

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



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE FIBRA EN ALPACA HUACAYA  
(*Vicugna pacos*), POR CATEGORIAS HEMBRAS Y MACHOS, EN  
LA COMUNIDAD TURCO - ORURO.**

**Por:**

**Fanny Vilma Illanes Limachi**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**Octubre, 2024**

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

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE FIBRA EN ALPACA HUACAYA (*Vicugna pacos*),  
POR CATEGORIAS HEMBRAS Y MACHOS, EN LA COMUNIDAD TURCO - ORURO.**

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

**Fanny Vilma Illanes Limachi**

**Asesores:**

Ph. D. M. Sc. Lic. Ing. Nora Francisca Quispe Quispe .....

M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez .....

**Tribunal Revisor:**

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

Lic. Ing. Vicky Ruth Villca Calle .....

Lic. Ing. Reinaldo Mendoza Segovia .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....



**DEDICATORIA:**

*Esta tesis está dedicado a:*

*A Dios quién ha sido mi guía y fortaleza. Su mano de fidelidad y amor ha estado conmigo hasta el día de hoy.*

*Especialmente a mi padre Eugenio Illanes Quispe y a mi madre Martina Limachi Titirico, por todas sus atenciones, apoyo, comprensión, educación en mi formación profesional*

*A mis hermanitos Franklin, Wendy, Gabriela y Daniela por el constante aliento y apoyo que me dieron.*

*Finalmente, mi más grande bendición mi hijo Cristofer, por las fuerzas que me dio durante la carrera hasta terminar, quien fue mi motivación de seguir adelante.*

## AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento a Dios todo poderoso por la oportunidad de concederme la vida, por su iluminación en mi etapa de aprendizaje y por estar siempre conmigo guiando y dando las fuerzas necesarias para lograr la conclusión de mi carrera profesional “Mira que te mando a que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová, tu Dios estará contigo en donde quiera que vayas” **(Josué 1:9)**.

A la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto, al plantel docente y administrativo, por haberme impartido valiosos conocimientos que contribuyeron en mi formación profesional.

A los docentes de la Carrera Ingeniería Agronómica de la UPEA, muchas gracias por sus enseñanzas, conocimientos y experiencias esenciales, que hicieron posible mi formación como profesional.

A mis estimados asesores: Ph. D. M. Sc. Lic. Ing. Nora Francisca Quispe Quispe, M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez, por el constante apoyo en la planificación, corrección y orientación del presente trabajo; brindándome el tiempo dedicado, que sin su ayuda no hubiera sido posible la culminación del presente trabajo. También quiero expresar mi gratitud a los miembros de mi tribunal: Ph. D. Lic. Ing. Pedro Angel Delgado Callisaya Lic. Ing. Vicky Ruth Villca Calle y Lic. Ing. Reinaldo Mendoza Segovia, por sus invaluable correcciones y sugerencias que mejoraron significativamente este trabajo.

Especialmente a mi padre Eugenio Illanes Quispe y a mi madre Martina Limachi Titirico, por todas sus atenciones, apoyo, comprensión, educación en mi formación profesional

A mis hermanitos Franklin, Wendy, Gabriela y Daniela por el constante aliento y apoyo que me dieron finalmente, a mi querido hijo Cristófer, por las fuerzas que me dieron desde el inicio hasta final.

A mis grandes amigos que conocí durante toda mi etapa universitaria gracias por el apoyo y aliento para poder realizar la tesis.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	vii
ABREVIATURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x

## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Hipótesis.....	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
2.1. Origen y distribución mundial de los camélidos.....	5
2.1.1. Población de alpacas en Sudamérica, Bolivia y Turco - Oruro .....	5
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	6
2.2. La alpaca .....	7
2.3. La fibra en alpaca Huacaya .....	7

2.4.	Importancia y valor de la calidad de fibra .....	8
2.5.	Características de la producción de fibra de alpacas .....	8
2.5.1.	Producción de fibra de alpaca .....	8
2.6.	Características y parámetros de la fibra de una alpaca.....	9
2.6.1.	Parámetros que determinan la calidad de la fibra.....	9
2.6.1.1.	Diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ ) .....	9
2.6.1.2.	Índice de confort (%) .....	10
2.6.1.3.	Longitud de la mecha (cm) .....	11
2.6.1.4.	Índice de curvatura ( $^{\circ}/\text{mm}$ ) .....	12
2.6.1.5.	Número de rizos (rizos/cm) .....	12
2.6.1.6.	Finura al hilado ( $\mu\text{m}$ ) .....	13
2.6.2.	Clasificación por color para la determinación de la fibra.....	14
2.6.3.	Clasificación y categorización dentaria para la determinación de la fibra ..	15
2.6.3.1.	Clasificación por sexo en alpacas .....	16
2.6.3.2.	Categorización dentaria por edad en alpacas.....	16
2.7.	Muestreo.....	17
2.7.1.	Equipos de análisis de fibra.....	17
2.7.1.1.	OFDA 100 .....	18
2.7.1.2.	OFDA 2000 .....	18
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
3.1.	Localización .....	20
3.1.1.	Ubicación geográfica lugar de muestreo de fibra.....	20
3.1.2.	Características edafoclimáticas.....	20
3.1.2.1.	Latitud y temperatura .....	20
3.1.2.2.	Cantones y topografía .....	21
3.1.2.3.	Suelos .....	21

3.1.2.4.	Flora y fauna .....	21
3.1.2.5.	Ganadería y los recursos hídricos .....	22
3.1.3.	Ubicación geográfica laboratorio de análisis de fibra.....	22
3.2.	Materiales .....	23
3.2.1.	Material de muestra .....	23
3.2.2.	Material de laboratorio.....	23
3.2.3.	Material de campo.....	24
3.2.4.	Material de gabinete.....	24
3.3.	Metodología .....	25
3.3.1.	Socialización y coordinación con los comuneros para recolecta de fibra...	25
3.3.2.	Selección de animales, extracción y obtención de muestras de fibra .....	25
3.3.3.	Análisis de laboratorio .....	26
3.4.	Diseño experimental .....	27
3.4.1.	Factores de estudios .....	28
3.4.2.	Análisis estadístico.....	28
3.4.2.1.	Análisis de varianza (ANVA) .....	28
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
4.1.	Diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ ).....	29
4.2.	Índice de confort (%).....	32
4.3.	Longitud de la mecha (cm).....	35
4.4.	Índice de curvatura ( $^{\circ}/\text{mm}$ ).....	38
4.5.	Número de rizos (rizos/cm) .....	41
4.6.	Finura al hilado ( $\mu\text{m}$ ).....	44
5.	CONCLUSIONES.....	47
6.	RECOMENDACIONES.....	48
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	49

8. ANEXOS .....56

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Clasificación taxonómica de la alpaca.....	6
Cuadro 2.	Aplicación del factor de confort en diferentes prendas .....	11
Cuadro 3.	Clasificación de color de la fibra de alpaca.....	15
Cuadro 4.	Clasificación por sexo en alpacas .....	16
Cuadro 5.	Categorización dentaria por edad .....	17
Cuadro 6.	Factores planteados en estudio .....	28
Cuadro 7.	Media del Diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ ) para el factor sexo .....	29
Cuadro 8.	Análisis de Varianza para el Diámetro de fibra.....	29
Cuadro 9.	Media del Índice de confort (%) para el factor sexo.....	32
Cuadro 10.	Análisis de Varianza para el Índice de confort.....	32
Cuadro 11.	Media de Longitud de mecha (cm) para el factor sexo .....	35
Cuadro 12.	Análisis de Varianza para la Longitud de mecha .....	35
Cuadro 13.	Media del Índice de curvatura para el factor sexo .....	38
Cuadro 14.	Análisis de Varianza para el Índice de curvatura.....	38
Cuadro 15.	Media de Número de rizos para el factor sexo .....	41
Cuadro 16.	Análisis de Varianza para Número de rizos.....	41
Cuadro 17.	Media de la finura al hilado para el factor sexo .....	44
Cuadro 18.	Análisis de Varianza para Finura al hilado.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bidimensional de una fibra de lana (Fish <i>et al.</i> , 1999). .....	13
Figura 2. Ubicación geográfica de Turco - Oruro (GAMT, 2008).....	20
Figura 3. Ubicación geográfica del Banco de Germoplasma Quimsachata (INIA, 2020)...	23
Figura 4. Prueba de medias de Duncan del Diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ ).....	30
Figura 5. Prueba de medias de Duncan del Índice de confort (%) .....	33
Figura 6. Prueba de medias de Duncan de la Longitud de mecha (cm) .....	36
Figura 7. Prueba de medias de Duncan del Índice de curvatura ( $^{\circ}/\text{mm}$ ) .....	39
Figura 8. Prueba de medias de Duncan del Número de rizos (rizos/cm).....	42
Figura 9. Prueba de medias de Duncan del Número de rizos(rizos/cm).....	43
Figura 10.Prueba de medias de Duncan de la Finura al hilado ( $\mu\text{m}$ ) .....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de muestreo y sus datos en Excel de cada variable.....	57
Anexo 2. Turco - Oruro y sus alpacas de la comunidad.....	59
Anexo 3. Reconocimiento de certificado de un productor en la recolección de fibra.....	59
Anexo 4. Procedimiento de la recolección de fibra.....	60
Anexo 5. Entrada a la estación experimental del Centro de Investigación y Producción Quimsachata Puno - Perú.....	62
Anexo 6. Procedimiento de análisis de fibras en el Centro de Investigación y Producción Quimsachata Puno - Perú.....	62

**ABREVIATURAS**

kg	Kilogramo
cm	Centímetro
°C	Grados centígrados.
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
µm	Micrómetro
grad/mm	grados / milímetro
g	gramos
km	kilómetro
CV	Coefficiente de variación
INE	Instituto Nacional de Estadística
PTDI	Plan Territorial De Desarrollo Integra
PDM	Plan de Desarrollo Municipal I
OFDA	Equipo Optical Fiber Diameter Analysis
CIP	Centro de Investigación y Producción

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la comunidad de Turco, en la provincia de Sajama, en el departamento de Oruro. El objetivo principal fue evaluar la calidad de la fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), considerando las categorías de hembras y machos en la comunidad. Se realizó un muestreo de 80 alpacas de color blanco, tomando en cuenta dos factores: sexo y categorización dentaria (DL, 2D, 4D y BLL). Se extrajo fibra de la región costillar media de cada animal, y estas muestras fueron analizadas en el Centro de Investigación y Producción (CIP) Quimsachata, en Puno - Perú. Para el análisis se utilizó el equipo OFDA 2000, con el que se determinaron las siguientes variables: diámetro de fibra, factor de confort, longitud de mecha, índice de curvatura, número de rizos (esta variable se midió con una regla graduada), y la finura del hilado.

Los resultados más destacados de la investigación fueron los siguientes: Diámetro de Fibra (DF): Las mejores calidades se encontraron en hembras de la categoría 2D y machos de la categoría BLL. Índice de Confort (IC): Los valores más altos se observaron en hembras y machos de la categoría 2D. Longitud de Mecha (LM): Los valores máximos se encontraron en las categorías BLL y 2D. Índice de Curvatura (ICU): Las alpacas de las categorías 4D y BLL mostraron la mejor curvatura. Número de Rizos (NR): La categoría BLL tuvo el mayor número de rizos. Resultados similares se observaron entre machos y hembras de esta categoría y Finura del Hilado (FH): Las mejores finuras se encontraron en machos de la categoría BLL y en hembras de la categoría 2D. Estos resultados indican que el sexo y la categorización dentaria influyen significativamente en la calidad de la fibra de las alpacas.

Estos resultados promoverán la cría de alpacas de alta calidad, ya que los datos obtenidos proporcionarán una base sólida para futuras investigaciones en este ámbito.

## ABSTRACT

The present study was carried out in the community of Turco, in the province of Sajama, in the department of Oruro. The main objective was to evaluate the quality of Huacaya alpaca (*Vicugna pacos*) fiber, considering the categories of females and males in the community. A sampling of 80 white alpacas was carried out, taking into account two factors: sex and dental categorization (DL, 2D, 4D and BLL). Fiber was extracted from the middle rib region of each animal, and these samples were analyzed at the Quimsachata Research and Production Center (CIP), in Puno - Peru. For the analysis, the OFDA 2000 equipment was used, with which the following variables were determined: fiber diameter, comfort factor, wick length, curvature index, number of curls (this variable was measured with a graduated ruler), and the fineness of the yarn.

The most notable results of the research were the following: Fiber Diameter (DF): The best qualities were found in females from the 2D category and males from the BLL category. Comfort Index (CI): The highest values were observed in females and males in the 2D category. Wick Length (LM): The maximum values were found in the BLL and 2D categories. Curvature Index (ICU): The alpacas of the 4D and BLL categories showed the best curvature. Number of Curls (NR): The BLL category had the highest number of curls. Similar results were observed between males and females of this category and Yarn Fineness (FH): The best finenesses were found in males of the BLL category and in females of the 2D category. These results indicate that sex and dental categorization significantly influence the fiber quality of alpacas.

These results will promote the breeding of high-quality alpacas, since the data obtained will provide a solid basis for future research in this area.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la zona andina de Bolivia es importante la producción de llamas, alpacas y vicuñas entre otras. Estas especies domésticas son consideradas de gran valor ecológico, como se sabe, las especies más domesticadas incluyen la alpaca y la llama, las cuales se encuentran como fuentes de fibra para la producción textil y como fuente de alimento, como la carne de estas especies domésticas. Según Pineda (2010), la alpaca, es uno de los camélidos que habita principalmente en zonas altas y húmedas de los países de Perú, Bolivia, Chile, Argentina y Ecuador, estos tres primeros países poseen poblaciones inferiores con relación a los últimos, también se crían en otros continentes del mundo.

La calidad de la fibra de alpaca está influenciada por una serie de factores, incluyendo la raza, la edad, el sexo y el color de la fibra. Las alpacas de la raza Huacaya tienen una fibra más fina y suave que las alpacas de la raza Suri. Las alpacas más viejas tienen una fibra más gruesa y más medulada que las alpacas más jóvenes. Las alpacas machos tienen una fibra más gruesa y más medulada que las alpacas hembras. Las alpacas de color blanco tienen una fibra más fina y más suave que las alpacas de color (Brenes *et al.*, 2001).

La crianza de alpacas es una actividad de gran importancia socioeconómica para las zonas alto andinas de nuestro país en zonas frías y lejanas. La capacidad de las alpacas que tienden a adaptarse a las grandes alturas de nuestro país, donde permite la utilización económica de grandes áreas de pastos naturales y que comparte con otras especies domésticas como ovinos y vacunos.

Wang *et al.* (2003), indican que la industria textil considera a la fibra de alpaca como una fibra especial y las prendas que se confeccionan con ellas, están clasificadas como artículos de lujo, por lo que es preferida para la confección de chompas, suéteres, faldas, corpiños, guantes y entre otras prendas de vestir.

La comunidad Turco, ubicada en el departamento de Oruro, Bolivia, es una zona con una importante tradición de crianza de alpacas Huacaya. La fibra de alpaca es un producto de gran valor comercial, por lo que es importante evaluar su calidad para mejorar la rentabilidad de la actividad ganadera en la comunidad.

### 1.1. Antecedentes

Como antecedentes relacionados al presente tema de investigación se cuenta con un trabajo hasta la fecha, realizado y formalmente presentado en Bolivia, planteado por el investigador independiente de la CEAC-UTO, citado por Carrasco, (2007), que presenta el tema de investigación “Cuantificación de defectos congénitos y hereditarios en llamas (*Lama glama*) del Municipio de Turco Provincia Sajama departamento de Oruro”, el trabajo se desarrolló en el año 2007 en seis ayllus en la comunidad de Turco del departamento de Oruro. Se encontró que la prevalencia de criptorquidia fue del 5% en machos y del 2% en hembras, la prevalencia de paladar hendido fue del 2%, la prevalencia de malformaciones de las extremidades fue del 3% y la prevalencia de malformaciones del sistema nervioso fue del 1%.

En 2018, presentan el tema de investigación, “calidad de fibra de alpacas huacaya (*Vicugna pacos*) del Centro Experimental Agropecuario Condoriri y de las comunidades Norte Condo, Cosapa del departamento de Oruro”, presentada por Huajlla (2018), donde se hallaron altamente significativa en la longitud de mecha fue mayor en Norte Condo (17.3 cm), seguida por Cosapa (12.8 cm) y CEAC (9.4 cm). Las hembras mostraron una longitud de mecha superior (13.5 cm) a la de los machos (13.4 cm). Los rizos por pulgada fueron más abundantes en Cosapa (8.1 rizos/pulg) que en Norte Condo (6.7 rizos/pulg) y CEAC (6.3 rizos/pulg). El diámetro promedio de fibra fue menor en Cosapa (22.9  $\mu\text{m}$ ) que en Norte Condo (25.5  $\mu\text{m}$ ) y CEAC (25.8  $\mu\text{m}$ ). El confort de la fibra fue más alto en Cosapa (88.1%), seguido por Norte Condo (79.7%) y CEAC (76.6%). La variabilidad del coeficiente de variación fue más alta en la categoría "A" (27.9%), seguida de "B" (26.4%), "C" (26.2%), y "D" (26.1%).

En 2015 la investigación denominada “Evaluación de la calidad de fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en dos localidades del municipio de Catacora, departamento de La Paz” con el fin de tener buenos resultados en las alpacas muestran que las alpacas Huacaya procedentes del municipio de Catacora tienen una calidad de fibra aceptable, con un diámetro de fibra promedio de 22,84  $\mu\text{m}$ , un coeficiente de variación del diámetro de 21,95 %, un porcentaje de fibras meduladas de 26,07 %, un índice de confort de 92,17 %, una longitud de mecha medida en el cuerpo del animal de 11,28 cm y un número de rizos por pulgada en fibra de 6,9 (Aruquipa, 2015).

