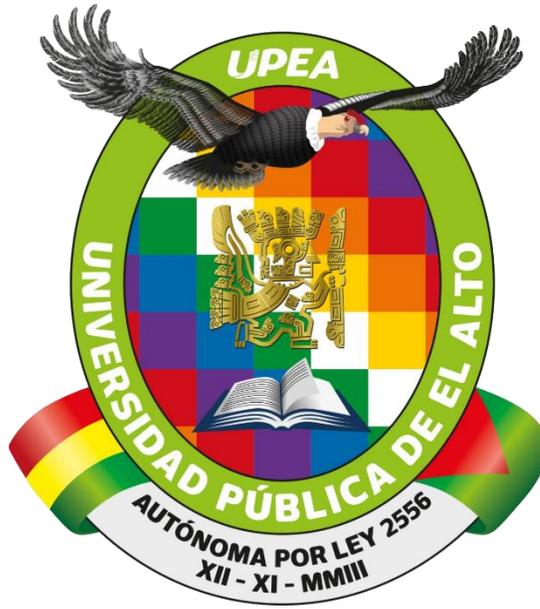


**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LANA EN  
OVINOS CRIOLLOS (*Ovis aries*) EN HEMBRAS Y MACHOS SEGÚN  
CATEGORÍAS DE LA COMUNIDAD JANCO HUMA DEL  
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

**Por:**

**Ana Melisa Quenta Churata**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**Agosto, 2025**

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

**EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LANA EN OVINOS CRIOLLOS  
(*Ovis aries*) EN HEMBRAS Y MACHOS SEGÚN CATEGORÍAS DE LA COMUNIDAD  
JANCO HUMA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

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

**Ana Melisa Quenta Churata**

**Asesores:**

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. Romel Mauricio Lopez Ticona .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....



**DEDICATORIA:**

*Todo lo puedo con cristo que me fortalece  
Filipenses 4:13. Siempre dar las gracias a  
nuestro creador por permitirme un día más de  
vida y alentarme en momentos más difíciles que  
nos toca vivir en este mundo.*

*Con amor y gratitud inmensa a mi querido padre  
y abuelo Jose Churata Paco, mi madre Maxima  
Churata Sonco y mi abuela Elena Sonco por su  
gran apoyo incondicional y gran amor, siempre  
tendrán un lugar muy especial en mi corazón.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mi más profundo agradecimiento:

A Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis abuelos y a mi madre por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mis asesores: M. Sc. Lic. Ing. Francisca Nora Quispe Quispe y el M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa, por el tiempo brindado, observaciones, sugerencias, apoyo incondicional y haber transmitido sus conocimientos y experiencias desinteresadamente para la realización y culminación del presente trabajo.

A mi tribunal revisor: Ph. D. Lic. Ing. Pedro Angel Delgado Callisaya, Lic. Ing. Vicky Ruth Villca Calle y Lic. Ing. Romel Mauricio Lopez Ticona por el tiempo, las observaciones y aportes que me dieron para mejorar este trabajo.

A todos y cada una de las personas que tuve el privilegio de conocer durante el tiempo que duro este trabajo.

## CONTENIDO

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

## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Justificación .....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general .....	2
1.3.2. Objetivos específicos .....	2
1.4. Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Origen de los ovinos.....	4
2.2. Introducción de los ovinos criollos en América.....	4
2.2.1. El ovino criollo .....	4
2.3. Clasificación taxonómica del ovino.....	5
2.4. Razas y población del ovino en el mundo, Bolivia y La Paz .....	6
2.5. La fibra de lana de ovinos .....	6
2.6. Importancia y valor de la calidad de fibra de lana .....	7
2.7. Características físicas de lana que determinan la calidad .....	7

2.7.1.	Diámetro de lana .....	7
2.7.2.	Coeficiente de variación del diámetro de lana .....	8
2.7.3.	Factor confort .....	8
2.7.4.	Longitud de mecha.....	9
2.7.5.	Índice de curvatura.....	10
2.7.6.	Número de rizos .....	11
2.8.	Factores que influyen en la calidad de lana .....	11
2.8.1.	Factor raza .....	11
2.8.2.	Factor edad .....	11
2.8.3.	Factor sexo .....	12
2.8.4.	Factor clima.....	12
2.8.5.	Factor alimentación .....	12
2.8.6.	Factor sanidad .....	12
2.8.7.	Factores estado fisiológico.....	13
2.9.	Color de la fibra de lana .....	13
2.10.	Estructura y determinación de edad en ovinos .....	13
2.10.1.	Estructura del rebaño .....	13
2.10.2.	Determinación de edad en ovinos.....	14
2.11.	Equipos para medición de fibras de lana .....	15
2.11.1.	OFDA 2000 (Analizador Óptico del Diámetro de Fibra) .....	15
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
3.1.	Ubicación Geográfica .....	17
3.1.1.	Lugar de toma de muestra .....	17
3.1.1.1.	Características ecológicas.....	17
3.1.2.	Lugar de análisis de muestra .....	18
3.2.	Materiales .....	19

3.2.1. Material biológico .....	19
3.2.2. Material de laboratorio .....	19
3.2.3. Material de campo.....	19
3.2.4. Material de gabinete.....	19
3.3. Metodología.....	20
3.3.1. Identificación, extracción y obtención de muestras en campo .....	20
3.3.2. Análisis de muestras en laboratorio .....	21
3.4. Diseño experimental.....	22
3.4.1. Factores de estudio.....	22
3.4.1.1. Formulación de tratamientos .....	23
3.4.2. Análisis estadístico.....	23
3.4.2.1. Análisis de varianza (ANVA) .....	23
3.4.3. Variables de respuesta .....	24
3.4.3.1. Diámetro de lana ( $\mu\text{m}$ ).....	24
3.4.3.2. Coeficiente de variación de lana (%).....	24
3.4.3.3. Factor confort o índice de confort (%) .....	24
3.4.3.4. Longitud de mecha (cm).....	24
3.4.3.5. Índice de curvatura ( $^{\circ}/\text{mm}$ ) .....	24
3.4.3.6. Número de rizos (rizos/cm) .....	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1. Efecto del sexo y edad sobre el diámetro de lana de ovinos criollos.....	25
4.2. Efecto de sexo y edad sobre el coeficiente de variación de diámetro de lana de ovinos criollos.....	29
4.3. Efecto de sexo y edad sobre el factor confort de lana de ovinos criollos.....	32
4.4. Efecto de sexo y edad sobre la longitud de mecha de lana de ovinos criollos .....	37
4.5. Efecto de sexo y edad sobre el índice de curvatura de lana de ovinos criollos .....	39
4.6. Efecto de sexo y edad sobre el número de rizos de lana de ovinos criollos .....	41

4.7. Análisis de correlación.....	44
5. CONCLUSIONES.....	46
6. RECOMENDACIONES .....	47
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
8. ANEXOS .....	55

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Clasificación taxonómica del ovino .....	5
Cuadro 2.	Erupción de los dientes incisivos en el ovino.....	15
Cuadro 3.	Descripción del tratamiento en estudio .....	23
Cuadro 4.	Media del diámetro de lana ( $\mu\text{m}$ ) para el factor sexo y la categorización dentaria .....	25
Cuadro 5.	Análisis de varianza para el diámetro de lana.....	26
Cuadro 6.	Media del coeficiente de variación de diámetro de lana (%) para el factor sexo y la categorización dentaria .....	30
Cuadro 7.	Análisis de varianza para coeficiente de variación de diámetro de lana.....	30
Cuadro 8.	Media del factor confort (%) para el factor sexo y la categorización.....	33
Cuadro 9.	Análisis de varianza para el factor confort .....	33
Cuadro 10.	Media de longitud de mecha (cm) para el factor sexo .....	37
Cuadro 11.	Análisis de varianza para la variable longitud de mecha .....	37
Cuadro 12.	Media de índice de curvatura ( $^{\circ}/\text{mm}$ ) para el factor sexo.....	39
Cuadro 13.	Análisis de varianza para la variable índice de curvatura .....	39
Cuadro 14.	Media de número de rizos (rizos/cm) para el factor sexo .....	41
Cuadro 15.	Análisis de varianza para la variable número de rizos .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Calidad de la lana según partes del cuerpo del ovino (FAC, 2018) .....	7
Figura 2.	Interacción entre el tejido, los terminales de la fibra o lana y la piel, que muestran la importancia del factor confort. (Modificado de: Garnsworthy et al., 1988). (Quispe <i>et al.</i> , citado por Quispe, 2023).....	9
Figura 3.	Representación bidimensional de la curvatura de una fibra de lana (Tomado de Fish <i>et al.</i> , citado por Quispe <i>et al.</i> , 2013).....	10
Figura 4.	Clasificación por cronología dentaria (Quispe, 2021).....	14
Figura 5.	Analizador Óptico del Diámetro de Fibra 2000.....	16
Figura 6.	Comunidad Taypi Janco Huma (Google Earth, 2023).....	17
Figura 7.	Estación Experimental INIA Quimsachata (Earth, 2023).....	18
Figura 8.	Prueba de medias de Duncan del diámetro de lana ( $\mu\text{m}$ ) según sexo.....	26
Figura 9.	Prueba de medias de Duncan del diámetro de lana ( $\mu\text{m}$ ) según categoría ....	27
Figura 10.	Prueba de medias de Duncan del diámetro de lana ( $\mu\text{m}$ ) según la interacción sexo x categoría .....	28
Figura 11.	Prueba de medias de Duncan del coeficiente de variación del diámetro de lana según categoría.....	31
Figura 12.	Prueba de medias de Duncan del coeficiente de variación del diámetro de lana según interacción sexo x categoría .....	32
Figura 13.	Prueba de medias de Duncan del factor confort (%) según sexo .....	34
Figura 14.	Prueba de medias de Duncan del factor confort (%) según categoría.....	35
Figura 15.	Prueba de medias de Duncan del factor confort (%) según interacción sexo x categoría.....	36
Figura 16.	Prueba de medias de Duncan de la longitud de mecha (cm) según categoría .....	38
Figura 17.	Prueba de medias de Duncan de índice de curvatura ( $^{\circ}/\text{mm}$ ) según categoría .....	40
Figura 18.	Prueba de medias de Duncan de número de rizos (rizos/cm) según sexo .....	42

