- Castillo, H. 2012. Los camélidos sudamericanos; Curso sanidad y producción de los camélidos sudamericanos. Universidad Alas Peruanas. Escuela Académico profesional de Medicina Veterinaria.
- Carpio, A. (1978). La medición del diámetro en fibras textiles. *Revista de Ingeniería Textil*, 15(3), 112-125.
- Chambi, S., & Ríos, A. 2018. Impacto de la expansión agrícola y la degradación del suelo en la población de llamas en Bolivia. *Boletín de Agricultura y Medio Ambiente*, 10(4): 54-63. <https://doi.org/10.1057/baam.2018.034>.
- Contreras, S. T. 2019. Potencial productivo y comercial de la alpaca. Lima - Perú. MINAGRIDGPA-DEEIA. 52 p.
- Cordero, A., & Díaz, S. 2019. La llama intermedia: un nuevo tipo genético en la ganadería andina. En *Diversidad genética y manejo de camélidos sudamericanos* (pp. 180-195). Editorial Universitaria Altiplano.
- Cruz, A. 2016. Cambios culturales y su impacto en la crianza de llamas en comunidades rurales de Bolivia. *Revista de Estudios Andinos*, 15(1), 78-92.
- DeGea, G. 2004. El ganado lanar en la Argentina. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- Díaz, J. A. 2014. Principales características de la fibra de alpacas huacaya y suri del sector Chocoquilla - Carabaya. Tesis MVZ. Puno - Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 38 p.

- Fernández, A. 2019. Los colores naturales de la llama T'amphulli: un valor agregado en la producción textil sostenible. En *Fibras Naturales y Tintes Ecológicos en los Andes* (pp. 123-138). Editorial EcoAndina.
- Fernández, M. 2005. Rendimiento de fibra en una población de llamas en Ayopaya y su relación con parámetros de calidad. Tesis. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. 108 p.
- Flores, A. 2025. Evolución ontogénica de la fibra de llama: cambios en la finura y uniformidad según la edad y el peso vivo. *Revista de Ciencia Animal Andina*, XX(Y), pp-pp.
- Flores, J., Quispe, E., & Mamani, Y. 2018. Potencial productivo de la fibra de llama en comunidades del altiplano sur de Bolivia. La Paz, Bolivia: Fundación PROINPA.
- Flores, M. A., Gutiérrez, S. L., Choque, J. R., 2020. Deficiencias nutricionales y su efecto en las propiedades de confort de la fibra de llama. *Avances en Ciencia Veterinaria*, 22(1), 30-45.
- Flores, M. 2003. Ausencia de diferencias significativas en el diámetro de la fibra de alpaca según el sexo. *Boletín de Ciencia Animal*, 7(1), 12-25.
- Flores-Colque, D., & Gonzales, F. C. 2016. Caracterización de la fibra de llama (*Lama glama*) a la primera esquila en la comunidad de Asunción de Laca Laca, Oruro - Bolivia. *Revista de Investigaciones Veterinarias*, 29(2): 37-42.
- García, L., & Mamani, J. 2018. Impacto del cambio climático en la ganadería de camélidos sudamericanos en el altiplano andino de Bolivia. *Revista de Ciencias Ambientales y Agropecuarias*, 30(2): 87-101. <https://doi.org/10.1234/rca.2018.002>
- Gutiérrez, E., & Ramos, J. 2023. Evaluación de la calidad de la fibra de llama por categoría dentaria en el Altiplano de Oruro, Bolivia. *Revista de Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(2), 45-58.
- Holt, C. 2006. A survey of the relationships of crimp frequency, micron, character and. to the Australian alpaca association.