## **1.2. Planteamiento del problema**

Uno de los problemas clave que enfrenta la comunidad de productores de alpaca en Turco es la falta de conocimiento y acceso a servicios de evaluación de la calidad de la fibra. A esto se suman dificultades en el manejo y la alimentación de los animales, que afectan directamente la finura y otras propiedades de la fibra, limitando su cumplimiento con los estándares del mercado textil. La mayoría de los productores ignora la calidad de la fibra que producen y las causas de las variaciones, las cuales podrían estar relacionadas con el manejo, la dieta, el sexo, y la categoría de las alpacas, restringiendo así su capacidad de mejora y acceso a mejores oportunidades comerciales.

Otro problema es el desconocimiento sobre la evaluación de la calidad de la fibra en alpacas, un tema crucial para los productores, ya que les permite conocer el valor comercial de su producto. Esta falta de conocimiento les impide obtener precios justos, limita su capacidad para competir en mercados exigentes, dificulta la implementación de mejoras en la producción y reduce los incentivos para adoptar tecnologías avanzadas. Todo esto impacta negativamente en sus ingresos y en el desarrollo económico de la comunidad.

## **1.3. Justificación**

Esta investigación se llevó a cabo con el propósito de evaluar las características de la fibra de alpaca Huacaya en la comunidad de Turco. Se analizaron varios parámetros para identificar las mejores fibras tanto en hembras como en machos, clasificándolos de manera adecuada. Las familias de esta comunidad se dedican a la producción y manejo sostenible de la ganadería camélida, que constituye su principal fuente de ingresos. Mejorar la calidad de la fibra permitiría optimizar la comercialización y, como resultado, aumentar los ingresos de las familias involucradas.

Asimismo, se proporcionó información a los productores sobre las diferencias entre las fibras de machos y hembras, destacando los animales con las mejores características para la mejora genética. Esto podría iniciar un proceso de selección que optimice la fibra y aumente los ingresos de los productores. Además, se capacitó a los productores sobre el valor de la fibra, permitiéndoles mejorar la rentabilidad con una inversión mínima y manejar sus ejemplares de manera más eficiente en la comunidad.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar la calidad de fibra en alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), por categorías hembras y machos en la comunidad Turco – Oruro.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la calidad de fibra en alpaca de color blanco en la comunidad Turco – Oruro.
- Evaluar el efecto por categorías dentarias, según sexo (machos y hembras) para la calidad de fibra.
- Determinar la calidad de fibra dentro de los parámetros (diámetro de fibra, índice de confort, longitud de mecha, índice de curvatura, número de rizos y finura al hilado) según sexo y categorías.

## **1.5. Hipótesis**

- Ho: No existen diferencias significativas en la calidad de fibra de la alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), por categorías hembras y machos, en la comunidad Turco - Oruro.
- Ha: Existen diferencias significativas en la calidad de fibra de la alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), por categorías hembras y machos, en la comunidad Turco - Oruro.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Origen y distribución mundial de los camélidos**

Los camélidos se originaron en Norteamérica hace 9 a 11 millones de años, se destacan dos tribus (Lamini y Camelini). Hace tres millones de años la tribu Camelini migra a Europa y Asia originándose camellos y dromedarios y la tribu (Lamini) también migran a Sudamérica originándose los camélidos sudamericanos, así también sostiene que en la época incaica, la fibra de alpaca alcanzó su gran importancia por su calidad durante los siglos XIV y XV (Cruz, 2011).

En América, los camélidos se encuentran en los Andes, desde el sur de Perú hasta el norte de Chile. Según Pineda (2004), también afirma que la existencia de la alpaca data posiblemente hace 4.000 y 5.000 años atrás, cuando la civilización andina comenzó domesticar y se verifica que su fibra es de una calidad excepcional.

Las zonas de producción de camélidos sudamericanos en la actualidad se localizan sobre los 3,500 y 4,800 m.s.n.m., en las altiplanicies de la Cordillera de los Andes que atraviesan los territorios de Ecuador, Perú y Bolivia. Específicamente en Bolivia las zonas de producción de camélidos se localizan al Oeste: de Norte al Sur con las fronteras de Perú y Chile, lo que comprende los departamentos de La Paz, Oruro, Cochabamba y Potosí (De los Ríos, 2006).

#### **2.1.1. Población de alpacas en Sudamérica, Bolivia y Turco - Oruro**

FAO (2005), indica que la población mundial de alpacas se estima en unos 3,7 millones. En Bolivia la población de alpacas es de 416.020 cabezas de alpacas, el departamento de La Paz ocupa el primer lugar con mayor número de cabezas (239.223), seguido por Oruro (189.215), Cochabamba (20.000) y Potosí (12.582).

Mientras que el Instituto Nacional de Estadística INE (2013), registra en el censo agropecuario, que el departamento de La Paz tenía una población de alpacas de 305.467 cabezas, lo que refleja el 68.8% de la población total de alpacas en Bolivia.

Según el PTDI - Oruro (2020), afirma que el departamento de Oruro es considerado el primer productor de ganadería camélida ya que cuenta con la mayor cantidad de llamas y alpacas en relación a toda Bolivia, así también señala que el número de camélidos alcanza

a 1.069.169 unidades de las cuales, 954.985 son llamas y 114.184 alpacas. Los municipios que poseen mayor cantidad y mejores ejemplares son: Turco (123.001 unidades) y Curahuara de Carangas (85.940 unidades), los municipios menos productores de este tipo de ganado son: Huachacalla y El Choro con 226 y 448 cabezas respectivamente.

### 2.1.2. Clasificación taxonómica

Según Quispe (2020), los estudios moleculares realizados por Wheeler, Chikhi y Bruford (2006) indican una gran similitud genética entre la alpaca, la vicuña, el guanaco y la llama, demostrando una afinidad muy cercana entre estos cuatro camélidos. Anteriormente, la alpaca se clasificaba como *Lama pacos*, pero debido a su cercanía genética con la vicuña, se cambió su clasificación a *Vicugna pacos*. Asimismo, la familia taxonómica fue modificada de "Auquenidos" a Camelidae (Mamani, 2011). En el Cuadro 1, se muestra la taxonomía de la alpaca según Contreras (2019).

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la alpaca**

CATEGORÍA	TAXONOMIA
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Vertebrados
Orden	Artiodactyla
Suborden	Tylopoda
Familia	Camelidos
Tribu	Lamini
Género	Vicugna
Especie	( <i>Vicugna pacos</i> )

Nombre Binomial (Linneo, 1758).

Fuente: (Contreras, 2019).

## **2.2. La alpaca**

Según Pineda (2010), la alpaca proviene de la domesticación de la vicuña, y habita en la zona alta andina que oscila entre los 3800 y 4500 msnm, incluso pueden vivir hasta más de 5000 metros de altitud y con una temperatura de 6°C a 8°C y 400 a 700 mm de precipitación entre el Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Viven preferentemente en la tundra andina húmeda, en los lugares llamados bofedales. Estos lugares son muy pobres en pastos naturales y el medio ambiente es muy difícil, con variaciones bruscas de temperatura tan solo en 24 horas.

Chiri (2002), afirma que la alpaca es un animal fino, de cuerpo esbelto cubierto de fibra que en su conjunto se denomina vellón y existen dos razas de alpacas; la huacaya y el suri, siendo la raza huacaya el 90% del total de la población de todas las alpacas, en Bolivia, y se caracteriza por su abundante crecimiento de fibra que cubre el cuerpo, piernas y cuello, el propósito de esta raza es la producción de fibra. La raza suri, se caracteriza por su fibra sedosa, lacia de mayor crecimiento longitudinal, su fibra cae desde la línea media de la espalda ambos lados, muchas veces llegando al suelo si el animal no es esquilado.

## **2.3. La fibra en alpaca Huacaya**

La fibra de alpaca tiene características que lo hacen muy conveniente como insumo para la industria textil. Es bastante flexible y suave al tacto, tienen poca capacidad inflamable, es poco alérgica y las prendas que se confeccionan son bastante agradables, lo cual es remarcado especialmente en abrigos; asimismo los vestidos exhiben unos excelentes pliegues, apariencia, caída y lustrosos los cuales dan la sensación de ser nuevos a pesar de que puedan tener tiempo de uso (Mayhua *et al.*, 2014).

La alpaca Huacaya tiene un vellón muy voluminoso con fibras rizadas, parecido al de la llama Ch'aku. La fibra de alpaca es la que tiene mayor aceptación por la industria textil, y la fibra de llama tradicionalmente fue considerada de inferior calidad por ser muy heterogénea, debido a la presencia de un considerable porcentaje de cerdas o pelos; sin embargo, resultados de investigaciones recientes y gracias al avance de la tecnología del descordado, la fibra de llama ahora es considerada de calidad textil similar a la fibra de alpaca (Rossi, 2004).

## **2.4. Importancia y valor de la calidad de fibra**

Michell y Cia (2007), afirman que el valor comercial de la calidad de fibra de alpaca está directamente relacionada a su grado de finura. Sin embargo en rebaños de alpacas de las comunidades, dicha condición no se cumple, situación que va en desmerito de su valor en el mercado nacional e internacional (Quispe *et al.*, 2009). A su vez, Canaza (2009), argumenta que la fibra es apreciable y tiene mayor aceptación internacional por su calidad en la industria textil, cuya producción de fibra de alpaca representa el 10 %, mientras de la llama solo el 1 %.

Según FAO (2005), afirma que hay factores que influyen en la cantidad y la calidad de fibra en las alpacas que son las enfermedades parasitosis internas, que pueden reducir sustancialmente el crecimiento del diámetro y la resistencia a la tracción de la fibra. La sarna es una de las enfermedades principales en alpacas y además de afectar a la fibra y a su calidad, también puede causar retardo en el crecimiento y alteración de otras funciones productivas.

## **2.5. Características de la producción de fibra de alpacas**

### **2.5.1. Producción de fibra de alpaca**

La FAO (2009), indica que la producción de fibra de alpaca a nivel mundial es de 4.000 toneladas, los países de Perú, Bolivia y Chile son los mayores productores. Según el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) actualmente, en Bolivia se produce aproximadamente 500 toneladas/año de fibra de alpaca, sin embargo la mayoría de los productores de camélidos desconocen la calidad de fibra que producen sus alpacas las mismas que son comercializadas a un bajo precio en ferias locales a intermediarios.

Según el INE (2013), indica que Bolivia ocupa el segundo lugar en la producción de alpacas a nivel mundial. El 92.3% de la población alpaquera es de la raza Huacaya y el 7.7% son de raza Suri (Chiri, 2010).

La producción de fibra está concentrada en pequeños productores con el 85%, que presentan bajos índices de productividad; 10% son medianos productores que obtienen una mejor calidad de fibra por el grado de adelanto que han logrado y el 5% en empresas campesinas, que presentan mayor desarrollo en el proceso de producción obteniendo una fibra de mayor calidad y cantidad (Infoalpacas, 2013).

## 2.6. Características y parámetros de la fibra de una alpaca

Según Nestares y Carhuas (2020), indican que las características de la fibra de alpaca es sinónimo de diámetro que indica que a mayor número de rizos u ondulaciones por cm. de longitud es más fino o menor diámetro característica muy importante en la industria textil, e incluso tiene mayor valor económico.

La lana de alpaca está constituida por fibras finas y gruesas, de diferentes tonalidades de colores que van desde el blanco, LF (crema claro), café, hasta el negro. Su fibra es sedosa, rizada y esponjosa, crece perpendicularmente al cuerpo de la alpaca. Esta fibra se encuentra en mayor cantidad y tonalidades de colores (DESCO, 2011).

### 2.6.1. Parámetros que determinan la calidad de la fibra

Según Safley (2001), la calidad de la fibra de alpaca se determina a partir de varios parámetros físicos que afectan su valor comercial y su uso en la industria textil. El diámetro de la fibra es el factor más importante, ya que representa entre el 65% y el 80% del valor total de la fibra. Le sigue la longitud de la mecha, que constituye entre el 15% y el 20% del valor total. Otros factores incluyen el rendimiento de lavado y la fuerza tensante, cada uno representando entre el 5% y el 10%. En general, la calidad de la fibra se valora entre un 60% y un 70%, mientras que la conformación física del animal contribuye entre un 30% y un 40%.

#### 2.6.1.1. Diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ )

El diámetro de fibra es el grosor o finura de la fibra, se mide en micras ( $\mu$ ). El diámetro de fibra es un parámetro físico que determina el uso de una fibra textil menciona Quispe *et al.* (2013). A su vez Castillo y Zacarias (2014), afirman que el diámetro de fibra es el grosor de la fibra de alpaca, esta se mide en micras ( $\mu$ ). Las fibras de alpaca se clasifican en diferentes categorías según su diámetro:

- **Baby (BL):** fibra más fina en un rango entre 14 a 23 micras. Se obtiene regularmente de la primera esquila de animales jóvenes.
- **Alpaca fleece (FS):** fibras cuyo diámetro está comprendido entre 23.1 y 26.5 micras y una longitud mínima promedio de 70 mm (7cm.).

- **Alpaca médium fleece (FSM):** fibras cuyo diámetro está comprendido entre 26.6 y 29 micras y una longitud mínima promedio de 70 mm (7cm.).
- **Alpaca huarizo (HZ):** fibras cuyo diámetro está comprendido entre 29.1 y 31.5 micras y una longitud mínima promedio de 70 mm (7cm.).
- **Alpaca gruesa (AG):** fibras cuyo diámetro es mayor que 31.5 micras y una longitud mínima promedio de 70 mm (7cm.).

Nestares y Carhuas (2020), consideran que el diámetro de la fibra es uno de los factores más importantes en la clasificación de la misma, porque determina el precio del vellón en el mercado, a pesar de que la comercialización se realiza por peso del mismo. También la medición en micras ( $\mu\text{m}$ ) es lo que equivale a una milésima parte de un milímetro, en general mientras más delgada la fibra más fina se considera esta (Florez, 2016).

Según Bustinza (2001), reportó que en periodos de sequía en el altiplano, el diámetro de fibra disminuye aproximadamente en 5  $\mu$ .

#### **2.6.1.2. Índice de confort (%)**

McLennan y Lewer (2005), definen que el porcentaje de las fibras que son menores a 30  $\mu\text{m}$  en un vellón se conoce como factor de comodidad. Si más del 5% de fibras son mayores a 30  $\mu\text{m}$ , entonces el tejido resulta ser no confortable para su uso por la picazón que siente el consumidor en la piel, muchos consumidores se verán incómodos con su prenda y sentirán una sensación de picazón. Por ello la industria textil de prendas prefiere vellones con 22 un índice de que tengan FC igual o mayor a 95% con FP igual o menor a 5%.

Contrariamente, el porcentaje de fibras mayores a 30 micrones se conoce como el factor de picazón (FP). Por tanto, la industria textil de prendas prefiere vellones con un IC igual o mayor a 95% con un FP igual o menor a 5%. Estos dos parámetros que valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (Sacchero, 2005).

Según Chaves (2008), afirma que las prendas confeccionadas para el contacto con la piel, emplean la calidad Royal y Baby, este término (confort) en su mayoría son aplicadas en fibras textiles de origen animal (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Aplicación del factor de confort en diferentes prendas**

Calidad	Aplicación					ÍNDICE DE CONFORT %
	Contacto con la piel		Protección			
	Chalinas	Camisas	Sweaters	Abrigos	Mantas	
Royal	X	X	X	X	X	97,00
Baby		X				92,00
Superfine			X	X	X	78,00
Huarizo				X	X	55,00
Gruesa				X	X	50,00
Mixed pieces					X	50,00

Fuente: Chaves (2008)

### 2.6.1.3. Longitud de la mecha (cm)

Bustinza (2001) explica que en la comercialización, el término "longitud" se refiere a la mecha, siendo una característica importante como factor de calidad. Esta longitud, junto con el diámetro, permite clasificar si una fibra es apta para el proceso textil en el sistema de peinado o en el cardado. En cada grupo de fibras existen fibras cortas, medias y largas, debido a que la fibra no crece uniformemente desde que se origina en la piel, como consecuencia de factores como la edad y el medio ambiente.

Se destaca que la longitud de mecha es un factor muy importante para la industria textil y son consistentes cuando la mecha es medida en el laboratorio o en el cuerpo del animal. También se demostró que en un año alcanzan en más del 90% la longitud que requiere la industria textil, pueden ser todavía mayores, pero esto no quiere decir que sea mejor, ya que longitudes muy grandes puede resultar un estorbo para el procesamiento de la fibra (Bustinza, 2001).

De acuerdo con Zárate (2012), el diámetro y la longitud de mecha son características muy importantes ya que determinan o define la calidad de una fibra y las propiedades manufactureras del material textil, siendo recomendable de 8 a 10 cm de crecimiento para la esquila. A la vez Bustinza (2001), dice que las fibras de los animales que tienen longitudes de mecha iguales o mayores a 7,5 cm, sirven para el proceso textil de peinado, produciendo mejores telas y los vellones con menores dimensiones pasan al proceso de cardado.

Holt (2013), explica con más detalle que la longitud de fibra determinará el método de fabricación de la alpaca en hilado. los dos métodos son: lana peinada para los vellones

fibrosos más largos, 3"-5.5"-140 mm y para lana cardada, para aquellos vellones cuya longitud es 2"-3", 50 mm-75 mm, la longitud media en la parte superior contribuye a la resistencia del hilado; cuanto más larga es la longitud media, mayor es la resistencia al aumentar la adhesión de las fibras durante el hilado; es más importante en el procesamiento que la longitud sea relativamente uniforme, por otro lado, la longitud también influye en el rendimiento, la mecha más corta en comparación con una mecha más larga de la misma micra.