Figura 19. Prueba de medias de Duncan de número de rizos (rizos/cm) según categoría .....	43
Figura 20. Matriz de correlación de las características de la lana de oveja .....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Representaciones visuales del contexto de estudio: (a) Vista general de la Comunidad Taypi Janco Huma y (b) Comunalidad y los animales involucrados en la investigación. ....	55
Anexo 2.	Procedimientos de muestreo: (a) Selección del número de ovinos hembras y machos según categoría dentaria (b) sujeción del ovino (c) Identificación del lugar de muestreo.....	55
Anexo 3.	Proceso de toma de datos: (a) Longitud de mecha (b) Extracción y etiquetado de muestras, (c) Conteo de rizos .....	56
Anexo 4.	Capacitación del equipo (OFDA 2000) en la Estación experimental del Centro de Investigación y Producción Quimsachata Puno - Perú .....	56
Anexo 5.	Calibración del equipo OFDA 2000 .....	57
Anexo 6.	Procedimiento para el análisis de muestras: (a) Orden de las muestras para el análisis, (b) Puesta de fibra de lana en la gradilla y (c) Verificación de la gradilla en dirección a la luz. ....	57
Anexo 7.	Análisis de fibra de lana de ovinos criollos en el OFDA 2000 .....	58
Anexo 8.	Ficha de muestreo y sus resultados del análisis de fibra de lana .....	58

**ABREVIATURAS**

cm	Centímetro
%	Porcentaje
°C	Grados centígrados
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
µm	Micrómetro
°/mm	Grados / milímetro
g	Gramo
CV	Coefficiente de variación
DL	Diámetro de lana
CVDL	Coefficiente de variación de diámetro de lana
FC	Factor confort
LM	Longitud de mecha
IC	Índice de curvatura
NR	Número de rizos
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria
CIP	Centro de Investigación Productivo
ANVA	Análisis de varianza
OFDA	Analizador Óptico del Diámetro de Fibra
DSDL	Desviación estándar del diámetro de las fibras de lana

## RESUMEN

El principal objetivo del presente estudio fue de evaluar las características físicas de lana en ovinos criollos (*Ovis aries*) en hembras y machos según categorías de la comunidad Janco Huma del departamento de La Paz. La metodología empleada consistió realizar un muestreo de 100 ovinos criollos de color blanco, tomando en cuenta dos factores: sexo y categoría dentaria (DL, 2D, 4D, 6D y BLL). Se extrajo fibra de la región costillar media de cada animal, las cuales fueron analizadas por el equipo OFDA 2000 en el laboratorio de la estación experimental del INIA Puno - Perú.

Para todas las muestras se evaluaron las siguientes variables: diámetro de lana, coeficiente de variación del diámetro de lana, factor confort, índice de curvatura, longitud de mecha y número de rizos (estas dos variables se midieron con una regla graduada).

Los resultados más destacados en el trabajo de investigación fueron los siguientes: Diámetro de lana (DL), varía según el sexo y la edad. Los machos presentaron fibras más finas, y el grosor aumentó con la edad, siendo las fibras más delgadas en animales jóvenes, especialmente en las categorías DL, 2D y 4D. En relación al coeficiente de variación del diámetro de lana (CVDL), se observa que tanto machos como hembras presentan una variabilidad moderada en las categorías DL, 2D, 4D y 6D, destacando una mejora notable en el CVDL. Para el factor confort (FC), los ovinos machos de DL y 2D se asemejan a los parámetros requeridos por las industrias textiles. En cuanto a longitud de mecha (LM), varía entre las diferentes categorías de fibras, siendo BLL la que tiene la longitud de mecha más larga. Índice de curvatura (IC), todas las categorías de fibras (4D, 6D, DL, 2D y BLL) tienen una curvatura alta. El número de rizos (NR), la categoría BLL presenta el mayor número de rizos, seguida por 6D, 4D, 2D y DL.

## ABSTRACT

The main objective of this study was to evaluate the physical characteristics of wool in male and female Creole sheep (*Ovis aries*) according to categories in the Janco Huma community of the La Paz department. The methodology employed consisted of sampling 100 white Creole sheep, taking into account two factors: sex and dental category (DL, 2D, 4D, 6D, and BLL). Fiber was extracted from the mid-rib region of each animal and analyzed by the OFDA 2000 team at the INIA Puno experimental station laboratory in Peru.

For all samples, the following variables were evaluated: wool diameter, wool diameter coefficient of variation, comfort factor, curl index, strand length, and number of crimps (these two variables were measured with a graduated ruler).

The most notable results of the research were: Wool diameter (DL) varies according to sex and age. Males presented finer fibers, and thickness increased with age, with fibers being thinner in young animals, especially in the DL, 2D, and 4D categories. Regarding the coefficient of variation in wool diameter (CVDL), it is observed that both males and females present moderate variability in the DL, 2D, 4D, and 6D categories, highlighting a notable improvement in the CVDL. Regarding the comfort factor (CF), male sheep in DL and 2D resemble the parameters required by the textile industry. Regarding strand length (ML), it varies between different fiber categories, with BLL having the longest strand length. Curl index (CI): all fiber categories (4D, 6D, DL, 2D, and BLL) have a high curvature. In terms of number of curls (NR), the BLL category has the highest number of curls, followed by 6D, 4D, 2D, and DL.

## **1. INTRODUCCIÓN**

A nivel internacional, la lana es un producto importante en la industria textil por su calidad, utilidad y respeto al medio ambiente. Australia y Nueva Zelanda son los mayores exportadores de lana, especialmente de la lana merino, conocida por su suavidad y finura. Este producto es muy demandado en la confección de ropa de alta gama. Además, la lana es un recurso natural que se puede renovar y es altamente deseable debido a sus características, propiedades y el valor cultural que posee, en donde genera un enfoque de gran interés y demanda en la industria textil (MGAYP, 2022).

En Bolivia, la ganadería ovina ha jugado un papel significativo en la economía rural, especialmente en las regiones andinas, donde las condiciones climáticas y geográficas son propicias para su crianza. La infraestructura relacionada con la ganadería ovina en Bolivia ha tenido un desarrollo lento pero constante, adaptándose a las particularidades del territorio, los cambios en las demandas del mercado y las condiciones socioeconómicas de los productores (García, 2017).

En el Departamento de La Paz el ganado ovino tiene mayor presencia en la región altiplánica, con productores dedicados a la crianza de ovinos en sus distintas especies. Por sus características, estos ovinos son una fuente importante de lana y carne, tanto para el consumo propio como para su comercialización. Los 87 municipios del departamento de La Paz se dedican a la crianza de ovinos a nivel de pequeños productores (MDPyEP, 2023).

### **1.1. Planteamiento del problema**

La Comunidad Taypi Janco Huma, ubicada en el Altiplano boliviano, enfrenta un desafío significativo en la comercialización de la lana ovina. Actualmente los pequeños productores venden lana sin clasificar por sus características lo que limita su valor agregado. Este problema afecta directamente a la economía de los pobladores, quienes dependen de esta actividad no solo para generar ingresos, sino también para cubrir necesidades básicas como la alimentación, la educación y la salud de sus familias.

Por lo tanto, es importante investigar la calidad de la lana ovina en esta región, considerando el sexo y la edad dentaria, con el objetivo de generar información técnica que permita mejorar el proceso productivo y aumentar su competitividad en los mercados especializados.

## **1.2. Justificación**

En la Comunidad de Janco Huma, el manejo de ovinos criollos representa una actividad importante para la economía, sin embargo, existe poca información técnica sobre las características físicas de la lana en función del sexo y la edad de los animales. Esta falta de conocimiento limita la toma de decisiones en el manejo productivo y reproductivo del rebaño.