- INIA, N. 2010. Informe de prioridades del Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima Perú: oficina de planeamiento.
- Instituto Nacional de Estadística. INE 2019. Resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Posiblemente un informe específico sobre la población de camélidos.
- Instituto Nacional de Estadística. 2017. Encuesta Agropecuaria 2015; Llamas de Bolivia. La Paz, Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística. 2020. Censo Agropecuario 2019: Resultados sobre la población de camélidos sudamericanos en Bolivia. Recuperado de www.ine.gov.bo.
- Johnson, D. H. (2006). Natural fibres. Woodhead Publishing.
- Johnson, S. 2015. The global market for alpaca and llama fiber: Trends and opportunities. *Textile Research Journal*, 85(3), 287-298.
- Laime Huarcaya, F de M; Pinares Huamaní, R; Paucara Ocsa, V; Machaca Machaca, V; Quispe Peña, EC. 2016. Características Tecnológicas de la fibra de Llama (*Lama glama*) Chaku antes y después de descender. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*.
- Lema, J. A., & Burela, S. 2010. Caracterización y evaluación de las fibras de camélidos andinos: llama, alpaca y guanaco. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 27(2): 45-56.
- León-Quispe, C., Ccopa-Ccahuana, C., & Mamani-Pucclla, L. 2020. Caracterización de la fibra de llama (*Lama glama*) en diferentes categorías dentarias en el altiplano peruano. *Revista de Investigaciones Veterinarias*, 32(1); 1-6.
- Martinez, L. 2015. Evaluación de las características físicas de la fibra de híbrido "Misti" producto del cruzamiento de alpaca (*Vicugna pacos*) macho y llama (*Lama glama*) hembra en el municipio de Catacora departamento de La Paz. Tesis Ing. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 135 p
- Mamani, A. 2008. Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra según región corporal. (Tesis, M.V.Z.), Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno, Perú. 54 p.

- Mamani, M., & Gonzales, F. C. 2018. Estructura y cuantificación de la cadena agroalimentaria de carne de llama, estudio de caso: Turco - Bolivia. *Revista de Investigaciones Veterinarias*, 31(1): 53-60.
- Marín, E. 2007. Efecto del sexo sobre las características tecnológicas y productivas en alpacas tuis para su uso en la industria textil. Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Melo, C., 2006. Diámetro de Fibra en Alpacas Huacayas Ganadoras en Ocho Ferias Agropecuarias y su Relación con el Porcentaje de Médulas y Número de Rizos. Tesis MVZ, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 80 p
- Meza, M. 2018. Caracterización física de la fibra de alpacas de color de la raza Huacaya en el distrito de Totos, provincia Cangallo, región Ayacucho a 4,438 msnm. Tesis Med. Vet. Ayacucho - Perú. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 55 p.
- Mike, S. 2006. *Wool Technology and Sheep Breeding*, with permission of Australian Wool Testing Authority, Limited. Copyright © AWTA, Ltd. www.journalalpacaofiber.com.
- Montes, M., Quispe, J., Aliaga, V., et al. 2008. Análisis comparativo del diámetro de fibra entre machos y hembras de alpaca. *Gaceta Veterinaria Andina*, 5(1), 30-42.
- McGregor, B. A. 2007. Production, attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58(9): 931–940.
- McGregor, B. A. 2005. Objective measurement of fibre crimp: a review. *Textile Research Journal*, 75(1), 3-15.
- Mueller, K. 2007. Intercambios de sensaciones entre el cuerpo y la prenda: un enfoque fisiológico. En *Confort y rendimiento en textiles* (pp. 70-85). Editorial Confortex.
- Navarro, D. 2011. *Camélidos Sudamericanos: Un recurso estratégico para el desarrollo rural*. La Paz, Bolivia: AGRUCO.
- Núñez, J. 2023. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de la Estación Experimental Quimsachata distrito de Santa Lucía, provincia de Lampa, Región Puno.

- Ochoa, S., & Cruz, L. 2016. Factores socioculturales y su influencia en la cría de llamas en Bolivia. *Revista de Estudios Socioculturales del Altiplano*, 7(2): 112-126. <https://doi.org/10.18200/resca.2016.022>
- Ochoa, R., 2009. Diseños experimentales. La Pas, Bolivia. Segunda Ed.
- Paucar y Sedano, E. 2014. Correlación entre índice folicular, peso de vellón y diámetro de fibra en alpacas de raza Huacaya de color Blanco. Tesis Ing. Zoot. Huancabelica - Perú. Universidad Nacional de Huancabelica 75 p.
- Paucar, J., Calsin, W., Mamani, S., & Quispe, R. 2019. Análisis multivariado del diámetro de fibra de alpaca y su relación con el sexo. *Agrociencia Andina*, 31(3), 78-91.
- Pilco, S. 2004. Efecto del descordado manual sobre la calidad de fibra de llama. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA. 80 p.
- Pina, M., & Aliaga, C. 2017. The role of llamas (*Lama glama*) in the Andean communities: A review. *Animal*, 11(12): 2251-2260
- Pineda, R. 2010. Mejora genética de la calidad de la fibra en camélidos sudamericanos. En *Biotecnología y recursos genéticos andinos* (pp. 130-145). Editorial Científica.
- Poma, J., & Ayala, S. 2022. El coeficiente de variación como herramienta para la evaluación de la variabilidad en fibras de camélidos. En *Análisis estadístico en la producción de camélidos sudamericanos* (pp. 88-102). Editorial Andina Estadística.
- Poma Copa, GF. 2018. Evaluación de las características físicas de la fibra de llama (*Lama glama*) a la primera esquila en la mancomunidad de municipios aymaras sin fronteras para su procesamiento en la industria textil. *APTHAPI* :1275.
- Postle, R. (1986). *The physical properties of wool fibres and fabrics* (p. XX). Ellis Horwood Ltd.
- 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. (RCCV, Ed.)