#### **2.6.1.4. Índice de curvatura (°/mm)**

Según Holt (2006), indica que la curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos [expresado en grados / milímetro (°/mm)], 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.

El rizado de la lana, expresado como curvatura de fibras, se puede medir utilizando los equipos como la OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) y LaserScan, ambos de fabricación australiana (Quispe *et al.*, 2008a). También existe una fuerte relación entre la media del diámetro de fibra y la curvatura de la fibra, donde fibras con alta curvatura tienen fibras con menor diámetro, así también las fibras puede ser en tres dimensiones, debido a que las fibras se encuentran flexionadas y torcidas a lo largo de su longitud (Fish *et al.*, 1999)

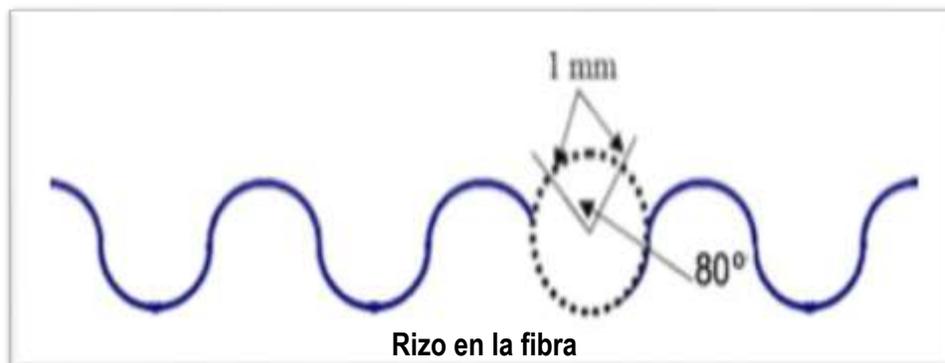
Quispe *et al.*, (2013) plantea que el rizo de la fibra, medido objetivamente mediante el IC, es una característica deseable respecto al tacto, aunque a veces también puede crear dificultades en referencia al procesamiento. El rizo en una mecha de lana puede ser expresado en función a la "definición del rizo", descrita como el grado de alineamiento del rizo.

#### **2.6.1.5. Número de rizos (rizos/cm)**

Los rizos se define, como carácter de profundidad y suavidad en el vellón, es sinónimo de una onda bien definida, la presencia de los rizos expresa una mayor finura; la tendencia es menor cuando son meduladas (Rojas, 2011) y Bustinza (2001), manifiesta que la presencia

de rizos es un indicador de calidad de la fibra, el alto grado de ondulaciones otorga mayor extensibilidad, mencionado por (Aruquipa, 2015).

Melo y Huanca (2004), mencionan que el número de rizos es el carácter, la profundidad y nitidez que presenta la ondulación dentro de la mecha y a su vez dentro del vellón. Un buen carácter es sinónimo de una onda bien definida y profunda, además están ubicadas en el espacio a manera de un espiral, como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1. Bidimensional de una fibra de lana (Fish *et al.*, 1999).**

Siguayro *et al.* (2010), señalan que el número de rizos determinaron usando un tablero de fondo negro, lupa, pinzas y una regla graduada en centímetros, en el cual se contaron visualmente en número de rizos de 20 fibras tomadas al azar y promediadas por centímetro, para luego promediarle por muestra. Añade también Zárate (2012), que el NR le da mayores cualidades textiles a la fibra debido a su capacidad de elasticidad y torsión durante el proceso del hilado.

#### **2.6.1.6. Finura al hilado ( $\mu\text{m}$ )**

La finura al hilado es el rendimiento de la muestra (vellón) cuando es hilada y convertida en hilo y es expresada en ( $\mu\text{m}$ ) (spinning fineness), que provee una estimación del rendimiento de la muestra cuando es hilada y convertida en hilo. Su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra (MDF) y el coeficiente de variación (CVMDF) (Quispe *et al.*, 2013).

Según Wang *et al.* (2003), afirman que reconocen al diámetro como una de las propiedades de lana más importantes, no solo está estrechamente relacionado con el rendimiento del procesamiento de la fibra, sino que también está relacionado con el rendimiento de los

hilados, tejidos y prendas; además del diámetro, el coeficiente de variación del diámetro de la fibra también influye en las propiedades del hilo y el tejido, especialmente la uniformidad del hilo y la picazón del tejido y por medio de una ecuación que combina al diámetro y coeficiente de variación se puede calcular la finura al hilado.

Esta es una medida (usando el diámetro y CV) para estimar el rendimiento de la fibra cuando se obtiene en hilo. Se ha demostrado en la industria ovina que, si puede reducir su CV en alrededor de un 5%, entonces logrará un hilo que se comporta como un hilo de un diámetro más fino (finura al hilado). Aquellos con un alto CV pueden no solo indicar que la fibra varía en el promedio, sino que también puede indicar un mayor número de fibras gruesas. Esto suele ser identificado por la forma de histograma (Elvira, 2005), Por ejemplo:

- 22 micras - CV 24% = finura de hilado aprox. 22um;
- 22 micras - CV 19% = finura de hilado aprox. 21um;
- 22 micras - CV 29% = finura de hilado aprox. 23um.

Según Quispe *et al.* (2013), la fórmula que se observa para estimar la finura al hilado, en función de la media del diámetro de fibra y coeficiente de variación es la siguiente:

$$\text{Finura al hilado (FH)} = 0.881 \text{ MDF} \sqrt{1 + 5 \div (\% \text{ CV})^2}$$

Donde:

FH: Finura al hilado.

MDF: Media del Diámetro de fibra.

CV: Coeficiente de variación media del diámetro de fibra.

### **2.6.2. Clasificación por color para la determinación de la fibra**

La Norma Técnica Peruana NTP 231.301 (2004), indica que la selección debe ser manual y visual de las diferentes tonalidades de los colores básicos naturales, realizado por personal calificado. Este proceso se describe en detalle en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Clasificación de color de la fibra de alpaca**

TIPO DE COLOR	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
<b>Colores enteros</b>	B	Blanco
	LFX	Beige
	LFY	Vicuña claro
	LFZ	Vicuña oscuro
	CC	Café claro
	COM	Café oscuro marrón
	CON	Café oscuro negro
	GP	Gris plata
	GO	Gris oscuro
	N	Negro
<b>Colores carnosos</b>	BMC	Blanco manchado claro
	BMO	Blanco manchado oscuro
	NM	Negro manchado
	GC	Gris claro con canas blancas
<b>Colores indefinidos</b>	CIC	Indefinidos claros
	CIO	Indefinidos oscuros

Fuente: Tomada Norma Técnica Peruana NTP 231.301, (2004)

La fibra blanca de alpaca principalmente se produce con fines comerciales, por la facilidad del teñido (Brenes *et al.*, 2001).

Brack (2003), destaca que los avances en la selección de hatos de alpacas de colores homogéneos son escasos. La industria textil prioriza el color blanco, lo que ha impulsado la crianza de alpacas blancas y ha relegado a un segundo plano la riqueza cromática que caracteriza a esta especie. En este sentido se sugiere la selección genética de alpacas de colores homogéneos y realizar la cría en hatos selectos y separados para evitar el cruce.

### **2.6.3. Clasificación y categorización dentaria para la determinación de la fibra**

Las tamas o rebaños de alpacas son clasificadas por el sexo (Machos y Hembras), edad (categoría dentaria), madres preñadas y madres con crías (Sanmiguel y Serrahina, 2004).

Así también Rodríguez y Quispe (2007) citado por Barreta (2012), dan a conocer que los machos son aislados de la tama de hembras a zonas alejados, solamente en época de monta se reúnen, la misma que coincide con la época de lluvia (enero a marzo), sin

embargo, lo más frecuente en la crianza de alpacas es la inclusión de machos reproductores denominados janachos en una cantidad de 3 a 5 machos por tama.

### 2.6.3.1. Clasificación por sexo en alpacas

Según Sánchez (2004), la categorización se realiza identificando por edad y sexo, como se muestra en el Cuadro 4:

**Cuadro 4. Clasificación por sexo en alpacas**

ANIMAL	SEXO	CATEGORIZACION (EDAD)
<b>Crías</b>	♂ y ♀	hasta 8 meses
<b>Tuis menores</b>	♂ y ♀	8 a 12 meses
<b>Tuis mayores</b>	♂ y ♀	12 a 24 meses
<b>Padres y Madres</b>	♂ y ♀	más de 3 años
<b>Capones</b>	♂	1 a 2 años

Fuente: Modificado de Sánchez (2004).

### 2.6.3.2. Categorización dentaria por edad en alpacas

Bustanza (2001), sostiene que la edad de erupción de los dientes permanentes es variable, igualmente existen diferencias entre hembras y machos, se ha observado que a los 18 a 24 meses ocurre el cambio de incisivos por pinzas, luego el cambio de los premolares ocurre entre los 3,5 y 4 años, completando los extremos entre los 4 a 5 años de edad, En ella se encuentran los dientes que se caracteriza por una fórmula dentaria.

Dentadura temporal:

$$DT = 2 ( \quad ; C \quad ; 2 - 3 \ 1 - ) = 18 \ a \ 22$$

Dentadura permanente:

$$DP = 2 ( \quad ; C \quad ; 1 - 2 \ 1 - ; M \ 3 \ 3 ) = 28 \ a \ 32$$

La categoría se determinó por cronometría dentaria y desgaste, como se muestra en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Categorización dentaria por edad**

EDAD	CATEGORIA DENTARIA	SÍMBOLO
1 a < 2 años	Diente de leche	DL
2 a < 3 años	Dos incisivos permanentes	2D
3 a < 4 años	Cuatro incisivos permanentes	4D
4 a 7 o más años	Incisivos permanentes completos	BLL

Fuente: Cardozo (2007).

Los camélidos nacen normalmente con seis dientes, excepto cuando son prematuros; siendo posible estimar su edad hasta los seis años mediante dentición: a los dos años y medio aparece el primer par de dientes incisivos permanentes y los de pelea (caninos) a los tres años y medio el segundo par de dientes permanentes. Finalmente entre los cuatro y seis años aparecen el tercer par de dientes permanentes (Cano *et al.*, 2012).

## 2.7. Muestreo

Aylan-Parker y McGregor (2002), demostraron que para evaluar el vellón de ovinos se puede tomar de muestra de la zona del “Midside”, la cual se encuentra localizado a horizontalmente nivel de la tercera costilla y perpendicularmente a nivel de la parte media entre las líneas superior dorsal e inferior ventral. En alpacas, la zona del “Midside” también resulta representativa para evaluación de la finura media y peso del vellón. Constituyéndose, en un buen criterio de selección para trabajos de mejora del diámetro de la fibra y del peso de vellón.

Para la evaluación de las muestras de fibra en llamas, se toma del costillar medio, que se encuentra entre la línea superior dorsal y la línea inferior ventral del animal, debido a que se considera la zona más representativa (Martínez *et al.*, 1997). Algunos investigadores sin embargo utilizan para caracterizar al vellón de alpacas tres zonas de muestreo: paleta, costillar medio y grupa en 10g/muestra por animal; lo cual incrementa la mano de obra y los costes de evaluación (Huanca *et al.*, 2007).

### 2.7.1. Equipos de análisis de fibra

El diámetro de fibra constituye la medida objetiva de mayor importancia. De ahí que se ha desarrollado varios métodos y equipo de medición. En un principio se utilizaban los microscopios de proyección (lanómetros), pero debido a su mayor laboriosidad se buscaron

otros métodos más precisos y rápidos. El Air Flow fue un avance importante en este sentido. Sin embargo, a pesar de su rapidez y precisión, este no informaba la frecuencia de los distintos diámetros presentes en la muestra. En los últimos años, se ha extendido el uso de nuevos instrumentos de medición, el LaserScan y el OFDA. Estos instrumentos además de ser rápidos y precisos, proporcionan una información adicional sobre la frecuencia de los diámetros y su variabilidad (Diaz, 2014).

#### **2.7.1.1. OFDA 100**

Según BSC Electronics (2001), una muestra de fibra de alpaca limpia y cortada se fragmenta en pedazos de dos milímetros de largo utilizando un cortador o guillotina pequeña. Estos fragmentos se colocan en una placa de vidrio mediante un dispersador automático. La placa de vidrio se cierra y se coloca en un microscopio con una fuente de luz controlada por software, la cual atraviesa el lente óptico del microscopio, permitiendo magnificar y capturar la imagen de cada fibra mediante una cámara de video incorporada.

Las fibras son medidas en forma individual, mediante el programa de computación. Finalmente, se obtiene un histograma que muestra el diámetro promedio, desviación estándar, factor confort, curvatura y porcentaje de medulación de la muestra analizada. El proceso permite guardar en el programa las imágenes leídas. Mide 4000 segmentos de fibras en aproximadamente 30 segundos. (BSC Electronics, 2001).

El OFDA 100 es un dispositivo de medición óptica desarrollado en Australia, que se utiliza ampliamente en análisis de fibras de lana, alpaca, cachemira y mohair. Es un microscopio automático (analizador) que se mueve sobre un slide de fibras preparadas. Captura las imágenes ampliadas de las fibras individuales con una cámara de video. El diámetro de cada fibra identificada es medido y registrado mediante un análisis de imagen asistido por la computadora. Al completarse un número predeterminado de fibras, se imprime un histograma similar al LaserScan (Elvira, 2005).

#### **2.7.1.2. OFDA 2000**

Mide fibras con diámetros desde 4 hasta 300 micras. De cada lectura se obtiene promedio de diámetro, desviación estándar, coeficiente de variación, curvatura y la desviación estándar de ésta, longitud, porcentaje de fibras mayores de 30 micras de diámetro. Mide

diámetro y curvatura en todo el largo de la fibra. También se obtiene un histograma con las observaciones señaladas. (BSC Electronics, 2001).

Según Baxter y Cottle (2010), el OFDA 2000 está diseñado para trabajar en condiciones desfavorables, siendo muy robusto y ofreciendo una excelente rapidez. Es absolutamente portátil, con un peso de 17 kg, y cuenta con la más alta tecnología en imágenes microscópicas digitales, además de un procesador equipado con Windows 98, en el cual corre su potente software.

El OFDA 2000 proporciona un reporte basado en una muestra de mecha de fibra en toda su longitud; produce un gráfico, que muestra el diámetro promedio de la fibra; medida a diferentes distancias a lo largo de la mecha, desde su raíz (piel) a la punta. Las variaciones del diámetro de la fibra a lo largo de la mecha pueden interpretarse como las variaciones debido a la alimentación, la salud, la gestación, la nutrición o el clima que enfrentó el animal durante el período que tomó el crecimiento del vellón. También imprime un histograma estándar (Elvira, 2005).

El OFDA 2000 es un equipo portátil basado en tecnología de análisis óptico, utilizados en la producción, el equipo es capaz de medir las características de fibras a lo largo de las mechas sucias en tiempo real aplicando factor de corrección por grasa y es útil en programas de mejoramiento genético en alpacas (Ormachea, 2012).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

##### 3.1.1. Ubicación geográfica lugar de muestreo de fibra

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Turco - Oruro ubicada en la provincia Sajama a 155 km de la ciudad de Oruro. Aquí se encuentra un matadero de camélidos que es pionero en el rubro en el país. A una altitud de 3860 m.s.n.m. (GAMT, 2008). Este contexto geográfico se muestra en la Figura 2.

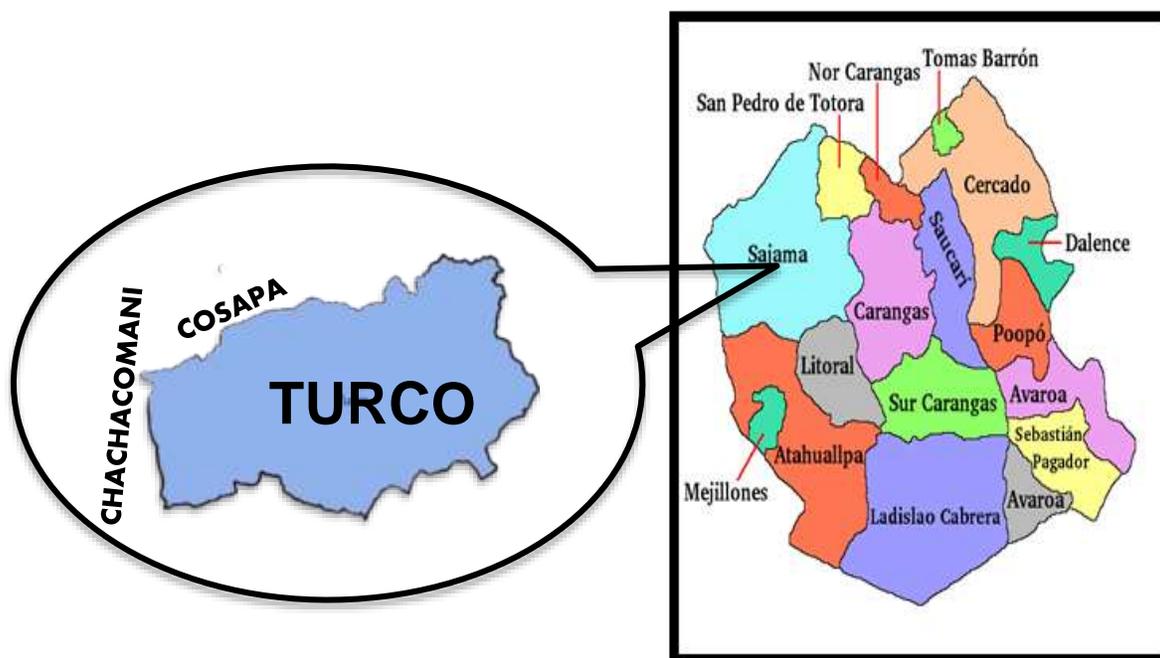


Figura 2. Ubicación geográfica de Turco - Oruro (GAMT, 2008)

#### 3.1.2. Características edafoclimáticas

##### 3.1.2.1. Latitud y temperatura

La comunidad de Turco geográficamente está localizada entre los 18° 02' 58" y 18° 37' 47" de latitud Sur, 68° 03' 25" y 69° 04' 26" de longitud Oeste. La provincia Sajama tiene una extensión territorial de 5.790 km. de superficie. Por su parte la extensión territorial de la Comunidad de Turco es de 3.973 km. Sin tomar en cuenta la extensión territorial del cantón de Asunción de Laca, es así que los registros demostraron que la temperatura

máxima es de 20.2 °C y la mínima es de 13,4°C. Por otro lado la humedad media relativa anual de 2006 es de 53,9% (GAMT, 2008).