Este estudio busca evaluar dichas características en hembras y machos según sus categorías dentarias, para identificar patrones útiles en la selección de reproductores. Además, la generación de datos mediante tecnología especializada (OFDA 2000), en coordinación con el centro experimental INIA Puno – Perú, fortalece la base técnica necesaria para impulsar prácticas sostenibles, mejorar la eficiencia del sistema productivo y beneficiar a las comunidades rurales en términos sociales y económicos.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar las características físicas de lana en ovinos criollos (*Ovis aries*) en hembras y machos según categorías de la Comunidad Janco Huma del Departamento de La Paz.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto del sexo y edad sobre el diámetro de lana de ovino criollo de la Comunidad Janco Huma.
- Analizar el efecto del sexo y edad sobre el coeficiente de variación de diámetro de lana de ovino criollo de la Comunidad Janco Huma.
- Examinar el efecto del sexo y edad sobre el factor confort de lana de ovino criollo de la Comunidad Janco Huma.
- Determinar el efecto del sexo y edad sobre la longitud de mecha de lana de ovino criollo de la Comunidad Janco Huma.
- Evaluar el efecto del sexo y edad sobre el índice de curvatura de lana de ovino criollo de la Comunidad Janco Huma.
- Estudiar el efecto del sexo y edad sobre el número de rizos de lana de ovino criollo de la Comunidad Janco Huma.

#### 1.4. Hipótesis

- **Ho:** No existen diferencias significativas en las características físicas de lana en ovinos criollos (*Ovis aries*) en hembras y machos según categorías de la comunidad Janco Huma del Departamento de La Paz.
- **Ha:** Existen diferencias significativas en las características físicas de lana en ovinos criollos (*Ovis aries*) en hembras y machos según categorías de la comunidad Janco Huma del Departamento de La Paz.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Origen de los ovinos**

La oveja doméstica (*Ovis aries*) tiene su origen en Europa y en las regiones frías de Asia, y descende de los animales del grupo de los antílopes de la era prehistórica. El ganado ovino se domesticó y se explotó de formas diferentes, desde hace más de diez mil años (García y Arsenio, citado por Tarco, 2018).

Las ovejas son uno de los primeros animales que han sido domesticados por los humanos. Con la domesticación del muflón salvaje. Estas ovejas fueron criadas principalmente para obtener carne, leche y pieles. La cría de ovejas por su lana comenzó a desarrollarse alrededor del 6000 años antes de Cristo en Irán, y culturas como la de los persas se basaron en la lana de oveja para el comercio (Machaca, 2022).

### **2.2. Introducción de los ovinos criollos en América**

La historia indica que las ovejas domésticas llegaron a América con los viajes de Cristóbal Colón en 1492 y al Perú con los viajes de Francisco Pizarro en 1537. La primera raza ovina introducida al Perú, por los españoles, fue la merina originaria de España, caracterizada por una excelente producción de la lana fina y producción de carne. Sin embargo, la falta de conocimiento de las técnicas de crianza y el manejo de ovejas por más de 400 años, han resultado en ovejas criollas que tienen bajos niveles de producción de carne y lana (Condori, 2023).

Según Herman, citado por CEE (2008), menciona que el ovino hace su aparición en el territorio del Río de la Plata conjuntamente con la conquista española: Don Ñuflo de Chávez tuvo el honor de ser quien en una expedición en 1550 introdujo los ovinos en esta comarca. Los rebaños llegaron a América del Sur con los españoles, alrededor de los años 1500. A partir de la raza "Churra" y "Merino" se formó el ovino criollo. Es entonces que los ovinos llegaron a Bolivia en la época del antiguo Kollasuyo, después de 1550.

#### **2.2.1. El ovino criollo**

Las ovejas criollas descendieron de los ejemplares introducidos por los colonizadores españoles en el siglo XVI. Es utilizado como animal de doble propósito (carne y lana). Es

una raza que existe en mayor cantidad en Bolivia y se caracteriza por su adaptabilidad a cualquier medio ambiente (Quispe, 2024).

La diversidad de ambientes y la falta de una selección adecuada a través del tiempo, hicieron que se transformara en un animal de tamaño mediano, con escaso desarrollo corporal, con cabeza pequeña, cara grande y larga, con o sin cuernos en los machos; con orejas largas y caídas, con poca cobertura de lana, las extremidades son delgadas medianas, cortas sin lana, con pezuñas negras (Díaz y Vilcaqui, 2013).

Los ovinos criollos pueden vivir sin mayores cuidados; con pastos de escasa calidad nutritiva soportando los cambios climáticos adversos (estacionales). Épocas secas con poca disponibilidad de pastos naturales y agua. En la actualidad, desempeñan un papel importante en la economía agrícola y pecuaria, beneficiando a los productores ganaderos y sus familias (MDRyT, 2012).

### 2.3. Clasificación taxonómica del ovino

Los ovinos domésticos se ubican en la siguiente escala zoológica:

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica del ovino**

Clasificación Zoológica	
<b>Reino</b>	Animal
<b>Phylum</b>	Cordados
<b>Clase</b>	Mamíferos
<b>Orden</b>	Artiodáctilos
<b>Sub-orden</b>	Rumiante
<b>Familia</b>	Bovidae
<b>Género</b>	Ovis
<b>Especie</b>	Aries
<b>Nombre científico</b>	<i>Ovis aries</i>

Fuente: (DEA y DPETP, citado por Valladolid, 2024)

## **2.4. Razas y población del ovino en el mundo, Bolivia y La Paz**

Se calcula que a nivel mundial existen más de 450 razas de ovinos. Entre ellas se distinguen las destinadas a la producción de leche, las que son consignadas como ganado de lana y, por supuesto, las razas productoras de carne. En la selección comercial para la crianza de una raza, generalmente se evalúa su capacidad de cumplir un doble o triple propósito, es decir, que pueda ser utilizada para más de un fin productivo (RFEAGAS, 2021).

Según MDRyT (2012), las razas en Bolivia que más se adaptan son la Criolla, Corriedale, Targhee (carne y lana), Mestizas y/o mejoradas (carne, lana, leche), Merino, Rambouillet (lana), Santa Inés, Morada Nueva, Hampshire Down y Suffolk (carne).

FAO (2024), indica que la población mundial de ovinos se estima en 1.3 mil millones. En Bolivia la población aproximada de ganado ovino es de 8.877.510 cabezas, de las cuales el departamento de La Paz cuenta con 3.169.150 cabezas, distribuidas en el Altiplano Sur, Central y Norte. En donde el 90% es de la línea criolla (INE, citado por Isidro, 2015)

## **2.5. La fibra de lana de ovinos**

Las fibras naturales son materiales alargados originados de plantas y animales, que se pueden hilar para obtener hebras, hilos o cordelería. Según información de la FAO, con motivo del año internacional de las fibras naturales, se producen alrededor de 30 millones de toneladas de fibras naturales al año en todo el mundo. Las fibras naturales son un elemento importante del vestido, la tapicería y otros textiles de consumo (Tinoco, 2009).

Según Cordero, Riera y Moncayo, citado por Vaca *et al.* (2020), la lana es una fibra textil formada en los folículos de la piel de los ovinos, que conforma el vellón del animal. Se caracteriza por ser una fibra suave y rizada, cubriendo en forma de vellón el cuerpo de ovejas y carneros. Está formada en un 20 – 25 % por una proteína llamada “queratina”.

Tinoco (2009), afirma que cada fibra es segregada en un folículo piloso y consta de una cubierta externa escamosa que repele el agua, una porción cortical y otra medular (que absorbe la humedad).

## 2.6. Importancia y valor de la calidad de fibra de lana

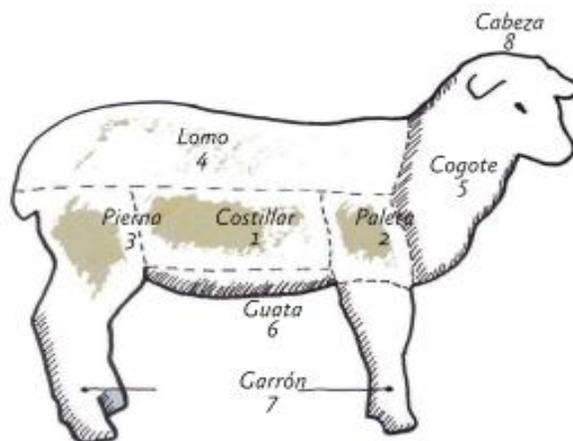
La fibra de lana de ovino es un recurso natural de gran valor económico, social y ecológico, ampliamente utilizado en la industria textil por sus propiedades únicas como suavidad, elasticidad, capacidad térmica y absorción de humedad (Pizarro, 2020). Su producción contribuye al desarrollo sostenible de comunidades rurales, generando ingresos, empleo y fomentando el manejo responsable de los recursos naturales. Además, al ser una fibra biodegradable y renovable, representa una alternativa ecológica frente a materiales sintéticos, posicionándose como un producto estratégico tanto a nivel local como internacional (Agrosabio, 2023).

La calidad de lana supone un buen criterio en la presentación de los lotes, aplicando las normas adecuadas. A mayor calidad, mejor respuesta en la comercialización. A mayor calidad, mejor precio del producto (Mercedes, 2015).

## 2.7. Características físicas de lana que determinan la calidad

### 2.7.1. Diámetro de lana

En la Figura 1, se observa la lana procedente de diferentes regiones del cuerpo de los ovinos presenta variaciones en el diámetro, incrementándose desde la paleta hacia el cuarto. Se considera que la zona de costilla es la más representativa para todas las características del vellón y la indicada para la extracción de muestras (Sienra *et al.*, 2015).