- Quispe, E., Rodríguez, T. C., Iñiguez, L. R., & Mueller, J. 2009. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information* (45), 44 p.
- Quispe E. C., Rodríguez T.C., Iñiguez L.R. Y J.P. Mueller. 2009. Producción de fibra de alpaca. llama. vicuña y guanaco en Sudamérica. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Animal Genetic Resources Information*.
- Quispe chambi, E. 2023. evaluación de características físicas de fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) entre machos, hembras según categorías en dos colores en la estación experimental Quimsachata del INIA, Puno – Perú. La Paz - Bolivia, universidad pública de el alto. 73 p.
- Quispe, J. E., Castillo, P., Yana, W., Vilcanqui, H., Apaza, E., y Quispe, D. 2020. Atributos textiles de la fibra de alpaca Huacaya blanca y color (*Vicugna pacos*) de la feria ganadera del sur del Perú. *Rev. investig. vet. Perú*. 32 p.
- Ramos, V., & Mamani, R. 2019. Caracterización fenotípica de la fibra de alpaca en región Apurímac revista de Investigación de la Escuela de Posgrado Universidad Nacional del Altiplano, 14 p.
- Reichert, S. 2005. La historia de la llama en los Andes y su domesticación en las culturas preincaicas. *Revista de Arqueología Andina*, 4(2), pp: 48-61.
- Rodríguez, T. y Arce, L. 2019. Caracterización fenotípica de llamas T'amphulli en el municipio de Turco, departamento de Oruro. Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Oruro, Bolivia.
- Saavedra, V., & Gutiérrez, L. 2014. Caracterización física y tonalidades de color de la fibra en tipos de llama (Lama glama) conservaciones in situ del BANCAMEL. En Memoria de la XX Reunión Nacional de la Asociación Boliviana de Producción Animal (pp. 271–274). La Paz, Bolivia.
- Salazar, V., & Flores, R. 2017. Análisis de la situación económica de los criadores de llamas en Bolivia. *Revista Boliviana de Economía y Desarrollo Rural*, 22(1): 56-68. <https://doi.org/10.1234/rbedr.2017.012>.

- Salazar, J., & Martínez, E. 2019. Diversidad genética y gestión de la cría de camélidos sudamericanos en el Altiplano de Bolivia: El caso de la llama Q'ara. *Revista de Ganadería Andina*, 30(1): 45-58. <https://doi.org/10.1304/rqa.2019.003>.
- Sánchez, M. 2010. Evolución de los camélidos sudamericanos: Origen, domesticación y adaptación. *Revista de Ciencias Naturales*, 23(1): 77-89.
- Sánchez, M., & Ramos, P. 2010. La significancia cultural y económica de la llama en los Andes. *Revista de Antropología Andina*, 12(2), 55-70.
- Siguayro Pascaja, R. 2009. Comparacion de las características físicas de las fibras de la llama Ch,,aku (*Lama glama*) y la alpaca huacaya (*Lama pacos*) del centro experimental Quimsachata del Inia - Puno. Tesis MSc en producción animal. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 63 p.
- Stemmer A, Valle Zárate A, Nuemberg N, Delgado J, Wurzinger M, Soelkner J. 2005. La llama de Ayopaya: Descripción de un recurso genético autóctono. *Zootecnia*.
- Tron, J. 2013. Descripción, propiedades y características de la lana. FESC – UNAM.
- Torres, M., & Vásquez, J. 2019. Impacto de la salud animal y mejora genética en la población de llamas en Bolivia. *Revista de Veterinaria Andina*, 14(3): 78-85. <https://doi.org/10.1186/s2056-7810-2019-003>
- Vargas, J. 2020. Evaluación de la calidad de la fibra de llama T'amphulli en la región del altiplano andino. Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia
- Vásquez, R. 2019. La crianza de llamas en las comunidades rurales de El Alto, Omasuyos y Los Andes. En *Ganadería Andina: Sistemas de Producción y Desarrollo Local* (pp. 85-98). Editorial del Sur.
- Vilcanqui, H. 2008. Efecto de la edad y el sexo sobre las características tecnológicas de la fibra de vicuña en la provincia de Castrovirreyna – Huancavelica. Tesis de Magister Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.