### **3.1.2.2. Cantones y topografía**

El Municipio de Turco, políticamente está dividido en cuatro cantones los cuales son: Turco, Cosapa, Chachacomani y Asunción de Laca, cada uno tienen sus características propias en su composición de su ecosistema y fisiografía. La región altiplánica en el sector occidental especialmente en el municipio de Turco cuenta con montañas, serranías con gradientes hasta un 60%. Se cuenta también con un sector de nevados ampliamente accidentados, a consecuencia de los deshielos se originan ríos naturales de agua accesible al consumo humano (Aguilar, 2016 ).

### **3.1.2.3. Suelos**

Los suelos son arenosos, limosos y arcillosos, franco arenosos y limo-arcillosos, de ligero a severo y de tipo sedimentario aluvial, laminar eólico y cárcava. En la parte occidental, los suelos son arenosos con presencia de rocas volcánicas, donde las posibilidades de aprovechamiento para los cultivos son mínimos; pero son aptos para la proliferación de praderas nativas que sirven de alimento para la ganadería camélida (llamas, alpacas y vicuñas) y otras especies silvestres (Aguilar, 2016 ).

### **3.1.2.4. Flora y fauna**

La región es rica en la diversidad de especies nativas dando utilidades tanto al hombre y animales. Las especies más importantes en el siguiente: tholas (*Baccharis tola*), ñahuayas (*Adesmia horrida*), yaretas (*Azorella compacta*), canlli kiskas (*Cortaderia rudiusscula*) y Huaylla Ichu (*Stipa ichu*), Iru ichu (*Festuca dolichophylla*), Chillka (*Festuca orthophylla*), Tara (*Caesalpinia spinosa*), Ñaka thola (*Fabiana densa*), Supu (*Lepidophyllum quadrangulare*), Airampo (*Opuntia soehrensii*), Muña (*Minthostachys mollis*), It'apallu (*Muehlenbeckia volcánica*) y Queñua (*Polylepis tarapacana*).

La fauna silvestre es diversa en todo el territorio municipal, muchas de estas especies son perjudiciales que provocan competencia en la alimentación del ganado. Entre las principales especies tenemos la vicuña, vizcacha, liebre y otros, por otro lado puma, zorro y aves rapaces causan daños al ganado, particularmente a las crías de llamas, alpacas y

ovejas. Otras especies como el zorrino, perdiz y el ratón causan daños a los cultivos y pastizales (Aguilar, 2016 ).

### **3.1.2.5. Ganadería y los recursos hídricos**

Turco, tiene una riqueza natural formada por ecosistemas diversos y una fisiografía muy variable. Turco, históricamente es precursor y líder mundial en la producción y manejo sostenible de la ganadería camélida; en el mejoramiento de la producción de camélidos: llamas (*Lama glama*), alpacas (*Lama pacús*) y manejo sostenible de las vicuñas (*Vicugna vicugna*), lo que le permite situarse al municipio en una región potencial y de vocación productiva de la cadena de los camélidos a nivel nacional e internacional.

Turco cuenta con fuentes de agua como: vertientes, ríos temporales y permanentes. Los ríos más importantes son: Sajama, Cosapa, Lauca, K'owiri y Collpa Jahuira (río Turco) que son permanentes. Las vertientes en su mayoría son de agua dulce que son utilizados para el consumo humano, animal y para fines de riego de Bojedales, es parte de la cuenca del salar de Coipasa (GAMT, 2008).

### **3.1.3. Ubicación geográfica laboratorio de análisis de fibra**

El Centro de Investigación y Producción (CIP) Quimsachata - ubica entre las provincias de Lampa y San Ramón (Puno)- cuenta con el banco de germoplasma de la alpaca de color más grande del mundo, con 20 de las 23 tonalidades identificadas por la industria mundial, con 6.200 hectáreas y a un nivel de 4.200 msnm a 15° 04' latitud Sur y 70° 78' longitud Oeste y a 118 km de la ciudad de Puno, la temperatura fluctúa entre 3 a 15 °C; siendo el promedio durante el año de aproximadamente 7 °C (Huanca *et al.*, 2007). Se muestra la ubicación geográfica en la Figura 3.

La sede nacional del programa se encuentra en la Estación Experimental Agraria Illpa (Puno), en este centro de investigación, ubicado en Puno, se efectúa la inseminación y transferencia de embriones para optimizar la producción de fibra y carne, y que sean resistentes al cambio climático. Además se realiza diferentes análisis sobre la calidad de fibra con el equipo de OFDA 2000 basado en tecnología de análisis (INIA, 2020).



Figura 3. Ubicación geográfica del Banco de Germoplasma Quimsachata (INIA, 2020)

### 3.2. Materiales

#### 3.2.1. Material de muestra

- 80 muestras de fibra de alpacas Huacaya hembras y machos, de color blanco y de diferentes edades según la categorización dentaria, procedentes de la Comunidad Turco - Oruro.

#### 3.2.2. Material de laboratorio

- Equipo Optical Fiber Diameter Analysis OFDA 2000.

- Guantes quirúrgicos
- Guardapolvo
- Lápices y bolígrafo
- Regla de 30cm
- Lupa
- Planilla de registro
- Hojas bond.

### **3.2.3. Material de campo**

- Soga
- Lana fosforescente
- Tijera común
- Marcador indeleble
- 80 Bolsas de nylon herméticos
- Tarjetas de registro(etiquetas)
- Planillas de registro
- Tablero
- Cámara fotográfica.
- Overol

### **3.2.4. Material de gabinete**

- Hoja de registro
- Hojas bond tamaño carta
- Libros
- Computadora portátil
- Cuaderno de apuntes
- Flash (USB)

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Socialización y coordinación con los comuneros para recolecta de fibra**

Previo al inicio del trabajo de investigación, se llevó a cabo una reunión con los productores de la comunidad, en esta instancia, se expuso claramente el objetivo del estudio, generando un espacio para que los comuneros comprendieran. Tras la reunión, se realizó una coordinación conjunta con los productores para determinar cómo movilizarnos para la recolección de fibra. Esta planificación fue crucial, ya que las alpacas de raza Huacaya, tanto machos como hembras, se encontraban dispersas en zonas alejadas, con el fin de evitar la consanguinidad en las alpacas.

#### **3.3.2. Selección de animales, extracción y obtención de muestras de fibra**

Tras haber coordinado con los habitantes de la comunidad, emprendimos el camino hacia los rebaños más alejados que era de los machos ya que nos indicaron que los machos se encontraban a una hora de caminata, posteriormente ya al final donde las hembras, ya que las hembras se encontraban en lugares cercanos del pueblo. Llegando al lugar se tomó 40 muestras por cada edad según la categoría dentaria de los machos y 40 muestras por cada edad según la categoría dentaria de las hembras haciendo un total de 80 muestras entre hembras y machos.

Para esto se encerró a los animales en los corrales pequeños para su fácil sujeción y posterior se procedió a la recolecta de muestras. Las muestras fueron obtenidas del costillar medio de la alpaca, por ser esta una zona representativa para la toma de muestra (Martínez *et al.*, 1997), la extracción se realizó con una tijera común realizando el corte a un centímetro arriba de la piel de la alpaca, la cantidad fue de aproximadamente de 5 gramos el cual es suficiente para realizar el análisis en el equipo OFDA 2000.

Luego, se procedió a realizar el marcado del animal con la lana (fosforescente) para su fácil reconocimiento de que ya haya sido tomada su muestra. Las muestras de fibra fueron puestas en las bolsas herméticas con sus respectivos rótulos (etiqueta), considerando en la etiqueta: la raza, la edad del animal (según categorización dentaria), el sexo (macho ♂ o ♀ hembra), lugar de procedencia y por último el color de la fibra, todos estos datos con el fin de conservar las mechas para realizar su respectivo análisis de laboratorio.

### 3.3.3. Análisis de laboratorio

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio del Centro de Investigación y Producción (CIP) Quimsachata en Puno-Perú; este análisis de laboratorio se trabajó en el equipo OFDA 2000, con el apoyo y bajo ayuda del encargado del laboratorio del lugar por el M.V.Z. Gerver Jesús Nuñez Perez, donde primera-mente se nos dio una capacitación para el uso del equipo (OFDA 2000); una vez terminando la capacitación, se organizó para iniciar el proceso de análisis. El procedimiento tuvo los siguientes pasos:

- **Primero**, las muestras fueron ordenadas cuidadosamente sobre el mesón, cada una con su respectivo código de identificación.
- **Segundo**, se encendió el equipo OFDA 2000 y se realizó la calibración con el slider o gradilla usando patrones de fibra poliéster estándar, seguidamente se corrigió el tenor graso de fibra, donde el tenor graso es de 0.6% para fibra de alpaca (indicado por el encargado Doctor Nuñez), es así que se introdujo los valores prefijados para la ejecución de las mediciones pronunciadas en la investigación.
- **Tercero**, cuidadosamente se inició con la primera muestra, donde se tomó una pequeña porción de la fibra y se puso en un soporte de porta muestra (slider o gradilla), esparciendo toda la fibra con la ayuda de un equipo auxiliar que tiene un ventilador en su parte inferior, separando con las yemas de los dedos, esto debe formarse como una telaraña sobre la gradilla, la parte del corte de la fibra debe estar ubicado hacia abajo, (las puntas) hacia arriba.
- **Cuarto**, una vez esparcido se debe cerrar la gradilla y ver hacia la luz, verificando si realmente esta esparcida como telaraña esto con el fin de que el equipo pueda leer con facilidad; ya teniendo la fibra en la gradilla se procedió a analizarlo en el equipo, cada muestra introducida se registró número de muestreo, sexo y categorización dentaria (edad).
- **Quinto**, finalmente se imprimió los resultados arrojados por el equipo. Cabe recalcar que la variable número de rizados no se analizó en el equipo, sino manualmente como indica, Siguayro *et al.* (2010), que para determinar el número de rizados usaron un tablero de fondo negro, lupa, pinzas y una regla graduada en centímetros, en el cual se contaron visualmente el número de rizados en un centímetro. Finalmente los datos obtenidos de análisis de laboratorio para la calidad de la fibra, fueron tabulados en una hoja Excel y procesado en el paquete estadístico de InfoStat.

### 3.4. Diseño experimental

Para la interpretación y análisis de las diferentes variables de respuesta del experimento, se utilizó el Diseño Completamente al Azar con arreglo bifactorial 2x4. El Modelo Lineal Aditivo es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Una observación cualquiera de la variable de respuesta.

$\mu$  = Media de la población.

$\alpha_i$  = Efecto de la  $i$  – ésima sexo ( $i$ = macho y hembra).

$\beta_j$  = Efecto de la  $j$  – ésima categorías [ $j$ = dientes de leche (DL), dos dientes (2D), cuatro dientes (4D) y boca llena (BLL)].

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto del  $i$  – ésima sexo, con el  $j$  – ésima categorías (interacción sexo por categorías).

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental.

### 3.4.1. Factores de estudios

Como factores se tuvo a:

**Cuadro 6. Factores planteados en estudio**

FACTOR A: (SEXO)	FACTOR B: (CATEGORIZACIÓN DENTARIA) Edad
a1 = machos	b1: DL= 2 años
	b2: 2D= 2,5 a 3,5 años
a2 = hembras	b3: 4D= 3.5 a 4.5 años
	b4: BLL= 4.5 o más años

Fuente: elaboración propia

Se formularon los siguientes tratamientos:

- $T_1 = a_1b_1$  (machos DL)
- $T_2 = a_1b_2$  (machos 2D)
- $T_3 = a_1b_3$  (machos 4D)
- $T_4 = a_1b_4$  (machos BLL)
- $T_5 = a_2b_1$  (hembras DL)
- $T_6 = a_2b_2$  (hembras 2D)
- $T_7 = a_2b_3$  (hembras 4D)
- $T_8 = a_2b_4$  (hembras BLL)

### 3.4.2. Análisis estadístico

#### 3.4.2.1. Análisis de varianza (ANVA)

Los datos de las variables obtenidas previa depuración y orden; fueron analizadas, mediante el programa estadístico InfoStat versión 2019. Se realizó el análisis de varianza (ANVA) para cada uno de las variables: diámetro de fibra, índice de confort, longitud de mecha, índice de curvatura, número de rizos y finura al hilado. Para la comparación de promedios de las variables, se aplicó la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ )

En el Cuadro 7 se presenta el promedio general del Diámetro de la fibra según el sexo y la categorización. Se observa que, aunque el valor promedio más elevado corresponde a las hembras, la calidad de la fibra es superior en los machos. Asimismo, se destaca que el promedio más alto se registra en la dentadura de BLL, pero la calidad óptima de la fibra se encuentra en la dentadura de 2D.

**Cuadro 7. Media del Diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ ) para el factor sexo**

CATEGORIZACIÓN	SEXO		$\bar{X}$ PROMEDIO
	hembras	machos	
DL	18,74	20,67	19,71
2D	18,31	18,87	18,59
4D	21,37	18,73	20,05
BLL	21,97	18,38	20,18
$\bar{X}$ PROMEDIO	20,10	19,16	

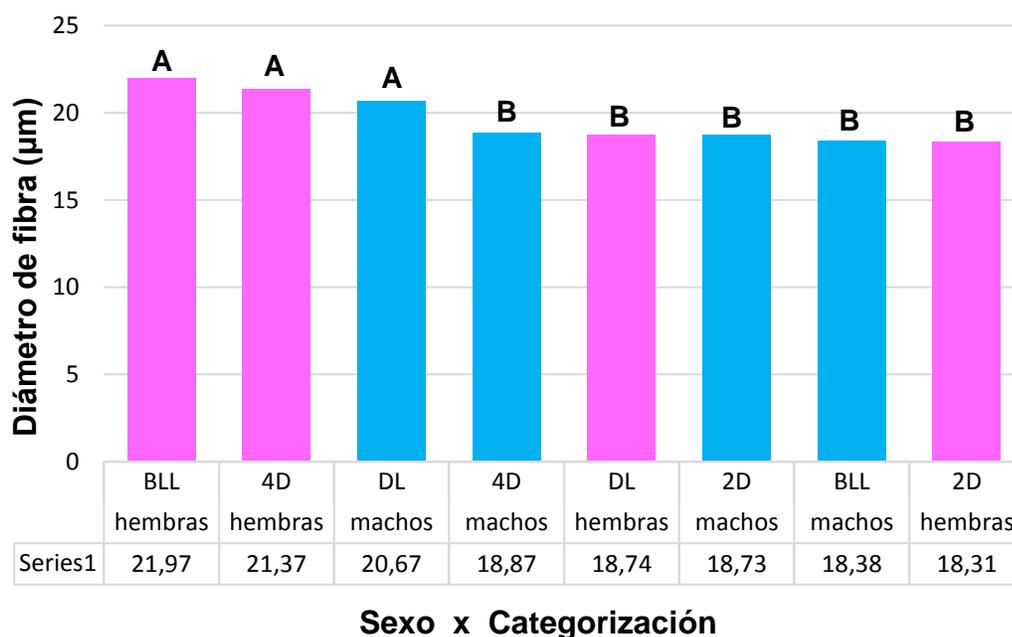
El análisis de varianza para la variable Diámetro de fibra revela que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en el factor sexo, ni tampoco en el factor categorización. Sin embargo, la interacción entre (sexo x categorización) muestra diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ), como se indica en el Cuadro 8. El coeficiente de variación es de 11.73%, situándose en valores excelentes dentro de la muestra analizada.

**Cuadro 8. Análisis de Varianza para el Diámetro de fibra**

F.V.	SC	GL	CM	FC	p-valor	
SEXO	17,48	1	17,48	3,30	0,07	NS
CATEGORIZACIÓN	35,50	3	11,83	2,23	0,09	NS
SEXO*CATEGORIZACIÓN	97,71	3	32,57	6,15	0,00	**
Error	381,60	72	5,30			
Total	532,30	79				

(NS) = no significativo  $P > 0,05$ ; (\*\*) = altamente significativo  $P < 0,01$ .

En la Figura 4, se presenta un análisis del diámetro de fibra mediante la prueba de Duncan, identificándose dos grupos significativamente diferentes. El primer grupo, que mostró los mayores promedios de diámetro de fibra, estuvo conformado por alpacas hembras BLL con un diámetro de fibra de 21.97  $\mu\text{m}$ , hembras 4D con 21.37  $\mu\text{m}$  y machos DL con 20.67  $\mu\text{m}$ . En contraste, el segundo grupo, que presentó los menores promedios de diámetro de fibra, incluyó a alpacas machos 4D con 18.87  $\mu\text{m}$ , hembras DL con 18.74  $\mu\text{m}$ , machos 2D con 18.73  $\mu\text{m}$ , machos BLL con 18.38  $\mu\text{m}$  y hembras 2D con 18.31  $\mu\text{m}$ .