**Figura 1. Calidad de la lana según partes del cuerpo del ovino (FAC, 2018)**

1. Costillar: lo más representativo 2. Paleta: lo más fino 3. Pierna: lo más grueso. 4. Lomo: lo más sufrido por la acción del clima. 5. Cogote y pecho: lana corta con posibilidad de contaminación, (FAC, 2018).

Según Bravo *et al.* (2017), el diámetro o finura, es el grosor de la fibra que se mide en micras ( $\mu\text{m}$ ), es decir, su sección transversal. Característica más importante que determina los usos finales de la lana y su precio. El diámetro de las lanas finas (hasta 25  $\mu\text{m}$ ) se utilizan para la confección de telas livianas y prendas de punto de alta calidad. Las lanas medias (25 a 30  $\mu\text{m}$ ) se utilizan para prendas de peso medio e hilado para tejer a mano o máquina. Las lanas gruesas ( $>30 \mu\text{m}$ ) se utilizan para la elaboración de prendas pesadas, mantas o alfombras.

La medición en micras ( $\mu\text{m}$ ) lo que equivale a una milésima parte de un milímetro, en general mientras más delgada la fibra más fina se considera esta (Florez, 2016).

### **2.7.2. Coeficiente de variación del diámetro de lana**

El coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDL) es una medida porcentual que compara la variabilidad dentro de cada medición, definida como  $\text{CVDL} = (\text{DSDL}/\text{Diam}) * 100$ , independientemente del diámetro medio. Es útil para estimar la resistencia de la mecha y analizar perfiles de finura, identificando posibles puntos de quiebre en las fibras. Se debe saber que mientras más bajo es el CVDL en un vellón, es mayor la homogeneidad entre los diámetros de las fibras individuales que lo componen (McLennan y Lewer, citado por Solis, 2022).

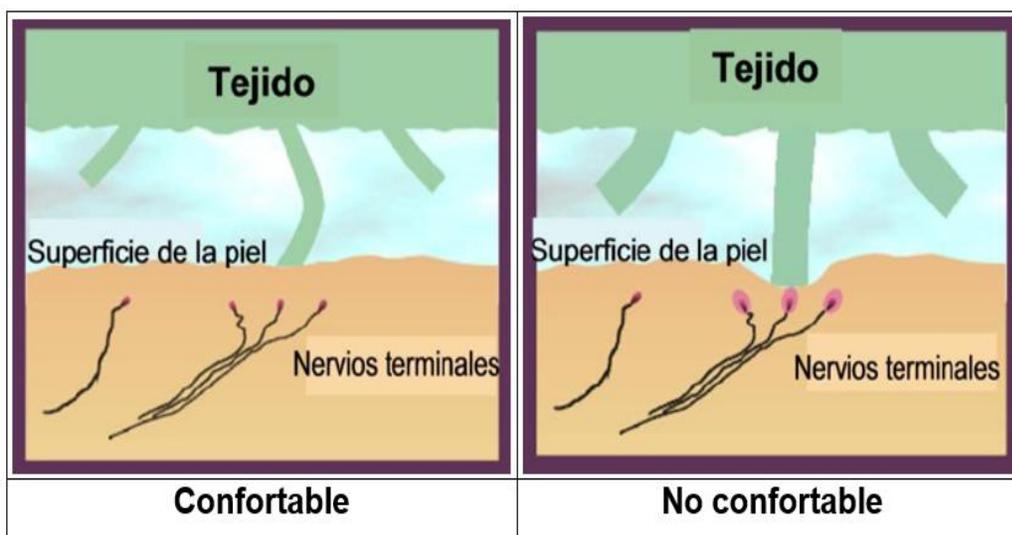
El coeficiente de variación aceptable para el diámetro de la lana de ovinos puede variar según el tipo de raza y las condiciones específicas de manejo y producción. Sin embargo, en general, un coeficiente de variación (CV) menor al 20 % se considera aceptable y representa una baja variabilidad y alta homogeneidad en el diámetro de la lana. Un CV entre 20 % y 30 % indica una variabilidad moderada, mientras que un CV superior al 30 % puede ser indicativo de una alta variabilidad y podría requerir intervenciones específicas para mejorar la uniformidad de la lana (Campos, 2023).

### **2.7.3. Factor confort**

El factor de confort (FC) es el porcentaje de fibras menores a 30  $\mu\text{m}$ , y la industria textil prefiere un FC de 95 % o más. Esta medida es clave en la elaboración de prendas, ya que indica su nivel de comodidad. Se aprecia al tacto, subjetivamente. Una mayor variabilidad del diámetro de las fibras generalmente se traduce en una sensación de mayor aspereza.

Sin embargo, no hay escalas ni normas internacionales establecidas para determinar suavidad o aspereza (SUL, 2018)

Según Mimica (2014), durante los últimos años hubo interés en el factor de confort (FC). Las investigaciones demostraron que no solo una excesiva cantidad de fibras mayores a 30  $\mu\text{m}$  era importante, sino que también lo era el Diámetro de los extremos de las fibras. La picazón que pueden causar los tejidos, se debe a que los extremos de las fibras sobresalen desde la superficie de los hilos. Si esas fibras son relativamente gruesas, son también menos flexibles y cuando entran en contacto directo con la piel, provocan una sensación de prurito. Sin embargo, si los extremos de esas fibras son más delgados y por lo tanto más flexibles, es menos probable que provoquen picazón (Figura 2).



**Figura 2. Interacción entre el tejido, los terminales de la fibra o lana y la piel, que muestran la importancia del factor confort. (Modificado de: Garnsworthy et al., 1988). (Quispe et al., citado por Quispe, 2023).**

#### 2.7.4. Longitud de mecha

Al igual que el diámetro es una característica muy importante que determinan las propiedades manufactureras del material textil (UNALM, 2012).

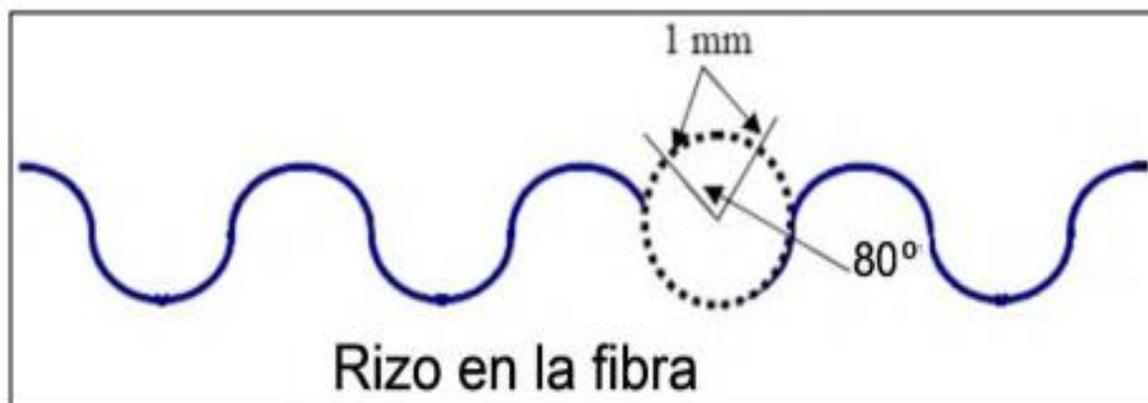
Según García, citado por Barra *et al.* (2018), se refiere al crecimiento de la fibra de lana durante un año o desde una esquila a la siguiente. Es la distancia entre la base y la punta de la fibra expresada en cm o pulgadas. Se relaciona con el diámetro, en cuanto a que las fibras más finas crecen con mayor lentitud que las más gruesas.

Por otra parte, existe un largo de fibra mínimo por debajo del cual las lanas no pueden procesarse eficientemente para producir productos finales de alta calidad. Generalmente, las fibras de lana deben tener un largo mínimo de 2,5 a 3 pulgadas (aproximadamente 6,4 a 7,6 cm) para ser adecuadas para la mayoría de los procesos textiles. Las fibras más cortas pueden ser difíciles de hilar y pueden resultar en productos de menor calidad (Elvira, 2005). Naturalmente las lanas más finas van a estar más próximas a dicho límite que las lanas más gruesas, ya que a menor diámetro se registra menor longitud de mecha. El largo de mecha es uno de los rasgos que se considera al clasificar lana de cierta finura por calidad (Barra *et al.*, 2018).

### 2.7.5. Índice de curvatura

El índice de curvatura (IC) de las fibras son características textiles adicionales que pueden ser usados para la descripción de la propiedad espacial de una masa de fibras de lanas. Estas propiedades que son comunes a toda la fibra textil, son de mucho interés para el fabricante de alfombras y prendas de vestir. El fabricante de fibra sintética introduce el rizo a su fibra y filamentos con el propósito de tener una mejor densidad de sus productos textiles. Los rizados de las lanas, expresados como curvaturas de fibra, se miden usando el equipo OFDA (Analizador óptico de diámetro de fibra) y LaserScan, uno y otro de fabricación en el país de Australia (Quispe *et al.*, citado por Campana, 2021).