- Wheeler, J. C. 1991. Llamas and alpacas: Pre-conquest breeds and post-conquest hybrids. *Proceedings of the British Academy*, 77: 161-173.
- Wheeler, J. C. 2018. Camélido domesticación: A review of the current evidence. *Journal of Archaeological Research*, 26(2): 111-148.
- Wildeus, S. 1997. Fiber production and characteristics in camelids: a review. *Small Ruminant Research*, 23(1): 1–13.
- Yacobaccio, H. D., y Vilá, B. L. 2013. La domesticación de los camélidos andinos como proceso de interacción humana y animal. *Intersecciones en Antropología* 14(1): 227–238. Recuperado de: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/28958>.
- Zapata, G., & Gómez, L. 2016. Estudio sobre la calidad de la fibra de llama en el municipio de Turco, Oruro. *Boletín Agropecuario de Oruro*, 8(3): 13-21.

7.1 WEB GRAFIA

- Acevedo, C., & Sarmiento, P. 2016. Muestreo y análisis de la fibra de llama en el Altiplano boliviano: Métodos y aplicaciones. *Revista de Ciencias Pecuarias*, 32(1): 21-34. <https://doi.org/10.1234/rcpecuarias.2016.007>.
- Arango Quispe, S. J. 2016. Variación del factor confort en vellones de alpaca Huacaya con relación al sexo y edad. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2646>.
- Burela, S. 2010. Caracterización y evaluación de las fibras de camélidos andinos: llama, alpaca y guanaco. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 27(2), 45-56. <https://doi.org/10.1186/s2056-7810-2015-004>.
- Carrillo, A., & López, L. 2017. Evaluación de la calidad de la fibra de llama mediante muestreo aleatorio y estratificado en la región altiplánica de Bolivia. *Revista de Investigación en Zootecnia*, 18(2), 45-58. <https://doi.org/10.1345/ri.zoo.2017.002>.
- COPROCA. 2017. COPROCAR FIBERS. Compañía de Productos. Consultado el 5 de nov. 2024. Disponible en: www.coprocabolivia.com
- Chambi, S. 2018. Impacto de la expansión agrícola y la degradación del suelo en la población de llamas en Bolivia. *Boletín de Agricultura y Medio Ambiente*, 10(4), 54-63. <https://doi.org/10.1057/baam.2018.034>.
- Cruz, L. 2016. Factores socioculturales y su influencia en la cría de llamas en Bolivia. *Revista de Estudios Socioculturales del Altiplano*, 7(2), 112-126. <https://doi.org/10.18200/resca.2016.022>.
- Fernández, M., & Rivera, A. 2017. Diversidad genética y manejo de las razas de camélidos sudamericanos en el Altiplano de Oruro, Bolivia. *Revista de Ciencias Veterinarias Andinas*, 19(1), 56-70. <https://doi.org/10.1186/jvsa.2017.003>.
- Fernández, M. 2018. La llama Q'ara y su importancia en la producción agropecuaria del Altiplano boliviano. *Revista de Investigación Agropecuaria Andina*, 23(2), 32-45. <https://doi.org/10.1234/riaa.2018.002>.