**Figura 4. Prueba de medias de Duncan del Diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ )**

Los hallazgos de esta investigación concuerdan con estudios previos realizados por diversos autores. Como Vásquez (2012) que determinó que el promedio del diámetro de fibra era mayor en las alpacas hembras (20.12  $\mu\text{m}$ ) y menor en los machos (19.60  $\mu\text{m}$ ). Este hallazgo es consistente con los resultados obtenidos en este estudio. Además, se observaron resultados similares, aunque con valores más altos en relación con la edad, con promedios de 22.13  $\mu\text{m}$ , 20.74  $\mu\text{m}$ , 19.68  $\mu\text{m}$  y 17.77  $\mu\text{m}$  para las categorías BLL, 4D, 2D y DL respectivamente, tal como informó Vásquez.

Los estudios realizados por Siguyayro y Aliaga (2010) revelaron que el diámetro de la fibra en alpacas hembras era de 18.23  $\mu\text{m}$  y en machos de 17.86  $\mu\text{m}$ , mostrando valores más bajos. Por otro lado, Encinas (2009) informó valores más elevados de 27.78  $\mu\text{m}$  en hembras

y 27.47  $\mu\text{m}$  en machos, asimismo reportó valores altos según la edad en categorías específicas. En contraste, Wuliji *et al.* (2000) registraron diámetros aún mayores en alpacas machos con 28.8  $\mu\text{m}$  y en hembras con 27.2  $\mu\text{m}$ .

Por otro lado, Paitan (2019) halló valores similares para distintas etapas dentales, con rangos de 21.61  $\mu\text{m}$ , 18.77, 17.63 y 15.87  $\mu\text{m}$  para BLL, 4D, 2D y DL respectivamente, siendo estos valores más bajos en comparación con los obtenidos en el estudio actual, destacando que el valor de BLL fue significativamente alto. Además, una investigación realizada en Bolivia por Stemmer *et al.* (2005) encontró un promedio de diámetro de 22.22  $\mu\text{m}$ , valores superiores a los de esta investigación, lo que sugiere posibles variaciones geográficas o de manejo en la calidad de la fibra de las alpacas.

Bustinza (2001) indica que desde nueve meses de vida (primera esquila) el diámetro de fibra aumenta notablemente hasta los cinco años, considera como factores a la nutrición contribuye a la formación y la maduración folicular, a mayor densidad de los folículos secundarios mayor finura.

En el estudio de la calidad de fibra en alpacas, se ha observado que las crías hembras, conocidas como dos dientes, presentan una mejora considerable en el diámetro de su fibra debido a su crianza en bofedales. Allí, tienen acceso a una dieta variada que incluye pasto verde y leche materna, a diferencia de los machos, que solo consumen pasto verde. Esta dieta equilibrada y nutritiva promueve el desarrollo de una fibra de alta calidad desde una edad temprana. En contraste, los machos, separados de sus madres y criados con un enfoque en el desarrollo muscular y reproductivo, tienen una alimentación menos diversa y menos adecuada para el desarrollo óptimo de la fibra. Esta diferencia en la crianza influye significativamente en la calidad de la fibra producida, sugiriendo que mejorar las prácticas de alimentación y manejo de los machos podría elevar la calidad de su fibra, acercándola a la de las hembras.

#### 4.2. Índice de confort (%)

En el Cuadro 9 se presenta el promedio general del Índice de confort según el sexo, resaltando que el valor más elevado y el mayor nivel de confort se observan en los machos, mientras que las hembras muestran el menor valor en este aspecto. Por otro lado, se muestran el promedio de media para la categorización, donde se destaca el mejor resultado en las dentaduras de 2D y el peor resultado en las alpacas de BLL.

**Cuadro 9. Media del Índice de confort (%) para el factor sexo**

CATEGORIZACIÓN	SEXO		$\bar{X}$ PROMEDIO
	hembras	machos	
DL	98,25	96,54	97,40
2D	98,81	98,39	98,60
4D	95,15	98,12	96,64
BLL	93,83	98,3	96,07
$\bar{X}$ PROMEDIO	96,51	97,84	

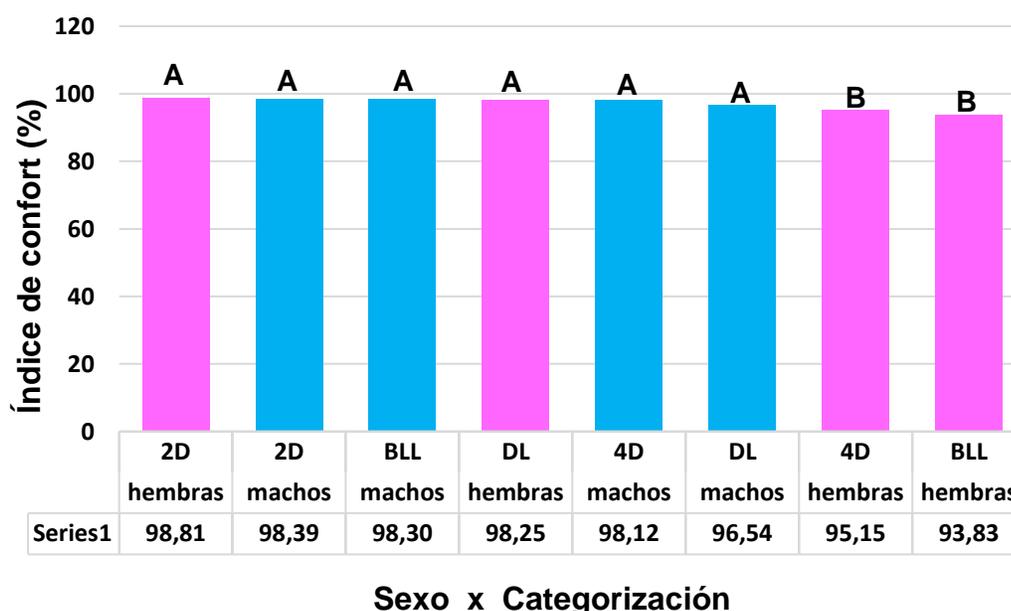
El Cuadro 10 muestra la variable Índice de confort, indicando que no hay diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para el factor sexo, ni para el factor categorización. Sin embargo, la interacción (sexo x categorización) presenta diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). El coeficiente de variación es de 3.64%, lo cual se considera excelente dentro de la muestra analizada.

**Cuadro 10. Análisis de Varianza para el Índice de confort**

F.V.	SC	GL	CM	FC	p-valor	
SEXO	35,25	1	35,25	2,81	0,09	NS
CATEGORIZACIÓN	72,05	3	24,02	1,91	0,13	NS
SEXO*CATEGORIZACIÓN	124,3	3	41,42	3,3	0,03	*
Error	903,3	72	12,55			
Total	1135	79				

(NS) = no significativo  $P > 0,05$ ; (\*) = significativo  $P < 0,05$ .

En la Figura 5, se presenta el análisis del índice de confort mediante la prueba de Duncan, identificándose dos grupos significativamente diferente. El primer grupo, que mostró los mayores promedios de índice de confort, estuvo conformado por alpacas hembras 2D con un índice de confort de 98.81%, machos 2D con 98.39%, machos BLL con 98.30%, hembras DL con 98.25%, machos 4D con 98.12% y machos DL con 96.54%. En contraste, el segundo grupo, que presentó los menores promedios de índice de confort, incluyó a alpacas hembras 4D con 95.15% y hembras BLL con 93.83%.



**Figura 5. Prueba de medias de Duncan del Índice de confort (%)**

En un estudio realizado por Quispe (2014), se encontró resultados que se asemejan ligeramente a los encontrados en la región de Sajama. El índice de confort fue del 97.1% para hembras y del 95.5% para machos, ligeramente más bajo que en el estudio presente. Por el contrario, Contreras (2010) encontró que el índice de confort en alpacas machos era mayor que en hembras, con valores del 94.08% y 90.82%, respectivamente, también más bajos que en el estudio presente. Se sabe que a medida que el diámetro de las fibras disminuye, aumenta el factor de confort. Vásquez *et al.* (2015) informaron medias globales del 96.8% y 95.5% para alpacas machos y hembras, respectivamente, con valores algo más bajos que en el estudio presente, aunque ligeramente diferentes en los datos.

Los resultados de Quispe *et al.* (2009) señalan una disminución en el confort con la edad del animal, con porcentajes de 96,99% (DL), 93,92% (2D), 92,94% (4D) y 82,51% (BLL), ligeramente menores que los nuestros. Por otro lado, Paitan (2019) encontró niveles altos en diferentes edades (99,37%, 97,64%, 95,87% y 91,09% para DL, 2D, 4D y BLL), mientras que por género, alpacas machos y hembras registraron 96,68% y 95,69%, respectivamente, inferiores a los hallazgos presentados aquí.

Un estudio realizado en Puno por Lupton *et al.* (2006) encontró resultados contrastantes a otras investigaciones sobre el factor de confort de la fibra de alpaca. Donde se observaron promedios de factor de confort del 95.34%, 92.99% y 90.22% para alpacas de dos, cuatro y seis años de edad, respectivamente, estos valores son inferiores a los encontrados. También, se reportaron promedios de factor de confort distintos según el sexo de la alpaca, con valores del 73.0% y 70.6% para machos y hembras, respectivamente. Estos valores también son considerablemente menores a los hallazgos obtenidos en esta investigación.

Según el estudio de Machaca *et al.* (2017) en la región de Apurímac, se detectaron disparidades notables en el nivel de bienestar en relación con la edad, evidenciando medias de 92.38%, 92.02%, 88.13% y 86.45% para las alpacas DL, 2D, 4D y BLL, con cifras bajas en cada grupo respectivamente.

En síntesis, la alimentación juega un papel fundamental en la calidad de la fibra de alpaca, variando según el sexo. Las hembras, alimentadas con una dieta nutritiva desde temprana edad, desarrollan fibras más finas y suaves. En contraste, los machos, que no reciben leche materna pero tienen acceso a una variedad de pastos, también logran desarrollar fibras adecuadas para la industria textil. Este enfoque integral en la nutrición no solo beneficia el bienestar general de las alpacas, sino que además optimiza la producción de fibras de alta calidad, esenciales para la fabricación de prendas cómodas y libres de irritaciones en la piel.

### 4.3. Longitud de la mecha (cm)

En el Cuadro 11 se presenta el promedio general de la Longitud de la mecha según el sexo, destacando que las hembras muestran una longitud superior en comparación con los machos. Además, se puede observar el promedio general para la interacción entre (sexo x categorización), donde se evidencia que la mayor longitud se encontró en las alpacas hembras de BLL, mientras que el valor más bajo se registró en las alpacas machos de 4D.

**Cuadro 11. Media de Longitud de mecha (cm) para el factor sexo**

CATEGORIZACIÓN	SEXO		$\bar{X}$ PROMEDIO
	hembras	machos	
DL	8,64	8,35	8,50
2D	8,33	8,68	8,51
4D	8,58	6,62	7,60
BLL	9,25	9,08	9,17
$\bar{X}$ PROMEDIO	8,70	8,18	

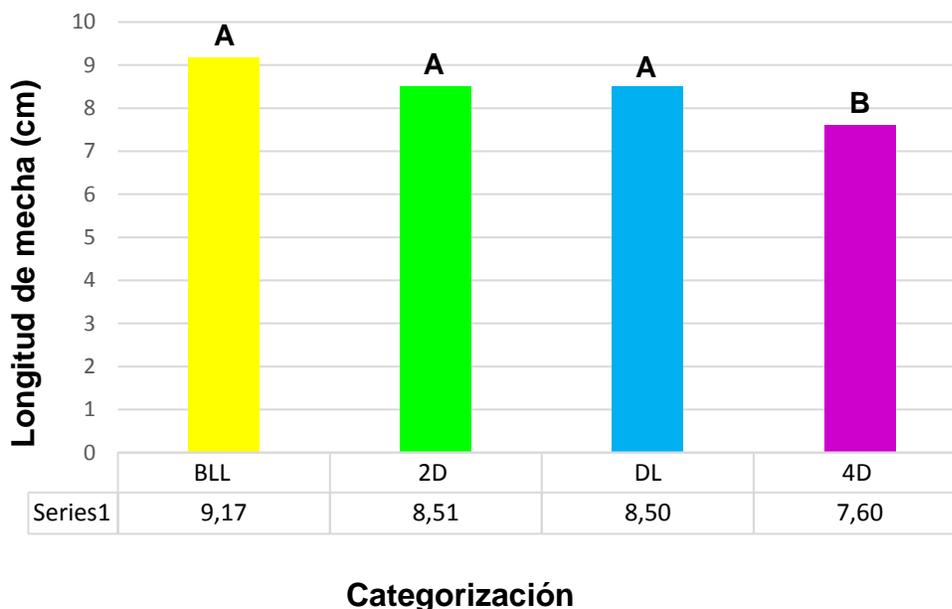
En el Cuadro 12, el análisis de varianza para la variable Longitud de mecha revela que no hay diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para el factor sexo. En contraste, el factor categorización muestra diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). Por otro lado, la interacción entre (sexo x categorización) no presenta diferencias significativas ( $P > 0,05$ ). El coeficiente de variación es de 18.34%, situándose en valores excelentes dentro de la muestra evaluada.

**Cuadro 12. Análisis de Varianza para la Longitud de mecha**

F.V.	SC	GL	CM	FC	p-valor	
SEXO	5,37	1	5,37	2,24	0,14	NS
CATEGORIZACIÓN	24,76	3	8,25	3,44	0,02	*
SEXO*CATEGORIZACIÓN	15,03	3	5,01	2,09	0,11	NS
Error	172,56	72	2,40			
Total	217,72	79				

(NS) = no significativo  $P > 0,05$ ; (\*) = significativo  $P < 0,05$ .

En la Figura 6, se presenta el análisis de Longitud de mecha mediante la prueba de Duncan, identificándose dos grupos significativamente diferente. El primer grupo conformado por las alpacas de BLL con una longitud de mecha 9.17 cm, 2D con 8.51 cm y DL con 8.50 cm, donde presentaron los mayores promedios de longitud de mecha, con relación, el segundo grupo conformado por el animal de 4D con un valor mínimo de 7.60 cm de longitud de mecha.



**Figura 6. Prueba de medias de Duncan de la Longitud de mecha (cm)**

Según los hallazgos de Campana (2021), se presentan datos sobre la longitud de la mecha en relación con la edad. Se encontraron medidas de 10.85 cm en (2D), 10.96 cm en (DL), 11.09 cm en (4D) y 11.95 cm en (BLL), señalando una tendencia decreciente en alpacas más jóvenes y creciente en alpacas más maduras, aunque con valores significativamente más altos en dicho estudio. Además, Espezúa (1986) reportó resultados similares al analizar la longitud de la mecha según la categorización, con medidas de 7.05 cm, 9.32 cm, 9.73 cm y 11.10 cm en alpacas DL, 2D, BLL y 4D, sugiriendo que la longitud de la mecha tiende a ser menor en alpacas más jóvenes y mayor en alpacas más maduras.

Según el estudio realizado por Aruquipa (2015), no se encontró una correlación significativa entre la longitud de la mecha y la edad de las alpacas. Los ejemplares de dos dientes 11,41cm exhibieron una longitud de mecha superior en comparación con las alpacas diente

de leche 11,28 cm, cuatro dientes 11,24 cm y boca llena 11,19 cm. Estos resultados contrastan marcadamente con los obtenidos en dicho estudio.

Según el estudio llevado a cabo por Machaca *et al.* (2017), se identificaron disparidades en la longitud de la fibra entre alpacas Huacaya y Suri en relación con su edad. Para las alpacas Huacaya, se obtuvieron medidas de 9.9 cm, 10.1 cm, 13.8 cm y 12.6 cm a las edades de 1, 2, 3 y 4 años, con valores elevados. En contraste, para las alpacas Suri, se observaron resultados opuestos, con mediciones de 12.0 cm, 16.1 cm, 15.6 cm y 18.2 cm para las mismas edades.

En su estudio, Aruquipa (2015) informó que el promedio de longitud de mecha medida en laboratorio fue de 9,83 cm, un valor que coincide con nuestros hallazgos. Por otro lado, Mamani (2011) reportó valores más altos, encontrando que las longitudes de mecha ideales para el proceso de peinado oscilaban entre 10,2 y 12,7 cm. Además, mencionó que las fibras con longitudes superiores a 7 cm son adecuadas para el peinado, mientras que aquellas menores a 7 cm deben destinarse al proceso de cardado.

Los resultados del estudio de las alpacas revelan una marcada disparidad en la Longitud de la mecha entre las alpacas de cuatro dientes (4D), mostrando un valor notablemente inferior. Esta variación podría atribuirse a varios factores específicos de esta categoría. Por ejemplo, la falta de una alimentación adecuada durante esta fase crucial podría haber tenido un efecto negativo, afectando la calidad de la fibra. Además, se observó una longitud de mecha más alta en las alpacas de la categoría (BLL), lo cual podría deberse a un manejo inadecuado que resultó en un periodo prolongado sin esquilarlas, a pesar de que debería hacerse de manera anual. Es importante destacar que las fibras encontradas son ideales para el proceso de peinado.

#### 4.4. Índice de curvatura (°/mm)

En el Cuadro 13, se presenta el promedio general del Índice de curvatura según el sexo, resaltando que las alpacas hembras muestran la curvatura más pronunciada, con un valor elevado, mientras que los machos presentan una curvatura menor. Asimismo, se puede observar la media general para la interacción (sexo x categorización), donde se registra la curvatura más alta en los machos de 4D, mientras que los machos de DL exhiben la curvatura más baja.