La curvatura de la fibra se puede clasificar en 3 dimensiones, puesto que, la fibra esta flexionada y torcida a lo largo de sus longitudes., las formas de las fibras se pueden representar en formas de ondas bidimensionales (Fish *et al.*, citado por Quispe *et al.*, 2013), (Figura 3).



**Figura 3. Representación bidimensional de la curvatura de una fibra de lana (Tomado de Fish *et al.*, citado por Quispe *et al.*, 2013).**

La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, 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 (Holt, 2006).

#### **2.7.6. Número de rizos**

La ondulación natural de la lana es otro aspecto importante, la cual produce la fuerza para el hinchamiento y la elasticidad. Los rizos son útiles para la hilatura, al mismo tiempo los rizos siempre se asocian a lanas de buena calidad ya que guardan relación con la finura y el buen crecimiento (Carpio, citado por Barra *et al.*, 2018).

El rizado normalmente está asociado con la finura de la fibra, de forma que cuantos más rizos hay por pulgada o cm, más fina es la lana (Poma y Ayala, 2022).

Según Aliaga (2012), las ondulaciones son curvas u ondas regulares, sucesivas y uniformes colocados en un mismo plano a lo largo de toda la fibra, siempre se asocia a las lanas de buena calidad de manera que las lanas rizadas tienen mayores cualidades textiles que las que no son rizadas, debido a su capacidad de elasticidad y torsión que facilita las operaciones de hilado.

### **2.8. Factores que influyen en la calidad de lana**

De acuerdo a, Mimica (2014), señala que entre los factores internos que afectan en la calidad de lana, resaltan los factores raza, edad, sexo, clima, alimentación, sanidad, estado fisiológico.

#### **2.8.1. Factor raza**

Según Elvira, citado por Mimica (2014), menciona que cada raza ovina tiene un rango distinto de diámetro de la fibra y largo en el cual fluctúa su lana. Tanto el largo como el grosor son de alta heredabilidad. La eficiencia de conversión de nutrientes al momento de producir lana, estaría también controlada por factores genéticos.

#### **2.8.2. Factor edad**

Según Khan *et al.*, citado por Mimica (2014), el animal presenta en los primeros meses de vida una finura irreal, durante el primer año de vida del ovino, el largo de mecha es mayor,

la velocidad de crecimiento de la fibra disminuye a medida que avanzan los años. La reducción en el crecimiento de la lana con la edad puede estar relacionada a un cambio en el patrón de la ingesta de alimento y dieta seleccionada.

### **2.8.3. Factor sexo**

Las diferencias hormonales entre machos y hembras en ovinos pueden influir en el desarrollo de la lana, causando variaciones en su diámetro y finura (SUL, 2018).

### **2.8.4. Factor clima**

El clima afecta la nutrición del animal y por ende su salud, lo que además conlleva una variación del largo de las fibras de su lana, el factor clima va de la mano con la estación del año. De esta manera, la temperatura presente en distintas épocas del año, causan diferentes ritmos de crecimiento de la lana (Mimica, 2014).

Mimica (2014), señala que el diámetro de la fibra es mayor durante el verano, disminuyendo en el otoño para tener un valor mínimo durante el invierno. Este efecto puede estar relacionado a un menor flujo sanguíneo hacia la piel y por lo tanto una disminución en la velocidad del metabolismo de nutrientes.

### **2.8.5. Factor alimentación**

Una alimentación balanceada y abundante estimula el crecimiento de lana, mientras que períodos de restricción alimenticia, hacen que esta se acorte y disminuya su Diámetro de fibra (INIA, 2017). En explotaciones de tipo extensiva (como sucede en la Región de Magallanes), los animales se manejan en libre pastoreo, donde la alimentación está totalmente condicionada por el clima y la estación del año. De esta forma los distintos factores climáticos controlan la magnitud del crecimiento y por ende la disponibilidad de forraje presente en las praderas (Mimica, 2014).

### **2.8.6. Factor sanidad**

Las enfermedades provocan una disminución en el apetito por lo cual reduce el crecimiento de la lana y disminuye su calidad. Infestaciones de parásitos pueden reducir considerablemente el crecimiento de la lana, en especial en ovinos manejados en forma extensiva (Mimica, 2014).

### **2.8.7. Factores estado fisiológico**

Según García, citado por Mimica (2014), menciona que por el último tercio de gestación y los primeros dos meses de lactancia son períodos cruciales, ya que durante estos momentos se observa una notable disminución en el crecimiento de la lana. Aunque la gestación en sí no afecta negativamente este crecimiento, la lactancia sí lo hace. La producción de lana está relacionada con la actividad metabólica del ovino. La tiroxina estimula el crecimiento de la lana al mejorar el metabolismo aumentando el apetito y disminuyendo el almacenamiento de proteína en los tejidos.

### **2.9. Color de la fibra de lana**

En la antigüedad, predominaban las ovejas de color marrón o negro. Sin embargo, durante los siglos XIX y XX, la industria textil impulsó la demanda de lana blanca debido a su facilidad para teñirse sin necesidad de tratamientos químicos previos. Por esta razón, los ganaderos comenzaron a priorizar la cría de ovejas de lana blanca, que hoy en día constituyen la gran mayoría (PLO, 2021). A pesar de ello, los ovinos presentan una notable variedad de colores, que van desde el blanco puro hasta el marrón chocolate oscuro e incluso patrones con manchas (Froy, 2022).

Con relación al color de la lana, autores como Artola *et al.*, (2022), señalan que la existencia de fibras pigmentadas o fibras manchadas por la orina pueden limitar su uso total, ya que en ocasiones es inaceptable la presencia de fibras oscuras o pasteles entre las fibras blancas.

Según Peña *et al.* (2016), las ovejas Criollas son valoradas para la producción de tejidos regionales, por sus cualidades únicas y su pertinencia cultural, tienen variedad de colores (blanco, negro, distintas tonalidades de grises y marrones).

### **2.10. Estructura y determinación de edad en ovinos**

#### **2.10.1. Estructura del rebaño**

Según Bravo *et al.* (2017), el rebaño ovino está compuesto por animales de diferentes edades, sexo y estados fisiológicos, organizados jerárquicamente. Esta jerarquía se refleja cuando se desplazan, liderados por la oveja más antigua del rebaño y cuando se

alimentan, comen primero y en mayor cantidad los animales adultos y luego los jóvenes. Existiendo las siguientes categorías dentro de un rebaño ovino:

- **Carnero:** Es el macho entero utilizado como reproductor, regularmente es mayor a un año de edad, sexualmente maduro y se emplea para encastar ovejas y borregas.
- **Capón:** Macho castrado, desde la aparición de los medianos en adelante. Generalmente se utilizan como celadores, para detectar el celo de las ovejas, o son destinados a engorda.
- **Oveja:** Hembra adulta, desde su primer parto en adelante y que puede tener entre uno hasta seis o más años de edad. La edad productiva de una oveja depende del tipo de alimentación y manejo que reciba.
- **Borrega y borrego:** Ovinos jóvenes, desde la erupción de las primeras pinzas hasta antes de la erupción de los medianos.
- **Cordero y cordera:** Macho y hembra lactante de diente de leche, desde su nacimiento hasta antes de la erupción de las primeras pinzas.

#### 2.10.2. Determinación de edad en ovinos

La determinación de edad o cronología dentaria de los ovinos, se efectúa mediante la observación de los dientes, es decir, el cambio de dientes de leche por dientes definitivos o permanentes. Los ovinos no poseen incisivos superiores, en su lugar se encuentra un rodete dentario, que es una formación cartilaginosa. Los ovinos presentan dos tipos de dientes: dientes de leche o temporarios y dientes de adultos o permanentes. Los dientes de leche son más pequeños y amarillentos que los dientes de adulto (Romero, 2015), (Figura 4).

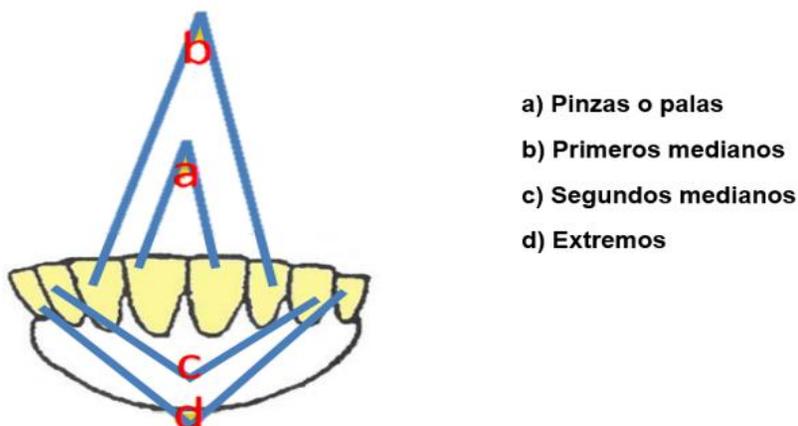


Figura 4. Clasificación por cronología dentaria (Quispe, 2021).