- González, A., & Martínez, P. 2019. Técnicas de muestreo y análisis de fibras animales. *Revista de Investigación en Materiales Textiles*, 23(4), 145-160. <https://doi.org/10.1234/rimt.2019.0145>.
- Goodwin, T. W. 1975. The relationship between the number of twists per centimeter and the degree of curvature of the fiber in various species. *Journal of Textile Science*, 9(2), 123–130. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653500000732>.
- Google Earth. 2023. Ubicación del Municipio de Turco, Oruro, Bolivia (Coordenadas aproximadas: -18.2345, -68.7654). Obtenido de <https://earth.google.com/>.
- Holt, C. 2013. A guide to Glossory of alpaca fibre terms. <https://www.bas-uk.com/wpcontent/uploads/2021/06/2013-guide-to-GLOSSORY-OF-ALPACA-FIBRE-TERMSSS.pdf>.
- Knox, I. J. y Lamb, P. R. 2002. Grower adoption of clip preparation standars for Australian alpaca fibre (Reporte). The Rural Industries Research and Development Corporation. Australia https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/02-0knox16_p.
- Martínez, J., Pérez, R., & Sánchez, M. 1997. Evaluación de la longitud de mecha en llamas T'amphulli y Q'aras. *Revista de Investigación Agropecuaria*, 23(2), 45–50. Recuperado:https://www.researchgate.net/publication/232005017_Produccion_de_fibra_de_alpaca_llama_vicuna_y_guanaco_en_Sudamerica.
- Marín, J. 2007. Evaluación de la curvatura de la fibra en alpacas Huacaya de un año de edad. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2646>.
- Mendoza, L., & Morales, A. 2021. Métodos de toma de muestras de fibra en camélidos sudamericanos: Técnicas y mejores prácticas. *Revista de Investigación en Ganadería*, 18(3), 89-102. <https://doi.org/10.1186/rig.2021.001>.
- Olarte Daza, C. U. 2022. Variación del índice de curvatura en llamas T'amphulli en función de la edad y el sexo. Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Recuperado de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/15061>.

- Pérez, R., & Gutiérrez, M. 2018. Muestreo de la fibra de llama y su relación con la calidad en el mercado textil: Caso de estudio en Oruro. *Estudios Agropecuarios y Pecuarios*, 19(4), 105-120. <https://doi.org/10.1435/eaap.2018.005>
- Pirilana. 2021. Anatomía de la fibra de lana. Recuperado de: <https://pirilana.com/fibra-de-lana-anatomia/>.
- PRO-CAMÉLIDOS. 2020. Informe de supervisión: Avances y desafíos del Programa de Fortalecimiento Integral del Complejo Camélidos en el Altiplano. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). Recuperado de <https://www.ifad.org/en/w/projects/1100001721>.
- Ramos, J. 2010. Evolución de los camélidos sudamericanos: Origen, domesticación y adaptación. *Revista de Ciencias Naturales*, 23(1), 77-89. <https://doi.org/10.1234/rscn.2010.045>.
- Salazar, J., & Fernández, M. 2019. Diversidad genética y manejo de las razas de camélidos sudamericanos en Bolivia. *Revista de Ganadería Andina*, 31(1), 80-96. <https://doi.org/10.1304/ganand.2019.021>.
- Sánchez, P., & Castro, J. 2019. Evaluación de la calidad de la fibra en llamas: Procedimientos de muestreo y análisis de características físicas. *Revista de Producción Animal*, 23(2), 45-58. <https://doi.org/10.4321/rpa.2019.002>.
- Torres, R., & Rivera, A. 2015. Distribución y características de las razas de camélidos sudamericanos en el Altiplano Boliviano. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 24(2), 45-59. <https://doi.org/10.1186/s2056-7810-2015-004>.
- Villanueva Huanca, N. 2024. Región Puno: hasta en un 30% se redujo la producción de fibra de vicuña en los últimos años. Radio Onda Azul. Recuperado de <https://radioondaazul.com/region-puno-hasta-en-un-30-se-redujo-la-produccion-de-fibra-de-vicuna-en-los-ultimos-anos/>.
- Zapata, G. 2016. Estudio sobre la calidad de la fibra de llama en el municipio de Turco, Oruro. *Boletín Agropecuario de Oruro*, 8(3), 13-21. <https://doi.org/10.1234/baor.2016.003>.

8. ANEXOS

Anexo 1. Municipio de Turco-Oruro



Trabajo conjunto en colaboración de cinco familias en el municipio.

Anexo 2. Reconocimiento del lugar y las zonas



Ubicación de cinco zonas del municipio y un matadero.

Anexo 3. Identificación de llamas para la recolección de muestras en las diferentes zonas



Selección de llamas de las diferentes familias.

Anexo 4. Selección de categorías dentarias según sexo de llamas



selección de llamas machos



Selección de llamas hembras

Anexo 5. Selección de Categorías dentarias (edades) llama



dos dientes



boca llena

Identificación de llamas de dos dientes, en machos y hembras



Identificación de llama en dientes de leche

Anexo 6. Identificación del costillar medio



Muestreo de fibra e identificación y recolección de la muestra, hasta recolectar las 80 muestras.