**Cuadro 13. Media del Índice de curvatura para el factor sexo**

CATEGORIZACIÓN	SEXO		$\bar{X}$ PROMEDIO
	hembras	machos	
DL	40,28	31,94	36,11
2D	41,16	37,07	39,12
4D	44,56	47,71	46,14
BLL	43,47	42,22	42,85
$\bar{X}$ PROMEDIO	42,37	39,74	

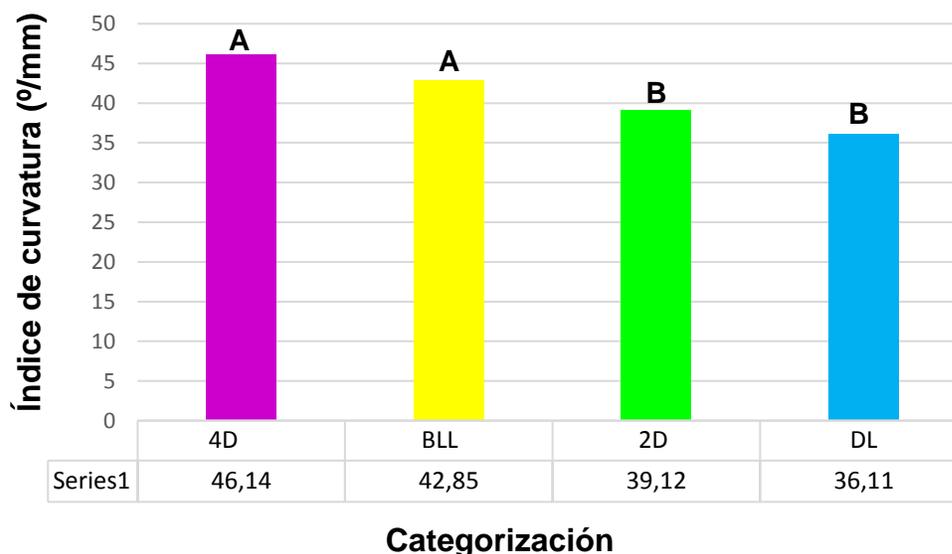
En el Cuadro 14, el análisis de varianza para la variable Índice de curvatura revela que no hay diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) según el factor sexo. Sin embargo, para el factor categorización, se observa una diferencia altamente significativa ( $P < 0,001$ ). Respecto a la interacción (sexo x categorización), no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ). Además, el coeficiente de variación es del 17.70%, lo que indica una excelente homogeneidad en la muestra evaluada.

**Cuadro 14. Análisis de Varianza para el Índice de curvatura**

F.V.	SC	GL	CM	FC	p-valor	
SEXO	138,60	1	138,60	2,63	0,11	NS
CATEGORIZACIÓN	1144,54	3	381,51	7,23	0,00	**
SEXO*CATEGORIZACIÓN	350,24	3	116,75	2,21	0,09	NS
Error	3801,02	72	52,79			
Total	5434,40	79				

(NS) = no significativo  $P > 0,05$ ; (\*\*) = altamente significativo  $P < 0,01$ .

En la Figura 7, se presenta el análisis de índice de curvatura mediante la prueba de Duncan, identificándose dos grupos significativamente diferente. El primer grupo conformado por las alpacas de 4D con un índice de curvatura 46.14  $^{\circ}$ /mm y BLL con 42.85  $^{\circ}$ /mm, donde presentaron los mayores promedios de índice de curvatura, con relación, el segundo grupo conformado por el animal de 2D con un valor de 39.12  $^{\circ}$ /mm y DL con 36.11  $^{\circ}$ /mm quienes presentan los menores promedios de índice de curvatura.



**Figura 7. Prueba de medias de Duncan del Índice de curvatura ( $^{\circ}$ /mm)**

En el estudio llevado a cabo por Vásquez *et al.* (2015), se examinaron alpacas Huacayas blancas en las zonas altoandinas de Apurímac, encontrando índices de curvatura inferiores a los registrados en nuestra investigación. Se reportaron mediciones de 38.2  $^{\circ}$ /mm en alpacas BLL, 37.6  $^{\circ}$ /mm en 4D, 36.9  $^{\circ}$ /mm en 2D y 35.8  $^{\circ}$ /mm en DL. Por otra parte, Flores *et al.* (2015) llevaron a cabo investigaciones similares en alpacas Huacayas del distrito de Corani, hallando valores significativamente más bajos que los de nuestro estudio, como 40.87 grad/mm en alpacas de 2 años, 41.51 grad/mm en alpacas de 3 años y 41.85 grad/mm en alpacas de 4 años.

Según lo expuesto por Campana (2021) en las comunidades del distrito de Marcapata-Quispicanchi - Cusco, se informaron mediciones que indicaron 31.44  $^{\circ}$ /mm en animales de 2D, 30.67  $^{\circ}$ /mm en animales de BLL, 30.63  $^{\circ}$ /mm en animales de DL y 30.52  $^{\circ}$ /mm en animales de 4D. Estos resultados presentan discrepancias con los datos obtenidos en el estudio realizado, además de evidenciar valores notablemente más reducidos.

En contraste, los resultados de la investigación llevada a cabo por Ormachea *et al.* (2013) en las comunidades del distrito de Corani – Carabaya – Puno presentaron discrepancias significativas en comparación con los descubrimientos de este estudio. Específicamente, identificaron mediciones muy reducidas de 43.43 grad/mm en animales de 2D, 42.21 grad/mm en animales de 4D y 41.27 grad/mm en animales de 6D, lo cual contrasta con los datos obtenidos en esta investigación.

Los resultados obtenidos en este estudio fueron mayores que los reportados por Quispe (2010), quien encontró valores de 38.8 grad/mm, considerándolos muy bajos. En contraste, Marín (2007) reportó valores de 47.14 grad/mm en alpacas de un año de edad, que son significativamente más altos que los encontrados en esta investigación. Esta discrepancia podría atribuirse al tamaño de la muestra utilizada y a las características específicas de las alpacas estudiadas, como su categoría o edad.

Los valores obtenidos con un índice de curvatura favorable en las alpacas de cuatro dientes (4D) pueden explicarse por una combinación de factores que fomentan el desarrollo óptimo de la fibra con la curvatura deseada. Uno de estos factores cruciales es una alimentación equilibrada, asegurando que las alpacas en esta etapa consuman pasto fresco, conocido por su alto contenido de agua y su capacidad para mantener una hidratación adecuada. Este aporte nutricional es fundamental, ya que podría haber contribuido significativamente a la calidad y curvatura de la fibra. Además, la genética juega un papel esencial en la determinación de las características de la fibra, ya que ciertas líneas genéticas están predispuestas a producir fibras con mejores índices de curvatura. Por último, el manejo adecuado, que incluye prácticas de cuidado y esquila regulares, también influye en la calidad de la fibra. Un manejo bien ejecutado garantiza que las alpacas se mantengan en condiciones óptimas, lo que se refleja en una mejor curvatura de la fibra. En conjunto, estos factores de nutrición, genética y manejo, trabajan sinérgicamente para mejorar el índice de curvatura en las alpacas de cuatro dientes.

#### 4.5. Número de rizos (rizos/cm)

En el Cuadro 15 se muestra el promedio general del Número de rizos según el sexo, evidenciando que los machos presentan el mayor número de rizos, mientras que las hembras muestran el menor número de rizos.

**Cuadro 15. Media de Número de rizos para el factor sexo**

CATEGORIZACIÓN	SEXO		$\bar{X}$ PROMEDIO
	hembras	machos	
DL	4,05	4,50	4,28
2D	3,75	5,18	4,47
4D	4,95	4,00	4,48
BLL	5,6	5,6	5,60
$\bar{X}$ PROMEDIO	4,59	4,82	

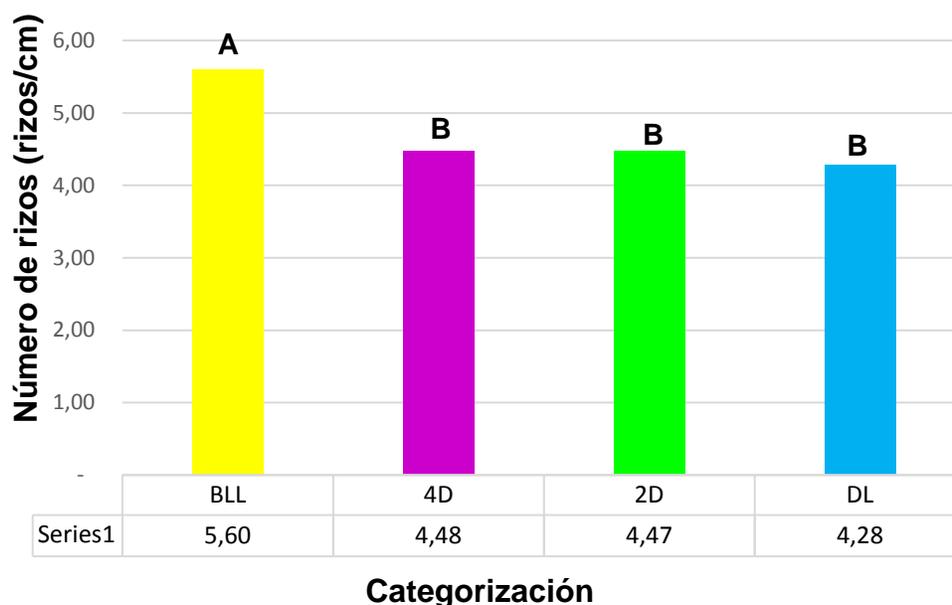
El análisis de varianza para la variable Índice de curvatura revela que no hay diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en función del sexo, mientras que para la categorización, se observa una marcada disparidad con una diferencia altamente significativa ( $P < 0,001$ ). Por último, en cuanto a la interacción (sexo x categorización), se observa una diferencia significativa ( $P < 0,05$ ), como se muestra en el Cuadro 16. Además, el coeficiente de variación es del 24.90%, lo que indica una excelente consistencia en la muestra analizada.

**Cuadro 16. Análisis de Varianza para Número de rizos**

F.V.	SC	GL	CM	FC	p-valor	
SEXO	1,08	1	1,08	0,79	0,38	NS
CATEGORIZACIÓN	21,93	3	7,31	5,33	0,00	**
SEXO*CATEGORIZACIÓN	14,67	3	4,89	3,56	0,02	*
Error	98,79	72	1,37			
Total	136,47	79				

(NS) = no significativo  $P > 0,05$ ; (\*\*) = altamente significativo  $P < 0,01$ ; (\*) = significativo  $P < 0,05$ .

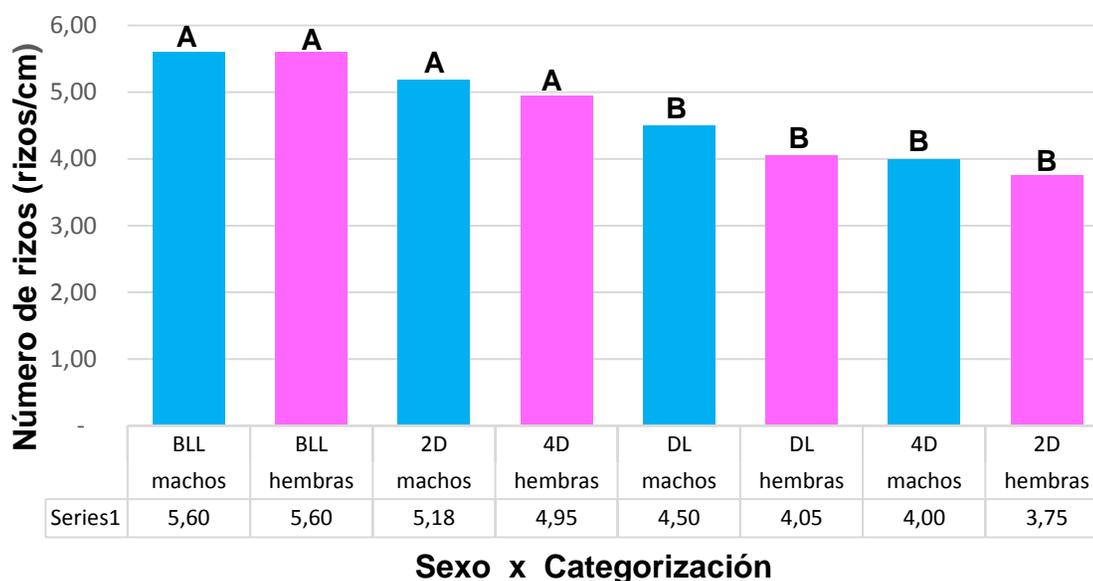
En la Figura 8, se presenta el análisis de número de rizos mediante la prueba de Duncan, identificándose dos grupos significativamente diferente. El primer grupo conformado por las alpacas de BLL con un número de rizos 5.60 rizos/cm, donde presenta el mayor promedio de número de rizos con relación, el segundo grupo conformado por las alpacas de 4D con un valor de 4.48 rizos/cm, 2D con 4.47 rizos/cm y DL con 4.28 rizos/cm, quienes presentaron los menores promedios de número de rizos.



**Figura 8. Prueba de medias de Duncan del Número de rizos (rizos/cm)**

De acuerdo con las observaciones de Chaparro (2013), resaltó que el promedio del número de rizos por centímetro era más elevado en la categoría BLL, registrando un promedio de 1.93 rizos/cm, mientras que la categoría 2D exhibía un promedio más reducido de 1.52 rizos/cm. Estos resultados guardan semejanza con los obtenidos en el presente estudio, aunque con promedios significativamente bajos. Por otro lado, Pinazo (2000) señaló que en alpacas de 1 a 3 años de edad, la cantidad de ondulaciones decrece con el tiempo, atribuyendo esta disminución a la influencia de la edad del animal. No obstante, este descubrimiento contrasta con los resultados de esta investigación.

En la Figura 9, se presenta el análisis de número de rizos mediante la prueba de Duncan, identificándose dos grupos significativamente diferente. El primer grupo conformado por las alpacas hembras y machos de BLL obteniendo valores iguales de 5.60 rizos/cm, machos 2D con 5.18 rizos/cm y hembras 4D con 4.95 rizos/cm, donde presentaron los mayores promedios de número de rizos, con relación, el segundo grupo conformado por las alpacas machos DL con 4.50 rizos/cm, hembras DL con 4.05 rizos/cm, machos 4D con 4.00 rizos/cm y hembras 2D con 3.75 rizos/cm quienes presentaron los menores promedios de número de rizos.



**Figura 9. Prueba de medias de Duncan del Número de rizos(rizos/cm)**

Según lo expresado por Marín (2007), se destacó un promedio de 3.20 rizos por centímetro en alpacas machos en comparación con las hembras. Por otro lado, Meza (2018) informó que en alpacas huacaya machos se registró una cifra de 1.73 rizos/cm, mientras que para hembras fue de 1.43 rizos/cm, resultados similares encontrados en nuestra investigación pero con valores muy bajos. En contraposición, Nestares y Carhuas (2020) encontraron resultados a favor de las alpacas hembras donde exhibían un promedio de 6.20 rizos/cm y los machos de 5.34 rizos/cm, en ambos sexos además con valores mucho más superiores a estudio realizado.

Los hallazgos del estudio evidencian una notable discrepancia en el número de rizos entre las alpacas hembras de dos dientes (2D) y machos de cuatro dientes (4D), mostrando

valores mínimos en comparación con otras categorías. Esta diferencia puede deberse a diversos factores que influyeron en el desarrollo de las alpacas 2D y 4D. Por ejemplo, la insuficiente ingesta de leche materna, la carencia de minerales esenciales y la falta de pastos frescos, además de factores genéticos, podrían haber impactado negativamente en el crecimiento y la salud de estas alpacas durante esta fase crítica de su desarrollo.

#### 4.6. Finura al hilado ( $\mu\text{m}$ )

Se presenta el promedio general de la finura al hilado según el sexo, indicando un valor elevado en las hembras, aunque la calidad óptima de finura se observa en los machos. Asimismo, se evidencia la finura según la categorización, destacando que la mejor calidad se encuentra en la dentadura de 2D, como se muestra en el Cuadro 17.

**Cuadro 17. Media de la finura al hilado para el factor sexo**

CATEGORIZACIÓN	SEXO		$\bar{X}$ PROMEDIO
	hembras	machos	
DL	18,28	19,99	19,14
2D	17,86	18,55	18,21
4D	20,87	18,38	19,63
BLL	21,44	17,85	19,65
$\bar{X}$ PROMEDIO	19,61	18,69	

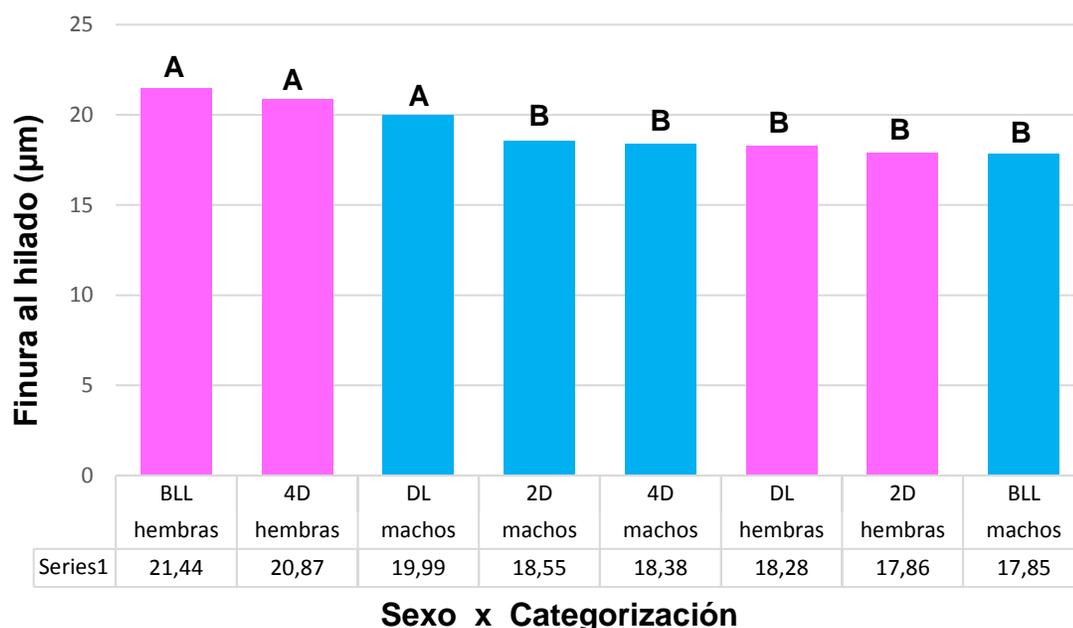
En el Cuadro 18, el análisis de varianza de la variable Finura al hilado indica que no hay diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los grupos basados en el sexo y la categorización. Sin embargo, se observa una disparidad altamente significativa ( $P < 0.001$ ) en la interacción (sexo x categorización). El coeficiente de variación, situado en un 11.57%, refleja un valor muy bueno dentro de la muestra tomada y analizada.