La edad de un ovino es una característica muy importante para conocer la vida productiva del animal, siendo un criterio de selección para decidir la compra de animales. La determinación de la edad de los ovinos, se efectúa mediante la observación de los dientes, es decir, el cambio de dientes de leche por dientes definitivos o permanentes y su desgaste (INIA, 2017), (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Erupción de los dientes incisivos en el ovino.**

Tipo de incisivos	Dentición de leche		Dentición de adulto	
	Edad	Categoría	Edad	Categoría
Pinzas (centrales)	0 - 1 semana	Diente de leche (DL)	10 - 18 meses	2 dientes (2D)
Primeros medianos	1 - 2 semana		18 - 24 meses	4 dientes (4D)
Segundos medianos	2 - 3 semana		24 - 36 meses	6 dientes (6D)
Extremos	3 - 4 semana		36 - 48 meses	8 dientes o boca llena (BLL)

Fuente: INIA (2017).

## 2.11. Equipos para medición de fibras de lana

El diámetro de fibra constituye la medida objetiva de mayor importancia. Por ello, se han desarrollado diversos métodos y equipos de medición. Inicialmente, se utilizaban los microscopios de proyección (lanámetros), pero debido a su mayor laboriosidad se buscaron otros métodos más precisos y rápidos (Pari, 2018).

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).

### 2.11.1. OFDA 2000 (Analizador Óptico del Diámetro de Fibra)

El OFDA 2000 es un instrumento que nos permite medir las características de la fibra de lana y otras fibras que son de origen animal. El equipo presenta una alta precisión para medir el perfil del diámetro de fibra de fragmentos de 0.5  $\mu\text{m}$  a 60  $\mu\text{m}$ . tiene la capacidad

de medir hasta 20.000 fibras por minuto. Se trata del remplazo del OFDA 100, que proporciona igual precisión y medición más rápida, esta tecnología se emplea en todas las fases de procesamiento de la lana, desde la lana gruesa hasta lanas suaves de hilados y tejidos, al igual se emplea también para medir fibras sintéticas, como también aquellas fibras exclusivas como el cachemir, alpaca y mohair (Brims *et al.*, citado por Campana, 2021).

En cada lectura se obtiene los datos del diámetro de fibra, desviación estándar, el coeficiente de variación del diámetro de fibra, el factor confort, índice de curvatura como también finura al hilado (Elvira, 2005).

El equipo OFDA 2000 está diseñado para trabajar en condiciones desfavorables, está constituido de una forma muy robusta, y tiene una excelente rapidez. Es absolutamente portátil pesa 17 kg, posee la más alta tecnología asociada a imágenes microscópicas digitales un procesador equipado con Windows 98, donde hace correr su potente software (Baxter y Cottle, citado por Quispe, 2020), (Figura 5).



**Figura 5. Analizador Óptico del Diámetro de Fibra 2000**

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación Geográfica

##### 3.1.1. Lugar de toma de muestra

La toma de muestra del presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad Taypi Janco Huma, dependiente de la Dirección Distrital de Educación Puerto Acosta, Primera sección de la Provincia Camacho, se encuentra ubicada en el Departamento de La Paz cerca de la aldea Taypi Lliji LLiji y Taypi Pujraca, a  $15^{\circ}32' 34''$  de Latitud Sur y  $69^{\circ} 6' 12''$  de Longitud Oeste y tiene alrededor de 394 habitantes tiene una altitud 3.883 metros (Luque *et al.*, 2015), (Figura 6).



**Figura 6. Comunidad Taypi Janco Huma (Google Earth, 2023)**

##### 3.1.1.1. Características ecológicas

Su clima es frío durante todo el año, con una gran variación entre el día y la noche, intensa radiación solar. Las heladas ocurren generalmente en invierno, pero también en los meses de verano que dañan a las cosechas, Las estaciones del año están bien marcadas, se presenta un periodo seco en los meses de mayo a octubre y un periodo lluvioso de noviembre a abril. Las precipitaciones pluviales aportan humedad a los suelos (Chuquimia, 2009).

El mismo autor menciona que el tipo de vegetación nativa predominante en el área de estudio son las gramíneas, y otras especies que son características de la zona como: queñua, kiswa, thola, koa, khanapaqu, muña, mostaza, chilligua, eucalipto, pino, álamo, la vegetación se encuentra distribuida de acuerdo al tipo de suelo. En la región la fauna nativa no es muy variada, existen leque leque, vizcacha, liebre, zorro andino.

### 3.1.2. Lugar de análisis de muestra

El análisis de las muestras del trabajo de investigación se realizó en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de la Estación Experimental Quimsachata – Puno, ubicada en el distrito de Santa Lucía, provincia de Lampa, Región Puno, con coordenadas geográficas de 70° 39' 00" de la longitud Oeste de Greenwich y el paralelo 15° 46' 00" de latitud Sur y con una altura promedio de 4.300 msnm y a 118 km de la ciudad de Puno. La temperatura fluctúa entre 3 °C de mayo a Julio y 15 °C entre septiembre y diciembre; siendo el promedio durante el año de aproximadamente 7 °C y con una precipitación pluvial anual de 400 a 688.33 mm y la humedad relativa de 40 % (INIA, citado por Quispe, 2023), (Figura 7).

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 7. Estación Experimental INIA Quimsachata (Earth, 2023)**

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material biológico**

El material biológico que se utilizó fue de 100 muestras de fibra de lana del ovino criollo (*Ovis aries*), de color blanco, de machos y hembras, de diferentes edades según la categorización dentaria, procedentes de la Comunidad Taypi Janco Huma.

### **3.2.2. Material de laboratorio**

- Equipo OFDA 2000 (Analizador Óptico del Diámetro de fibra)
- Gradillas
- Ventiladora inversa
- Tijera
- Guardapolvo
- Cofia
- Barbijo

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

Los materiales de campo que se utilizaron fueron:

- Tijeras de esquila
- Marcador indeleble
- Regla milimétrica
- Lupa
- Bolsas transparentes de plástico polietileno con zipper
- Ropa de trabajo

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

Los materiales para el trabajo en gabinete fueron:

- Laptop
- Cuaderno de campo
- Lápiz

- Tablero de apuntes
- Cámara fotográfica
- Flash memory e impresora
- Programa estadístico (InfoStat)

### **3.3. Metodología**

La metodología de la investigación se llevó a cabo en dos etapas: una de campo, donde se recolectó las muestras de cada animal a evaluar; y otra etapa de laboratorio, en donde se analizó cada muestra de lana.

El trabajo de campo y la etapa de laboratorio se llevaron a cabo durante los meses de mayo y junio de 2024.

#### **3.3.1. Identificación, extracción y obtención de muestras en campo**

Previo a la realización del trabajo de investigación, se efectuó una reunión de coordinación con las familias de la comunidad Taypi Janco Huma para dar a conocer sobre el trabajo de investigación, contar con el apoyo y consentimiento de los encargados (Anexo 1).

Posterior a la fase de coordinación con los habitantes de la comunidad, se comienza con la identificación de las categorías, posteriormente se estableció el número de individuos requeridos para el desarrollo de la investigación en donde se tomó 10 muestras por cada edad según la categoría dentaria de las hembras y 10 muestras por cada edad según la categoría dentaria de los machos, identificándose así un total de 100 muestras (Anexo 2).

Para esto se ingresó a los corrales para su fácil sujeción y posterior se procedió a la recolecta de muestras. Las muestras fueron obtenidas del costillar medio del ovino (Anexo 2), por ser esta una zona representativa para la extracción de muestras (Sienra *et al.*, 2015), la extracción se realizó con una tijera común realizando el corte a un centímetro arriba de la piel del ovino, la cantidad fue de aproximadamente de 10 g., el cual es suficiente para realizar el análisis en el equipo OFDA 2000 (Anexo 3).

Para el reconocimiento de los animales que ya se tomaron sus muestras, se los llegó a marcar con un pedazo de lana (fosforescente) para su fácil reconocimiento. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico con zipper, etiquetadas con la edad del animal (según

categorización dentaria), sexo (hembra o macho) y longitud de la mecha, para su conservación y análisis en el laboratorio (Anexo 3).

### 3.3.2. Análisis de muestras en laboratorio

El encargado del laboratorio del Centro de Investigación y Producción (CIP) Quimsachata en Puno-Perú; dio una capacitación para el uso del equipo OFDA 2000 (Anexo 4), una vez terminando la capacitación, se procedió a iniciar el análisis. El cual tuvo los siguientes pasos:

- **Primero**, se encendió el equipo OFDA 2000 y se corrigió el tenor graso de fibra, donde se anotó que el tenor graso es de 0,6 %, para fibra de lana de ovino, según indicó el doctor encargado de laboratorio (Anexo 5).
- **Segundo**, las muestras fueron ordenadas cuidadosamente sobre el mesón del laboratorio, según la categorización dentaria y el sexo (Anexo 6).
- **Tercero**, se tomó una pequeña porción de la fibra, donde se procedió a esparcir de manera homogénea en una rejilla con la ayuda de las yemas de los dedos y el ventilador invertido (Anexo 6). La muestra debe formarse como una telaraña sobre la gradilla, la parte del corte de la lana debe estar ubicado hacia abajo y el extremo final (las puntas) de la fibra de lana hacia arriba.
- **Cuarto**, después de poner la fibra en la gradilla esta se cierra y se ve la gradilla hacia la luz para verificar que realmente esta fibra se vea como una telaraña, esto con el fin de que el equipo OFDA 2000 pueda leer con facilidad (Anexo 6), cada muestra introducida se registró con el número de muestreo, edad del animal según categorización dentaria y el sexo de la muestra (Anexo 7).
- **Quinto**, por último, se imprimieron los resultados del equipo. Cabe recalcar que la variable número de rizos no se analizó con el equipo, sino manualmente en el cual se contaron visualmente. Finalmente, los datos obtenidos de análisis de laboratorio fueron tabulados en una hoja Excel (Anexo 8) y procesado en el paquete estadístico de InfoStat.