Anexo 7. Tijera de esquila

Herramienta fundamental para recolectar fibra

Anexo 8. Toma de muestra de fibra

Muestra de fibra recolectada y guardada en bolsas con zipper

Anexo 9. Selección de muestras



organización de datos según categoría dentaria y sexo.

Anexo 10. Rotulado de muestras de fibra



Rotulado de las muestras para garantizar la correcta identificación y la veracidad de los datos recolectados.

Anexo 11. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de la Estación Experimental Quimsachata distrito de Santa Lucía, provincia de Lampa, Región Puno



Instituto con muchos años en investigación en fibras, garantiza gran veracidad la lectura de los datos.

Anexo 12. Calibración del equipo OFDA para la lectura de datos



La calibración del equipo, que mide primero el índice de temperatura del ambiente en el momento, para así tener una lectura más correcta.

Anexo 13. Preparación de muestra por categoría y sexo



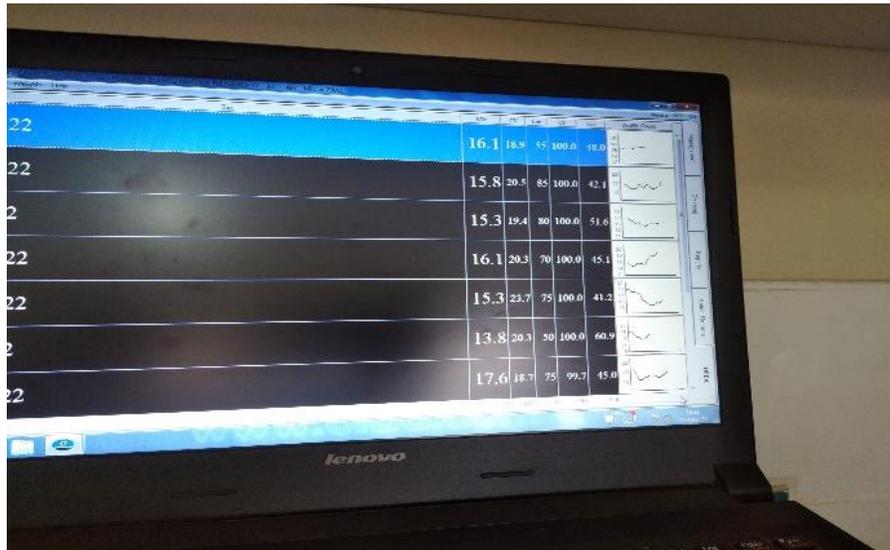
Se tomó una pequeña muestra de fibra y una gradilla para el preparado de la muestra, este proceso se repitió con todas las muestras.

Anexo 14. Uso del ventilador invertido



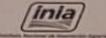
El ventilador invertido ayuda a tener la muestra más homogénea y como una telaraña tejida de manera fina, para que la lectura del dato sea más precisa.

Anexo 15. Lectura del equipo OFDA 2000



Una vez terminada la lectura de las muestras, se procede a guardar los datos en una carpeta, el cual permite imprimir la información recolectada, de tal manera sirve para interpretar los datos obtenidos.

Anexo 16. Constancia de prácticas realizadas en la estación experimental Agraria ILLPA-PUNO INIA.


PERU Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
 

RECURSOS HUMANOS

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la Unidad, la paz y el desarrollo"

CONSTANCIA DE PRACTICAS

LA QUE SUSCRIBE, DIRECTORA DE LA ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA ILLPA-PUNO INIA

HACE CONSTAR QUE :

Que, la Srta **PRISCILA QUISPE SILVA** estudiante de la Facultad de Ciencias Agrarias y Pecuarias Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad de El Alto Bolivia; ha realizado sus prácticas pre profesionales en Camélidos Sudamericanos del CIP Quimsachata de la Estación Experimental Agraria Illpa Puno INIA, por el período comprendido del 24 de Abril al 02 de Junio del año 2023.

En el desarrollo ha demostrado responsabilidad y trabajo en el cumplimiento de las funciones asignadas.

Se expide la presente Constancia a solicitud escrita de la interesada, para los fines que estime por conveniente.

Puno, 09 de Junio del 2023.



Cc.: Area. ARRH-EAIP
Arch.
Arch.



MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA-PUNO

.....
Dra. NORA LUGO GALVEZ ILAZACA
DIRECTORA

www.inia.gob.pe |
illpa@inia.bob.pe

Rinconada de Salcedo s/n
 Puno. Puno. Perú
 T: (051) 363-812
illpa@inia.bob.pe

Con esta constancia se refuerza los conocimientos de la investigación y las prácticas que se deben realizar en camélidos.