**Cuadro 18. Análisis de Varianza para Finura al hilado**

F.V.	SC	GL	CM	FC	p-valor	
SEXO	16,93	1	16,93	3,45	0,07	NS
CATEGORIZACIÓN	27,28	3	9,09	1,85	0,15	NS
SEXO*CATEGORIZACIÓN	95,51	3	31,84	6,48	0,00	**
Error	353,64	72	4,91			
Total	493,36	79				

(NS) = no significativo  $P > 0,05$ ; (\*\*) = altamente significativo  $P < 0,01$ .

En la Figura 10, se presenta el análisis de finura al hilado mediante la prueba de Duncan, identificando dos grupos significativamente diferentes. El primer grupo conformado por las alpacas hembras BLL con una finura al hilado de 21.44  $\mu\text{m}$ , hembras 4D con 20.87  $\mu\text{m}$  y machos DL con 19.99  $\mu\text{m}$ , donde presentaron los mayores promedios de finura al hilado, con relación, el segundo grupo conformado por las alpacas machos 2D con 18.55  $\mu\text{m}$ , machos 4D con 18.38  $\mu\text{m}$ , hembras DL con 18.28  $\mu\text{m}$ , hembras 2D con 17,86  $\mu\text{m}$  y machos BLL con 17.85  $\mu\text{m}$ , quienes presentan los menores promedios de finura al hilado.



**Figura 10. Prueba de medias de Duncan de la Finura al hilado ( $\mu\text{m}$ )**

Según lo mencionado por Quispe (2010), se encontraron promedios significativamente superiores a los obtenidos en el estudio, con medidas de 18.7  $\mu\text{m}$  para alpacas de la categoría DL, 21.2  $\mu\text{m}$  para 2D, 21.9  $\mu\text{m}$  para 4D y 22.0  $\mu\text{m}$  para BLL, respectivamente. Además, destacó la observación de que los animales menores de 18 meses presentaban una mejor finura al hilado. Por otro lado, Lorenzo *et al.* (2018) informaron medias globales de 21.7  $\mu\text{m}$ , 23.8  $\mu\text{m}$  y 23.8  $\mu\text{m}$  para alpacas de 2, 4 y 6 años de edad, respectivamente, cifras que sobrepasan los hallazgos de la investigación.

Según la investigación de Vásquez (2012), se encontraron promedios de finura al hilado de 19.64  $\mu\text{m}$  para hembras y 19.12  $\mu\text{m}$  para machos, resultados que guardan similitud con los obtenidos en nuestra investigación pero con valores notablemente inferiores. Además, se observó que la finura al hilado variaba según la edad o categorización de las alpacas. Para

las categorías DL, 2D, 4D y BLL, se registraron valores de 17.35  $\mu\text{m}$ , 19.21  $\mu\text{m}$ , 20.22  $\mu\text{m}$  y 21.62  $\mu\text{m}$  respectivamente, cifras muy similares a las de nuestro estudio.

El análisis de las alpacas resalta una clara disparidad en la calidad del hilado entre los machos adultos y las hembras jóvenes, fenómeno atribuible a diferencias en sus respectivas dietas y genética heredada de padres a hijos. Los machos, cuya alimentación se basa principalmente en pasto verde, exhiben una menor concentración de queratina en las fibras, lo que favorece un mayor engrosamiento de la fibra. En contraste, las hembras, que reciben una dieta con una mayor proporción de leche, enriquecen su lana con una cantidad superior de grasa. Esta grasa actúa como un lubricante natural, mejorando la suavidad y facilitando la manipulación del hilo durante el proceso de hilado. Estos factores nutricionales y genéticos juegan un papel crucial en la determinación de la calidad del hilado, subrayando la importancia de una dieta equilibrada y una buena gestión genética para optimizar la producción de lana.

## 5. CONCLUSIONES

Al culminar el presente trabajo de investigación se han llegado a las siguientes conclusiones:

- Se ha logrado determinar la calidad de la fibra en alpacas Huacayas de color blanco en la comunidad, donde se encontró que el diámetro de la fibra en las hembras de la categoría 2D es notablemente más uniforme y delgado. Esto incrementa la suavidad y el confort del producto final. Este hallazgo es fundamental, ya que mejora la percepción y el valor del producto en el mercado.
- La evaluación del efecto de las categorías dentarias reveló que las alpacas de BLL presentaron una mayor longitud de mecha en comparación con las de 4D, debido a un manejo inadecuado de la esquila. Las categorías de 4D hasta BLL se destacan para el proceso de peinado. Esta variable es esencial para el hilado de alta calidad y durabilidad, favoreciendo especialmente a las alpacas de BLL por su excelente calidad de fibra.
- Al determinar la calidad de la fibra dentro de los parámetros establecidos (diámetro de fibra, índice de confort, longitud de mecha, índice de curvatura, número de rizos y finura al hilado), se concluyó que las alpacas más jóvenes tienden a tener fibras más finas y confortables, mientras que la longitud de mecha y el índice de curvatura incrementan con la edad, especialmente en las hembras. Estos resultados no solo proporcionan una evaluación de la calidad de la fibra en la comunidad, sino que también ofrecen información valiosa para optimizar la selección genética y mejorar las prácticas de manejo en la producción de alpacas.

## 6. RECOMENDACIONES

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

- Se recomienda promover la reproducción selectiva de alpacas hembras de la categoría 2D y los machos de la categoría BLL que exhiben una calidad de fibra superior, estas categorías han demostrado tener una fibra más uniforme, fina y con una longitud de mecha superior, lo que incrementa la calidad del producto final y su valor en el mercado. Por lo tanto, se sugiere que futuras investigaciones pongan un énfasis particular en estas categorías para confirmar y expandir estos resultados. Además, es esencial proporcionar a los productores información práctica y detallada sobre cómo aplicar estas investigaciones en sus operaciones diarias, permitiéndoles tomar decisiones más informadas en la cría y manejo de sus alpacas.
- Para mejorar la calidad de la fibra en alpacas, se recomienda desarrollar programas de mejoramiento genético enfocados en la finura y longitud de la mecha, con especial énfasis en las hembras de las categorías 2D y BLL. Además, es crucial ajustar las prácticas de manejo para maximizar la calidad de la fibra, prestando particular atención a las necesidades nutricionales y de salud de las alpacas jóvenes. Dado que estas alpacas tienden a producir fibras más finas y confortables, es esencial mantener una adecuada nutrición y salud para preservar estas características. Implementar estas estrategias permitirá mejorar significativamente la calidad de la fibra, beneficiando tanto a los productores como a la industria en general.
- Al disponer de esta información, los productores podrán tomar decisiones más fundamentadas que contribuyan a mejorar la calidad de la fibra en sus alpacas, lo que tendrá un impacto positivo en la rentabilidad y sostenibilidad de sus operaciones. Además, esto fortalecerá la industria de la alpaca en la comunidad y promoverá el desarrollo económico de la región.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, C. 2016. Centro cultural Macaya. Tesis en Proyecto de Grado. Sajama-Oruro. Universidad Mayor de San Andres. 76 p.
- Aruquipa, M. 2015. Evaluación de la calidad de fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en dos Localidades del municipio de Catacora, departamento de La Paz. Tesis para optar el título Lic. Ingeniería Agronómica. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. 98 p.
- Aylan-Parker J., y McGregor B. 2002. Optimización de Técnicas de muestreo y la estimación de la Varianza muestral de la lana en los atributos de calidad de alpacas. *Small Ruminants Res.*, 64 p.
- Barreta, J. 2012. Estudio de la variabilidad genética en camélidos bolivianos. Tesis para Optar el título Doctorado. León – España. Universidad del León. Facultad de Veterinaria, Departamento de Producción Animal. 48 p.
- Baxter, P., y Cottle, D. 2010. Fiber diameter distribution characteristics of midside (fleece) samples and their use in sheep breeding. International Wool Organisation Technical Committee Meeting.
- Brack, A. 2003. Los Camélidos Sudamericanos. Perú. 25 p.
- Brenes, E.; Madrigal, K.; Perez, F. y Valladares, K. 2001. El Claustro de los Camélidos en Perú: Diagnostico Competitivo y Recomendaciones Estratégicas. Perú: Instituto Centroamericano de Administración de Empresas. 37 p.
- BSC Electronic, 2001. OFDA. Fibre measurement instruments.
- Bustínza, V. 2001. La alpaca conocimiento del gran potencial andino. Puno-Perú: Univ. Nacional del Altiplano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 40 p.
- Campana, L. 2021. Caracterización de la fibra de alpaca raza huacaya utilizando OFDA 2000 (Analizador Óptico del Diámetro de Fibra) en cuatro comunidades del distrito de Marcapata-Quispicanchi-Cusco. Tesis Optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Cusco-Peru. Nacional de San Antonio Abad del Cusco. 95 p.
- Cano, L.; Rosadio, R.; Maturrano, L.; Dávila, R.; y Wheeler, J. C. 2012. Caracterización fenotípica y análisis de ADN mitocondrial de las llamas de Marcapomacocha, Lima-Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 406 p.
- Canaza, A. 2009. Evaluación cuantitativa y cualitativa de la fibra de Alpaca mediante el Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS). Tesis Optar Doctorado. Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile. 59 p.

- Carrasco, J. 2007. Cuantificación de defectos congénitos y hereditarios en llamas (*Lama glama*) del municipio de Turco Provincia Sajama departamento de Oruro. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Cardozo, A. 2007. Camélidos. Versión revisada, corregida y aumentada de la obra original "Auquénidos". Primera edición. Impreso en Bolivia. 466 p.
- Castillo, R. y Zacarias, A. 2014. Determinación de las características tecnológicas de los diferentes componentes del vellón de la alpaca (*Vicugna pacos*) huacaya. Tesis para Optar el título profesional de ingeniero zootecnista. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Contreras, A. 2010. Estructura cuticular y características físicas de la fibra de alpaca huacaya (*Vicugna pacos*) de color blanco en la región de Huancavelica. Tesis para optar el título de ingeniero zootecnia. Huancavelica – Perú. Universidad Nacional de Huancavelica. 50 p.
- Contreras, S. 2019. Potencial Productivo y comercial de la Alpaca. Ministerio de Agricultura y Riego [en línea]. 55 p. Consultado el 08 de noviembre 2023.
- Cruz, L. 2011. Estimación de parámetros genéticos para caracteres productivos en alpacas (*Vicugna pacos*). Tesis de Magíster en Mejora Genética Animal y Biotecnología de la Reproducción. Valencia – España. Universidad Politécnica de Valencia 53 p.
- Chaparro Y. 2013. Relación del diámetro de fibra con el número de rizos y la proporción de pelos en el vellón de alpaca (*Vicugna pacos*) en Huaytire de la provincia de Candarave – Tacna. Tacna-Perú. Universidad nacional Jorge Basadre Grohman de Tacna, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Académico profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. [yessica\\_cha@hotmail.com](mailto:yessica_cha@hotmail.com).
- Chaves, L. 2008. Fibra de alpaca, revista textiles Peruanos - Comex, INCA, TOP Perú. Consultado 10 octubre 2023.
- Chiri, R. 2002. Camélidos Sudamericanos. Facultad de Ciencias Agrícolas Pecuarias y Veterinarias de la universidad Técnica de Oruro. Oruro- Bolivia. 58 p.
- Chiri, R. 2010. Catálogo de Camélidos. Oruro-Bolivia: Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras INIAF.
- De los Ríos, E. 2006. Producción textil de fibra de camélidos sudamericanos en el área Altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Subdivisión de Promoción de Investigación y Tecnología. Informe. 8 p.

- DESCO (Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo). 2011. Gestión Sostenible de los Camélidos: Tecnología y valor agregado en la crianza campesina. Programa regional Sur-Arequipa, Perú.
- Díaz, J. 2014. Principales características de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del sector Chocoquilla-Carabaya. Tesis para la obtención del título de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno-Perú. Universidad Nacional del Altiplano (UNA), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Encinas M. 2009. Caracterización de la fibra de alpacas Huacaya del instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos (IIPC) de la UNA. Tesis para la obtención del título de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno-Perú. Universidad Nacional del Altiplano (UNA), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Revista de Investigación del IIPC. FMVZ-UNA.
- Elvira, M. 2005. Presentación del instrumento de medición de finura OFDA 2000 Usos y aplicaciones. Bariloche: Memoria del VII Curso de Actualización Ovina, INTA. 1-11 p.
- Espezúa, F. 1986. Longitud de mecha, rendimiento de vellón y diámetro de fibra en alpacas Huacaya en cuatro comunidades de la provincia de Chuchito. Tesis para la obtención del título de Médico Veterinario y zootecnista. Puno-Peru. Universidad Nacional del Altiplano (UNA), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 86 p.
- FAO. 2005. Situación Actual de los Camélidos Sudamericanos en el Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina. 84 p.
- FAO. 2009. International year of natural fibres, background note on natural fibres. 14 p.
- Fish, V., Mahar, T. y Crook, B. 1999. Fibre curvature morphometry and measurement. International Wool Textile Organization. Nice Meeting; 265 p.
- Flores, N.; Calsin; y Fernandez, E. 2015. Diámetro de fibra índice de confort e índice de curvatura en alpaca Huacaya del Distrito de Corani-Carabaya. Revista Allpak`a. volumen 18. 63 p.
- Florez, F. 2016. Caracterización de marcadores genéticos en genes que codifican a proteínas asociadas a queratina y evaluación de la asociación del gen KRTAP11-1 al diámetro de fibra en alpaca (*Vicugna pacos*) siguiendo una aproximación de gen candidato. Tesis de maestría. Lima-Perú. Universidad Peruana Cayetano Heredia. 123 p.
- GAMT. 2008. Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Turco, 2008 – 2012, Oruro-Bolivia. 129 p.

- Holt, C. 2006. A Survey of the Relationships of Crimp Frequency, Micron, Character and Fibre Curvature. A Report to the Australian Alpaca.
- Holt, C. 2013. A guide to Glossory of alpaca fibre terms.
- Huajlla, M. 2018. Calidad de Fibra de Alpacas Huacaya (*Vicugna Pacos*) del Centro Experimental Agropecuario Condoriri y de las comunidades Norte Condo, Cosapa del departamento de Oruro. Tesis de Grado para Optar Licenciatura en Facultad de Agronomía. Oruro-Bolivia. Universidad Técnica de Oruro. 65 p.
- Huanca, T.; Apaza, N. y Lazo, A. 2007. Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa-Puno. ALPA-Cusco, Perú.
- Infoalpacas. 2013. Perfil de mercado y competitividad exportadora de prendas de alpaca. 17 p.
- INE. 2013. (Instituto Nacional de Estadística), Censo Agropecuario. Bolivia: INE.
- INIA. 2020. CIP Quimsachata es la mayor reserva genética de la alpaca de color del Perú y del mundo. Puno-Perú Consultado el 08 de noviembre 2023.
- Lorenzo, A.; Gonzales, R. y Valdez, E. 2018. Productive and textile characteristics of fibre in Huacaya alpacas from Puno, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru, 29(4), 334 p.
- Lupton, C.J.; McColl, A. y Stobart, R. 2006. Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. Small Ruminant Research 2023, 224 p.
- Machaca, V.; Bustinza, A.; Corredor, F.; Paucara, V.; Quispe, E.; y Machaca, R. 2017. Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac-Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru, 28(4), 851 p.
- McLennan, N. y Lewer, R. 2005. Wool production Coefficient of variation of fibre diameter (CVFD). Consultado el 21 de Octubre del 2023.
- Mamani, R. 2011. Situación actual y las perspectivas de los camélidos Sudamericanos del distrito de Torata región de Moquegua, Perú. 106 p.
- Marín, E. 2007. Efecto del sexo sobre las características tecnológicas y productivas en alpacas tuis para su uso en la industria textil. Tesis para obtener la Maestría. Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 76 p.
- Martínez, Z.; Iñiguez, L. y Rodriguez T. 1997. Influence of effects on quality traits and relationships between traits of the llama fleece. Small Ruminant. 212 p.
- Mayhua, P.; Paitan, M.; Ordoñez, A.; Quispe, U. y Zaravia, W. 2014. Efecto de la calidad de la fibra de alpaca Huacaya sobre el rendimiento de Tops e Hilos en la región de