### 3.4. Diseño experimental

Para el trabajo de investigación se utilizó el Diseño Completamente al Azar con Arreglo Bifactorial. El modelo lineal aditivo es el siguiente:

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

**Dónde:**

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

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$  – ésimo nivel del sexo.

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  – ésimo nivel de categoría o tarea.

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto del  $i$ –ésimo nivel del factor A, con el  $j$ –ésimo nivel del factor B

(Interacción sexo por categoría)

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

#### 3.4.1. Factores de estudio

Los factores en estudio fueron:

**Factor A = Sexo**

**a1= Macho**

**a2= Hembra**

**Factor B = Categoría**

**b1= Diente de leche (DL)**

**b2= Dos dientes (2D)**

**b3= Cuatro dientes (4D)**

**b4= Seis dientes (6D)**

**b5= Boca llena (BLL)**

### 3.4.1.1. Formulación de tratamientos

Los tratamientos que se formularon tuvieron 10 repeticiones en ovinos criollos repartidos de la siguiente manera:

**Cuadro 3. Descripción del tratamiento en estudio**

		<b>FACTOR B: (CATEGORIZACIÓN DENTARIA) Edad</b>				
<b>FATOR A: (SEXO)</b>	b1= Diente de leche (DL)	b2= Dos dientes (2D)	b3=Cuatro dientes (4D)	b4=Seis dientes (6D)	b5=Boca llena (BLL)	
a1= Macho	a1b1 (Macho, DL)	a1b2 (Macho, 2D)	a1b3 (Macho, 4D)	a1b4(Macho, 6D)	a1b5 (Macho, BLL)	
a2= Hembra	a2b1 (Hembra, DL)	a2b2 (Hembra, 2D)	a2b3 (Hembra, 4D)	a2b4 (Hembra, 6D)	a2b5 (Hembra, DLL)	

Se formularon los siguientes tratamientos:

- T1 = a1b1 (Macho, DL)
- T2 = a1b2 (Macho, 2D)
- T3 = a1b3 (Macho, 4D)
- T4 = a1b4 (Macho, 6D)
- T5 = a1b5 (Macho, BLL)
- T6 = a2b1 (Hembra, DL)
- T7 = a2b2 (Hembra, 2D)
- T8 = a2b3 (Hembra, 4D)
- T9 = a2b4 (Hembra, 6D)
- T10 = a2b5 (Hembra, BLL)

### 3.4.2. Análisis estadístico

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

Para el análisis de los datos de las variables obtenidas previa depuración y orden; fueron analizadas, mediante el paquete estadístico InfoStat versión 2019. Se realizó el análisis de varianza (ANVA) para cada uno de las variables de respuesta, para comparar los promedios de las variables, se utilizó la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5 %.

### **3.4.3. Variables de respuesta**

#### **3.4.3.1. Diámetro de lana ( $\mu\text{m}$ )**

Para determinar el diámetro de la fibra de ovino este se introdujo al equipo OFDA 2000 que está en el centro experimental INIA Puno – Perú, de esta manera se determinó el diámetro en micras para lo cual las muestras fueron correctamente identificadas.

#### **3.4.3.2. Coeficiente de variación de lana (%)**

Este análisis de coeficiente de variación de lana de ovino criollo se realizó por medio del equipo OFDA.

#### **3.4.3.3. Factor confort o índice de confort (%)**

El Análisis de la variable factor de confort fue determinado con el equipo OFDA 2000, expresado en porcentaje.

#### **3.4.3.4. Longitud de mecha (cm)**

La longitud de la mecha se midió al momento de la toma de muestra para ello se sujetó al ovino y con una regla milimétrica se colocó lo más próximo a la piel hasta el punto distal más representativo, la cual es la altura de la zona del costillar, posteriormente se tomó la muestra para ser enviada en el laboratorio (Anexo 3).

#### **3.4.3.5. Índice de curvatura ( $^{\circ}/\text{mm}$ )**

El índice de curvatura fue analizado juntamente con las anteriores variables en el laboratorio por el equipo OFDA 2000.

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

Para realizar el conteo de número de rizos, para lo cual no se lavó la fibra de lana ya que se perdería el número original. El procedimiento que se siguió fue de la siguiente manera: Colocamos sobre un tablero de fondo negro con ayuda de una regla y lupa, una porción longitudinal de mecha y procederemos a contar uno por uno el número de rizos por cada 2 cm. en forma directa. En cada muestra, se obtuvo distintos números de rizos los cuales fueron registradas (Anexo 3).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efecto del sexo y edad sobre el diámetro de lana de ovinos criollos

En el Cuadro 4 se presenta el promedio general del diámetro de lana según el sexo. Aunque el promedio más elevado corresponde a las hembras (23,93  $\mu\text{m}$ ), el diámetro de lanas finas se encuentra en los machos (23,38  $\mu\text{m}$ ). En cuanto a la categorización, el mayor promedio se registra en la categoría BLL (27,45  $\mu\text{m}$ ); sin embargo, las lanas más finas están en las categorías DL (20,65  $\mu\text{m}$ ), 2D (22,25  $\mu\text{m}$ ) y 4D (23,28  $\mu\text{m}$ ).

Los promedios obtenidos se encuentran dentro de los parámetros aceptables. Según Bravo *et al.* (2017), las lanas se clasifican en finas (hasta 25  $\mu\text{m}$ ), medias (de 25 a 30  $\mu\text{m}$ ) y gruesas (más de 30  $\mu\text{m}$ ).

**Cuadro 4. Media del diámetro de lana ( $\mu\text{m}$ ) para el factor sexo y la categorización dentaria**

CATEGORIZACIÓN DENTARIA	SEXO		PROMEDIO
	Hembras	Machos	
DL	21,09	20,21	20,65
2D	22,34	22,16	22,25
4D	23,21	23,35	23,28
6D	24,71	24,57	24,64
BLL	28,29	26,6	27,45
<b>PROMEDIO</b>	23,93	23,38	

El análisis de varianza para la variable diámetro de lana revela diferencias altamente significativas en los factores analizados. En particular, se observa que el factor sexo presenta un p-valor de 0,0007, lo que indica una diferencia significativa entre machos y hembras. Asimismo, el factor categorización muestra una diferencia altamente significativa con un p-valor menor a 0,0001. Por otro lado, la interacción entre sexo y categorización también es altamente significativa, con un p-valor de 0,0025 ( $P < 0,01$ ) como se indica en el Cuadro 5. El coeficiente de variación es de 3,31 % esto indica que los datos recolectados son consistentes y que las diferencias observadas en los factores y su interacción son significativas y fiables.

**Cuadro 5. Análisis de varianza para el diámetro de lana**

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
<b>SEXO</b>	7,56	1	7,56	12,33	0,0007	**
<b>CATEGORIA</b>	529,58	4	132,39	215,94	<0,0001	**
<b>SEXO*CATEGORIA</b>	10,95	4	2,74	4,46	0,0025	**
<b>Error</b>	55,18	90	0,61			
<b>Total</b>	603,27	99				

**CV = 3,31 %**

(\*\*) = altamente significativo  $P < 0,01$ .

En la Figura 8, se muestra un análisis del diámetro de lana mediante la prueba de Duncan según sexo, identificándose dos grupos significativamente diferentes. El primer grupo, que mostró el mayor promedio de diámetro de lana, corresponde a las hembras (23,93  $\mu\text{m}$ ). En contraste, el segundo grupo presentó los menores promedios, correspondientes a los machos (23,38  $\mu\text{m}$ ).