Anexo 17. Constancia de haber realizado el análisis de las características textiles de 80 muestras de fibra de llama T'amphulli


PERU Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
 
 Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
 "Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

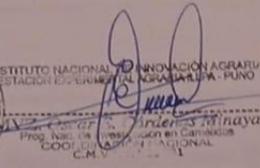
CONSTANCIA

El MVZ. Oscar Cardenas Mlnaya, Coordinador del Programa Nacional en Camélidos del Instituto Nacional de Innovación Agraria, hace constar que:

La señorita Priscila Quispe Silva, estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública del Alto Bolivia, con C.I. 6986453, ha realizado el análisis de las características textiles de 80 muestras de fibra de llama de diferentes colores, que corresponde a su tesis de grado, en el laboratorio de fibras de la Estacion Experimental Illpa anexo Quimsachata del INIA Perú, mediante el método OFDA.

Se expide el presente certificado a petición oral del interesado para los fines que viera por conveniente

Quimsachata 24 de Julio del 2023

Av. La Molina 1981, La Molina
 Central Telefónica: 240-2100 Anexo 214
www.gob.pe/inia
www.gob.pe/midagri


 BICENTENARIO

Con esta constancia se fuerza la veracidad de la investigación.

Anexo 18. Ficha de muestreo de los datos obtenidos de la lectura del equipo OFDA

OFDA 2000 REPORT: SORTED BY MICRON CARACTERISTICAS FISICAS DE LA FIBRA DE LLAMA MACHOS Y HEMBRAS							Job details INIA - PUNO CIP QUIMSACHATA Reference: 0054 - 0054 Tested: 2023		
Nº	Nº de Arete	Sexo	Categoría dentaria	repetición	MIC AVE μm	CF %	SL mm	CV MIC %	CRV $^{\circ}/\text{mm}$
					diámetro de fibra	factor confort	longitud de mecha	coeficiente de variación	índice de curvatura Dg/mm
1	102	MACHO	DL	1	18.4	98,9	95	22,4	42,4
2	0 22	MACHO	DL	2	20.2	97,3	40	19,2	54,2
3	00 37	MACHO	DL	3	20.4	95,1	50	25,2	57,3
4	00 2	MACHO	DL	4	20.5	95,9	35	22,4	52,5
5	104	MACHO	DL	5	20.8	96,5	110	21,8	40,8
6	0 68	MACHO	DL	6	20.9	97,2	50	20,4	51,9
7	0 72	MACHO	DL	7	21.5	92,5	80	24,1	45,2
8	0 66	MACHO	DL	8	21.6	92,9	110	25,3	34,3
9	0 49	MACHO	DL	9	21.7	95,7	50	21,1	55
10	0 65	MACHO	DL	10	21.9	93,5	60	22,1	47,1
11	00 7	MACHO	2D	1	22,1	90,7	50	25,3	32,2
12	00 14	MACHO	2D	2	22,2	94,2	50	21,1	38,9
13	0 67	MACHO	2D	3	22,2	92,2	50	22,5	48
14	00 35	MACHO	2D	4	22,4	94,3	50	19,2	50,3
15	0 73	MACHO	2D	5	22,4	92,6	65	21,4	45,8
16	00 4	MACHO	2D	6	22,8	88,1	55	26,1	38,8
17	0 48	MACHO	2D	7	22,8	91,9	60	21,2	45,7
18	55	MACHO	2D	8	22,9	91,1	45	23,6	48,6
19	00 34	MACHO	2D	9	23,3	90	45	21,8	34,8
20	00 3	MACHO	2D	10	23,4	92,9	45	20,2	38,1
21	00 13	MACHO	4D	1	23,6	90,9	45	20,9	43,9
22	00 36	MACHO	4D	2	23,7	89,7	50	22	44,1
23	00 12	MACHO	4D	3	23,8	89,7	45	20,6	40,8
24	0 11	MACHO	4D	4	23,8	86,7	45	24,3	38,5
25	103	MACHO	4D	5	23,9	85,6	60	25,3	40,5
26	0 69	MACHO	4D	6	24,6	84	65	25	40,7
27	00 9	MACHO	4D	7	25	86	45	20	42,8
28	00 40	MACHO	4D	8	25,1	83,3	90	24,1	20,1
29	00 31	MACHO	4D	9	25,2	85,6	35	21,9	53,6