- Huancavelica. Huancavelica-Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Investigación (Ed.). 9 p.
- Melo, C. y Huanca, C. 2004. Diámetro de fibra en alpacas Huacaya ganadoras en ocho ferias agropecuarias y su relación con el porcentaje de médula y número de rizos. Tesis para obtener el título Médico Veterinario Zoetecnista . Puno-Perú. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- 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 Para Obtener el Título profesional de Médico Veterinario. Ayacucho - Perú. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 55 p.
- Michell y Cia. 2007. Calidad de la fibra. Alpaca del Perú. Alpaca Perú. 45 p.
- Nestares, J. y Carhuas, R. 2020. Características físicas de la fibra de alpacas Huacaya de la empresa ganadera Rural Wari Ninacaca - Pasco. Tesis Optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion. 60 p.
- Norma Técnica Peruana NTP (231.301). 2004. Fibra de alpaca clasificada - Definiciones, clasificación por grupo de calidades. Requisitos y Rotulado (2 ed.). Lima-Perú: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias-INDECOPI. 20 p.
- Ormachea, E. 2012. Características de la fibra de alpaca analizadas con el método OFDA 2000. Revista de Investigación del IIPC ALLPAK'A. 91 p.
- Ormachea, E.; Calsin, B y Olarte, C. y Quiñones, D. 2013. Diámetro de fibra, factor de confort e índice de curvatura en alpacas Huacaya de las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani - Carabaya – Puno. Puno-Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 96 p.
- Paitan, T. 2019. Características tecnológicas de la fibra de Alpaca (*Vicugna pacos*) de la Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay. Tesis Para Optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias de Ingeniería escuela Profesional de Zootecnia. Huancavelica – Perú. Universidad Nacional de Huancavelica. . 72 p.
- Pineda, S. 2010. Manual de producción de camélidos. Ayacucho – Perú.
- Pineda, M. 2004. Curso producción de camélidos Sudamericanos. Huamanga-Perú. Universidad Nacional de San Cristóbal. 16 p.
- Pinazo, R. 2000. Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri del C.E. La Raya. Tesis de grado para Optener el título de Medico en Medicina

- Veterinaria y Zootecnia. Puno-Perú. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 68 p.
- PTDI - Oruro. 2020. Plan Territorial de Desarrollo Integral del Departamento de Oruro – Ajustado (2016-2020). Oruro-Bolivia. Consultado 22-11-2023. 328 p.
- Quispe, E.; Mueller, J.; Ruiz, J.; Alfonso, L. y Gutiérrez, G. 2008a. Actualidades sobre adaptación, producción, reproducción y mejora genética en camélidos. Huancavelica-Perú. Universidad Nacional de Huancavelica. Primera Edición. 112 p.
- Quispe, E.; Rodríguez, T.; Iñiguez, L. y Mueller, J. 2009. Production of alpaca, llama, vicuña and guanaco fibers in South America. Animal Genetic Resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Quispe, E.; Alfonso, L.; Flores, A.; Guillen, H. y Ramos, Y. 2009. Bases para un programa de mejora en la región alto andina de Huancavelica-Perú. Archivos de Zootecnia. 716 p.
- Quispe, E. 2010. Evaluación de las características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias. 29 p.
- Quispe, E. 2010. Estimación del progreso genético bajo un esquema de selección planteado en alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya en la región altoandina de Huancavelica. Tesis para optar el grado de Doctorado. Lima-Perú. Universidad Agraria la Molina 160 p.
- Quispe, E; Poma, A. y Purroy, A. 2013. Características Productivas Y Textiles De La Fibra de Alpacas de raza Huacaya. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias vol. 7, no. 1. 29 p.
- Quispe, J. 2014. Caracterización de fibra de alpacas Huacaya conservadas en condición in situ en la región de Sajama, Oruro – Bolivia. 6 p.
- Quispe, Y. 2020. Evaluación de la producción y calidad de fibra de alpaca huacaya (*Vicugna pacos*) en la Comunidad Originaria Chacaltaya. Tesis de grado para optar el título de Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. 125 p.
- Rossi, A. 2004. Camélidos sudamericanos.
- Sacchero, D. 2005. Utilización de medidas objetivas para determinar calidad de lanas. En: Memorias del VII Curso: Actualización en Producción Ovinas. Bariloche, Argentina. 221 p.
- Safley, M. 2001. Alpacas: Synthesis of a Miracle.

- Sanmiguel, L. y Serrahina, L. 2004. Camélidos sudamericanos de la región andina, editorial – Lexus. Lima-Perú. 245 p.
- Sánchez, C. 2004. Crianza y producción de alpacas” Editorial. RIPALME. Lima – Perú. 35p.
- Siguayro, E.; Cayo, J. y Type, W. 2010. Caracterización de la fibra de alpaca en diferentes zonas del Perú. Revista de investigación veterinaria.
- Siguayro, R. y Aliaga, J. 2010. Comparación de las características físicas de las fibras de la llama ch’aku y la alpaca Huacaya (*Lama pacos*) del centro experimental Quimsachata del INIA. Consultada el 18 de noviembre de 2023.
- Stemmer, A.; Valle, A.; Nuernberg, M.; Delgado, J.; Wurzinger M. y Soelkner, J. 2005. Llama de Ayopaya: descripción de un recurso genético autóctono. Bolivia. Archivos de zootecnia. 259 p.
- Vásquez, R. 2012. Determinación de las características físicas de la fibra de alpaca de raza Huacaya color blanco en la comunidad de Iscahuaca, Cotaruse, Apurímac. Tesis para Optar el Título Profesional de Médico Veterinario y Zootecnista. Abancay - Perú Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. 53 p.
- Vásquez, R.; Gomez; y Quispe, E. 2015. Características tecnologicas de la fibra blanca de alpaca huacaya en la zona Altoandinoa de Apurímac. Revista investigaciones Veterinarias del Peru. 222 p.
- Wang, X.; Wang, L. y Liu, X. 2003. The Quality and Processing Performance of Alpaca Fibres: A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. (RIRDC). Australia. 132 p.
- Wuliji, T.; Davis, G.; Dodds, K.; Tumer, P.; Andrews, R. y Bruce, G. 2000. Estimation of productive production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. Small Ruminant Research; 37(2). 201 p.
- Zárate, A. 2012. Guía Técnica. Asistencia Técnica Dirigida en: Caracterización y clasificación de la fibra de alpaca. Agrobanco Financiamiento, Asistencia Técnica y Capacitación UNALM. 5 p.

## **8. ANEXOS**

### Anexo 1. Ficha de muestreo y sus datos en Excel de cada variable

SEXO	CATEGORIZACION	N	DF	IC	LM	ICU	NR	FH
MACHOS	DL	1	20,80	98,20	8,66	38,00	4,00	20,00
MACHOS	DL	2	19,20	99,40	8,37	37,30	5,00	18,40
MACHOS	DL	3	24,70	88,70	9,22	30,20	5,00	23,80
MACHOS	DL	4	18,80	99,00	8,66	29,50	6,00	18,60
MACHOS	DL	5	24,80	85,50	7,42	23,40	3,00	25,10
MACHOS	DL	6	18,80	99,50	6,32	31,30	4,00	18,30
MACHOS	DL	7	22,50	97,20	8,66	24,50	5,00	21,10
MACHOS	DL	8	20,40	99,40	8,37	35,70	5,00	19,10
MACHOS	DL	9	20,40	98,50	9,49	29,00	2,00	19,80
MACHOS	DL	10	16,30	100,00	8,37	40,50	6,00	15,70
MACHOS	2D	1	18,90	98,30	8,37	34,30	4,30	19,00
MACHOS	2D	2	18,10	99,40	4,47	40,80	4,00	17,60
MACHOS	2D	3	19,20	96,30	9,22	39,40	5,00	19,40
MACHOS	2D	4	18,70	98,30	9,75	36,30	5,00	18,60
MACHOS	2D	5	19,60	96,30	8,94	40,00	5,00	19,70
MACHOS	2D	6	20,70	96,90	8,66	27,30	5,00	20,30
MACHOS	2D	7	18,50	99,60	10,00	31,40	6,00	17,90
MACHOS	2D	8	17,70	99,70	9,75	34,40	4,50	17,60
MACHOS	2D	9	17,80	99,60	6,71	36,10	5,00	17,90
MACHOS	2D	10	18,10	99,50	10,95	50,70	8,00	17,50
MACHOS	4D	1	23,50	93,30	9,49	40,90	3,00	22,80
MACHOS	4D	2	19,90	95,00	3,87	36,40	3,50	20,00
MACHOS	4D	3	15,10	100,00	7,07	51,60	3,00	15,10
MACHOS	4D	4	20,00	98,30	5,48	44,20	5,00	19,30
MACHOS	4D	5	20,10	99,10	8,94	48,00	4,00	19,20
MACHOS	4D	6	20,40	96,90	6,71	37,70	3,00	19,90
MACHOS	4D	7	19,00	99,70	7,42	42,00	5,50	18,20
MACHOS	4D	8	17,80	99,70	5,92	54,20	5,00	17,30
MACHOS	4D	9	15,30	100,00	6,32	73,50	3,00	14,40
MACHOS	4D	10	17,60	99,20	5,00	48,60	5,00	17,60
MACHOS	BLL	1	16,00	100,00	11,62	47,70	6,50	15,80
MACHOS	BLL	2	17,10	100,00	5,00	37,90	7,00	16,60
MACHOS	BLL	3	15,80	100,00	8,66	49,20	6,00	15,40
MACHOS	BLL	4	24,60	89,10	8,94	30,60	5,00	23,70
MACHOS	BLL	5	19,00	98,90	10,25	39,10	7,00	18,50
MACHOS	BLL	6	17,60	99,80	9,49	46,80	6,50	17,00
MACHOS	BLL	7	18,20	99,70	9,22	51,80	4,00	17,50
MACHOS	BLL	8	22,50	95,50	10,00	32,70	4,00	21,70
MACHOS	BLL	9	17,20	100,00	8,94	37,20	4,00	16,90
MACHOS	BLL	10	15,80	100,00	8,66	49,20	6,00	15,40
HEMBRAS	DL	1	17,30	100,00	8,94	43,30	5,00	16,70
HEMBRAS	DL	2	18,20	99,30	9,22	37,30	4,00	17,70
HEMBRAS	DL	3	14,60	100,00	7,75	51,00	4,00	14,10
HEMBRAS	DL	4	19,30	98,80	8,37	38,60	3,00	18,80
HEMBRAS	DL	5	17,90	99,80	9,49	38,70	4,00	17,50
HEMBRAS	DL	6	23,60	90,70	8,37	35,20	3,00	23,00
HEMBRAS	DL	7	18,10	99,50	7,75	46,10	5,00	17,80
HEMBRAS	DL	8	18,50	99,30	9,22	39,90	6,00	18,20
HEMBRAS	DL	9	20,70	95,80	8,37	30,70	3,00	20,50
HEMBRAS	DL	10	19,20	99,30	8,94	42,00	3,50	18,50
HEMBRAS	2D	1	19,30	99,30	5,92	47,80	3,00	18,20
HEMBRAS	2D	2	19,80	96,50	5,92	42,70	3,50	19,80
HEMBRAS	2D	3	19,60	99,40	5,00	48,60	4,00	18,70
HEMBRAS	2D	4	19,50	98,50	10,95	45,60	4,00	19,20
HEMBRAS	2D	5	16,10	100,00	9,22	36,40	3,00	15,90
HEMBRAS	2D	6	15,10	100,00	8,94	39,50	4,00	14,90
HEMBRAS	2D	7	16,70	100,00	11,18	33,80	4,00	16,50
HEMBRAS	2D	8	16,40	100,00	10,25	41,10	5,00	16,10
HEMBRAS	2D	9	21,20	96,30	5,92	37,80	3,00	20,40
HEMBRAS	2D	10	19,40	98,10	10,00	38,30	4,00	18,90

HEMBRAS	4D	1	21,60	93,70	8,66	40,90	5,00	21,90
HEMBRAS	4D	2	19,50	97,70	9,49	47,20	3,00	19,40
HEMBRAS	4D	3	20,20	96,20	10,25	52,20	6,00	20,10
HEMBRAS	4D	4	19,10	99,50	8,37	56,60	5,00	18,10
HEMBRAS	4D	5	18,30	99,10	8,94	54,80	4,50	18,20
HEMBRAS	4D	6	22,10	93,40	7,07	44,60	4,00	22,10
HEMBRAS	4D	7	26,20	87,00	9,22	31,60	3,00	24,50
HEMBRAS	4D	8	23,20	93,60	7,42	33,50	7,00	22,40
HEMBRAS	4D	9	22,90	92,80	8,66	34,60	5,00	22,40
HEMBRAS	4D	10	20,60	98,50	7,75	49,60	7,00	19,60
HEMBRAS	BLL	1	20,10	97,60	7,75	45,30	3,00	19,60
HEMBRAS	BLL	2	21,90	92,10	10,72	38,10	5,00	22,30
HEMBRAS	BLL	3	22,80	94,90	7,42	48,30	4,00	21,80
HEMBRAS	BLL	4	20,50	96,30	7,42	45,70	6,00	20,30
HEMBRAS	BLL	5	21,30	96,70	8,94	50,60	7,00	20,50
HEMBRAS	BLL	6	22,80	92,80	10,25	31,00	7,00	22,30
HEMBRAS	BLL	7	21,30	97,60	9,75	47,90	7,00	20,40
HEMBRAS	BLL	8	19,20	99,00	11,40	47,10	5,00	18,90
HEMBRAS	BLL	9	23,40	90,90	10,25	38,60	5,00	22,80
HEMBRAS	BLL	10	26,40	80,40	8,66	42,10	7,00	25,50

## Anexo 2. Turco - Oruro y sus alpacas de la comunidad



## Anexo 3. Reconocimiento de certificado de un productor en la recolección de fibra



#### Anexo 4. Procedimiento de la recolección de fibra

##### a) Llegada a la comunidad y coordinación con los comunarios



##### b) Selección de animales



**c) Extracción de fibra desde la región costillar**



**d) Obtención de muestras de fibra**

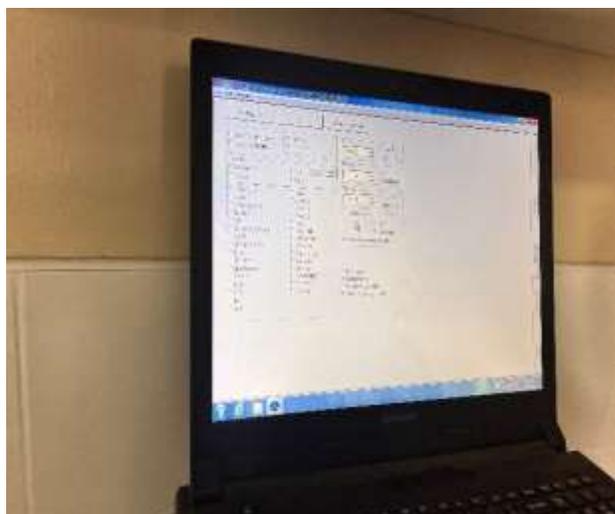


**Anexo 5. Entrada a la estación experimental del Centro de Investigación y Producción Quimsachata Puno - Perú**



**Anexo 6. Procedimiento de análisis de fibras en el Centro de Investigación y Producción Quimsachata Puno - Perú**

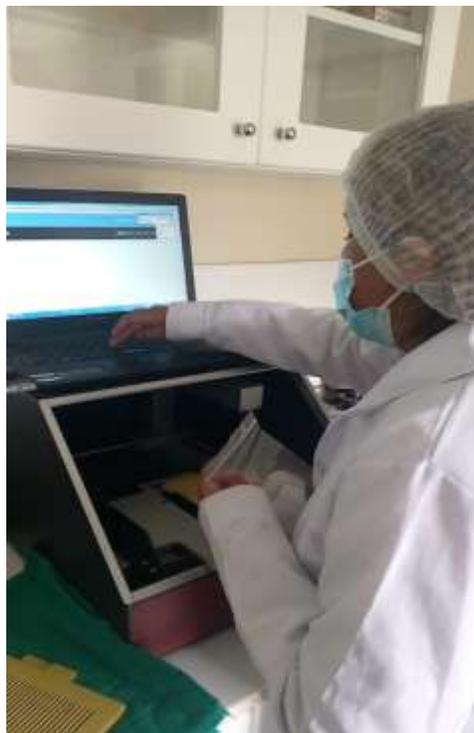
**a) Calibración del equipo OFDA 2000 y ejecución de las muestras**



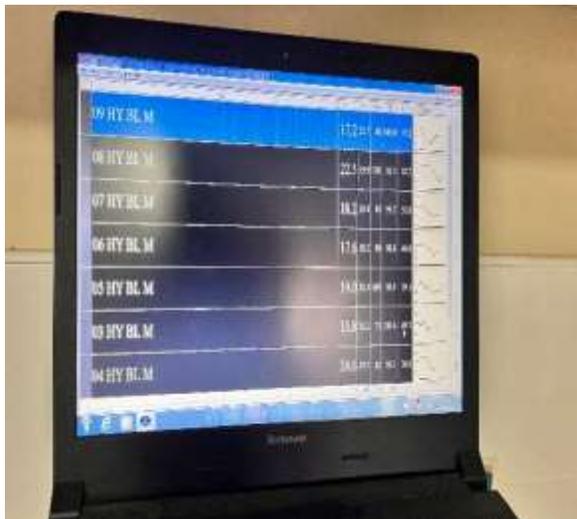
**b) Puesta de la fibra en el soporte de porta muestra (slider o gradilla)**



**c) Muestra sobre la gradilla e introducida al equipo de OFDA**



d) Datos arrojados por el equipo OFDA 2000 y obtencion de la variable número de rizo



The image shows a computer monitor displaying a data table. The table has three columns: the first column contains dates and times, the second column contains numerical values, and the third column contains smaller numerical values. The data is as follows:

Date and Time	Value 1	Value 2
09 HY BL M	112	112
08 HY BL M	22	22
07 HY BL M	18	18
06 HY BL M	17	17
05 HY BL M	16	16
03 HY BL M	15	15
04 HY BL M	14	14