30	00 38	MACHO	4D	10	25,3	87	50	20,6	38,2
31	0 70	MACHO	BLL	1	25,5	84,4	55	22,3	40,5
32	00 33	MACHO	BLL	2	25,6	82,4	50	24,8	34,9
33	0 666	MACHO	BLL	3	26,1	81,4	60	23,2	37,1
34	0 71	MACHO	BLL	4	26,3	80,3	125	21,9	33,2
35	00 39	MACHO	BLL	5	28,2	70,8	55	21,5	27,3
36	105	MACHO	BLL	6	28,7	66,1	60	25,5	35,4
37	106	MACHO	BLL	7	28,7	66,5	85	26,6	37,4
38	00 32	MACHO	BLL	8	28,8	69,3	40	22,4	41,5
39	191	MACHO	BLL	9	29,7	62,1	70	21,3	35,5
40	101	MACHO	BLL	10	36,1	23,6	50	23	28,8
41	178	HEMBRA	DL	1	18,4	99	55	20,4	44,3
42	325	HEMBRA	DL	2	18,4	99,1	50	19,7	46,3
43	132	HEMBRA	DL	3	18,8	99,3	40	18,4	47,1
44	6122	HEMBRA	DL	4	18,9	98,4	75	21,3	49,5
45	129	HEMBRA	DL	5	19,4	96,7	70	23	48,8
46	0 22	HEMBRA	DL	6	20	97,3	45	22,2	52,6
47	131	HEMBRA	DL	7	20	96,5	65	23,6	53,9
48	448	HEMBRA	DL	8	20,2	97,9	55	19,7	48,9
49	107	HEMBRA	DL	9	20,2	96,4	50	21,6	46,9
50	0 6	HEMBRA	DL	10	20,7	96,6	45	21,7	59,1
51	183	HEMBRA	2D	1	20,4	97,9	65	18,6	45
52	120	HEMBRA	2D	2	20,4	97,8	60	18,9	51,4
53	235	HEMBRA	2D	3	20,5	97,5	60	19,3	46,3
54	161	HEMBRA	2D	4	20,6	95,5	55	22	39,7
55	0 50	HEMBRA	2D	5	21,1	95,5	50	21,3	48,2
56	2000	HEMBRA	2D	6	21,2	96,8	75	18,2	29
57	113	HEMBRA	2D	7	21,5	94,9	50	19,7	44,7
58	0 21	HEMBRA	2D	8	21,6	93,2	100	24,9	45,5
59	237	HEMBRA	2D	9	21,8	92,2	85	24,7	46
60	130	HEMBRA	2D	10	21,9	93,2	100	24,1	42,5
61	643	HEMBRA	4D	1	22,2	93,8	95	21,5	54,4
62	4200	HEMBRA	4D	2	22,2	92,9	55	22,6	43,9
63	200	HEMBRA	4D	3	23	92,2	55	21,5	37,6
64	45	HEMBRA	4D	4	23	93,4	45	20,1	42,5
65	165	HEMBRA	4D	5	23,3	91,8	65	21,4	39,1
66	0 1	HEMBRA	4D	6	23,4	89	50	23,3	49,1
67	0 13	HEMBRA	4D	7	23,6	88,5	35	24,6	43
68	445	HEMBRA	4D	8	23,9	85,8	60	24,5	48,1
69	0 10	HEMBRA	4D	9	24	90,5	55	20,6	39,1

70	115	HEMBRA	4D	10	24,7	88,2	50	20,5	41,9
71	00 41	HEMBRA	BLL	1	24,8	83,6	45	25	31,8
72	0 4	HEMBRA	BLL	2	25,5	83,2	50	23,5	37,3
73	0 15	HEMBRA	BLL	3	25,9	83,6	40	21	34,7
74	611	HEMBRA	BLL	4	26,3	80,7	100	21,6	37,6
75	0 23	HEMBRA	BLL	5	26,4	74,2	65	25	37,4
76	3000	HEMBRA	BLL	6	26,5	82,9	60	19,4	36,1
77	229	HEMBRA	BLL	7	26,9	78	110	23	34,9
78	2200	HEMBRA	BLL	8	28,3	73,1	50	21,9	34,9
79	0 9	HEMBRA	BLL	9	29,7	56	40	26,2	35,2
80	0 8	HEMBRA	BLL	10	30,6	52,2	30	29,2	43,7

Los resultados obtenidos marcan la importancia del manejo, la alimentación y el cuidado, y la importancia para la investigación