**Figura 8. Prueba de medias de Duncan del diámetro de lana ( $\mu\text{m}$ ) según sexo**

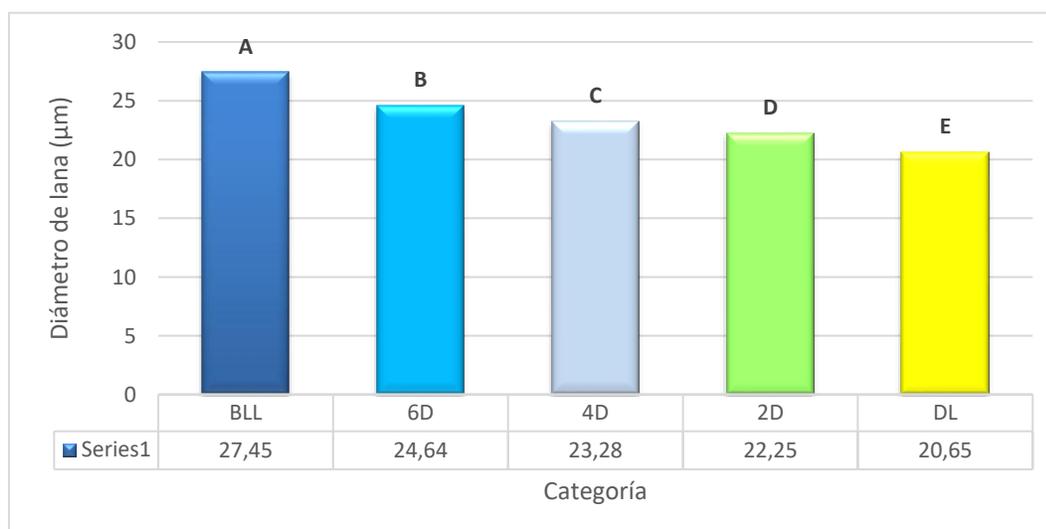
Existen estudios que sugieren diferencias en el diámetro de la lana entre géneros en ovinos, pero la investigación específica sobre esta característica en razas criollas es limitada. En general, en algunas razas, las hembras pueden mostrar diámetros de fibra ligeramente superiores a los machos. Por ejemplo, investigaciones en Australia y Nueva Zelanda han destacado que, en algunas razas, los machos pueden presentar una lana más fina en comparación con las hembras debido a diferencias hormonales y de crecimiento Jackson (2022). Por lo tanto, los resultados que se muestra en el gráfico son

similares a las investigaciones de Australia y Nueva Zelanda. Luego Perezgrovas *et al.* (2011), reporta 24,11  $\mu\text{m}$  en machos y 26,76  $\mu\text{m}$  en hembras, que no difiere mucho con los resultados obtenidos.

Esto puede atribuirse a factores hormonales, donde la testosterona influye en la producción de fibras más finas en machos. Además, los machos suelen tener menor demanda fisiológica relacionada con reproducción y lactancia, lo que les permite destinar más recursos al crecimiento uniforme de la lana.

Además, estas características también tienen una base genética. Los genes responsables de la finura de la lana pueden estar más expresados en los machos debido a la influencia de las hormonas sexuales, lo que contribuye a las diferencias observadas en la calidad de la fibra entre sexos.

En la Figura 9, se presenta un análisis del diámetro de fibra mediante la prueba de Duncan, considerando las distintas categorías de edad según la dentición de los ovinos. Se identificaron cinco grupos con diferencias significativas. El primer grupo, compuesto por ovinos adultos de la categoría BLL, presentó el mayor diámetro de lana (27,45  $\mu\text{m}$ ). El cuarto grupo, correspondiente a la categoría 6D, tuvo un diámetro intermedio (24,64  $\mu\text{m}$ ). Los más jóvenes, categorías 2D y DL, mostraron los menores diámetros (22,25  $\mu\text{m}$  y 20,65  $\mu\text{m}$ ).

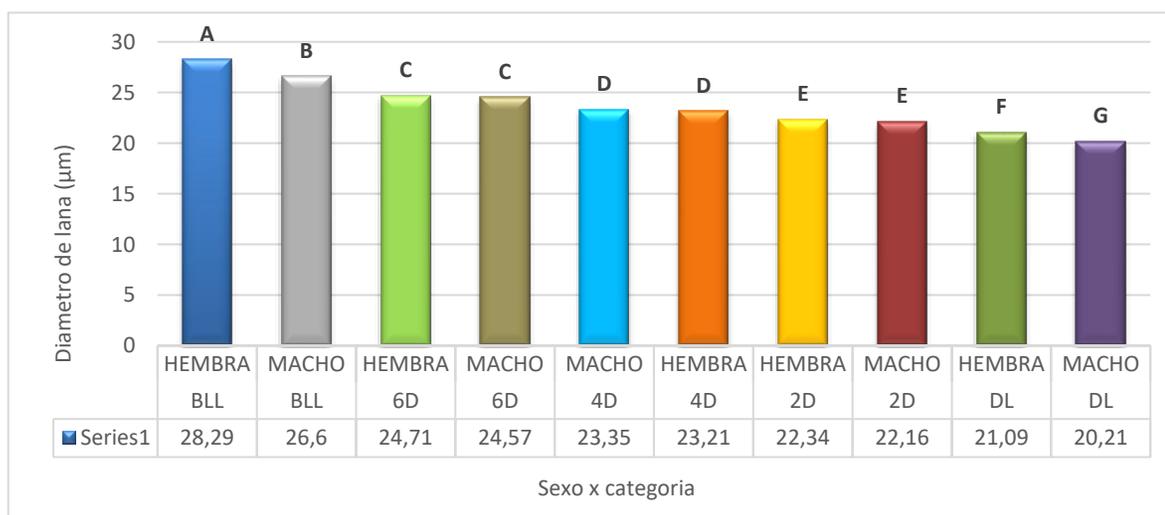


**Figura 9. Prueba de medias de Duncan del diámetro de lana ( $\mu\text{m}$ ) según categoría**

Los hallazgos de esta investigación muestran que la lana de los ovinos criollos es más fina en los animales jóvenes. Este resultado coincide con el estudio de Sienna *et al.* (2015) realizado en Uruguay con la raza de ovejas Milchschaf, donde se observó que las ovejas jóvenes tenían un diámetro de fibra menor en comparación con las ovejas adultas. Estos resultados sugieren que la lana tiende a ser más fina en animales jóvenes.

Según lo expresado por Canchari (2009), para el caso de edad por cronología dentaria, se observó que los ovinos de mayor edad, específicamente aquellos con boca llena (BLL), presentaron un diámetro de lana más grande, con un valor de 24,00  $\mu\text{m}$ . Por otro lado, los ovinos más jóvenes, con cuatro dientes (4D), mostraron un diámetro menor, de 22,15  $\mu\text{m}$ . Los valores encontrados en el presente trabajo son menores que los valores reportados por Canchari. Este incremento en el grosor de la lana a medida que los ovinos envejecen puede atribuirse a cambios fisiológicos y metabólicos que ocurren con la edad.

En la Figura 10, se realizó el análisis del diámetro de la fibra de lana según la interacción sexo por categoría utilizando la prueba de Duncan, identificándose siete grupos significativamente diferentes. El primer grupo conformado por ovinas hembras BLL (28,29  $\mu\text{m}$ ) tienen el mayor diámetro de lana, mientras en el grupo siete machos DL (20,21  $\mu\text{m}$ ) presentan el menor diámetro de lana. Sin embargo, existe una reducción del diámetro, desde BLL hasta DL en ambos sexos, con las hembras consistentemente presentando fibras de lana más gruesas que los machos en cada categoría.



**Figura 10. Prueba de medias de Duncan del diámetro de lana ( $\mu\text{m}$ ) según la interacción sexo x categoría**

Comparando los resultados de forma general reportado por Aliaga (2000), es de 45,6  $\mu\text{m}$ , para ovinos criollos, este resultado es alto comparado con los resultados obtenidos en el trabajo experimental e incluso son mejores; de 26 a 29  $\mu\text{m}$  para Corriedale y de 23 a 25  $\mu\text{m}$  para Junín, no difieren mucho con los resultados obtenidos en el trabajo.

Se ha observado que las crías de ambos sexos, conocidas como DL y 2D presentan una mejora considerable en el diámetro de su fibra debido a una dieta variada que incluye pasto verde y leche materna. También los machos y hembras de 4D, que solo consumen pasto verde. Esta dieta equilibrada y nutritiva promueve el desarrollo de una fibra de alta calidad desde una edad temprana. A diferencia de los 6D y BLL de ambos sexos tienen una alimentación menos diversa y menos adecuada para el desarrollo óptimo de la fibra. Estas diferencias evidencian que las condiciones de alimentación y manejo en etapas tempranas influyen significativamente en la calidad de la lana producida, especialmente en lo que respecta a la finura del diámetro. Por lo tanto, implementar prácticas nutricionales adecuadas desde edades tempranas, podría ser una estrategia efectiva para mejorar la finura de la fibra en ovinos criollos, incrementando así su valor comercial en el mercado textil.

#### **4.2. Efecto de sexo y edad sobre el coeficiente de variación de diámetro de lana de ovinos criollos**

En el Cuadro 6 se presenta la media general del coeficiente de variación de diámetro de lana según el sexo. Se observa que, aunque el promedio más elevado corresponde a las hembras (28,73 %), la variabilidad moderada es en machos (26,86 %). Asimismo, se evidencia que las categorías de 6D (25,33 %), 2D (26,65 %), 4D (27,52 %) y DL (27,52 %) tienen coeficientes de variación que se encuentran dentro de parámetros adecuados. En contraste, la categoría BLL con un 31,96 %, muestra el mayor grado de variabilidad.

Los coeficientes de variación obtenidos son considerados aceptables, al respecto campos (2023), señala que un coeficiente de variación entre 20 % y 30 % indica una variabilidad moderada y los coeficientes de variación al 30 % puede indicarse una alta variabilidad.

**Cuadro 6. Media del coeficiente de variación de diámetro de lana (%) para el factor sexo y la categorización dentaria**

CATEGORIZACIÓN DENTARIA	SEXO		PROMEDIO
	Hembras	Machos	
DL	27,57	27,47	27,52
2D	26,77	26,52	26,65
4D	27,07	27,97	27,52
6D	26,03	24,62	25,33
BLL	36,22	27,7	31,96
<b>PROMEDIO</b>	28,73	26,86	

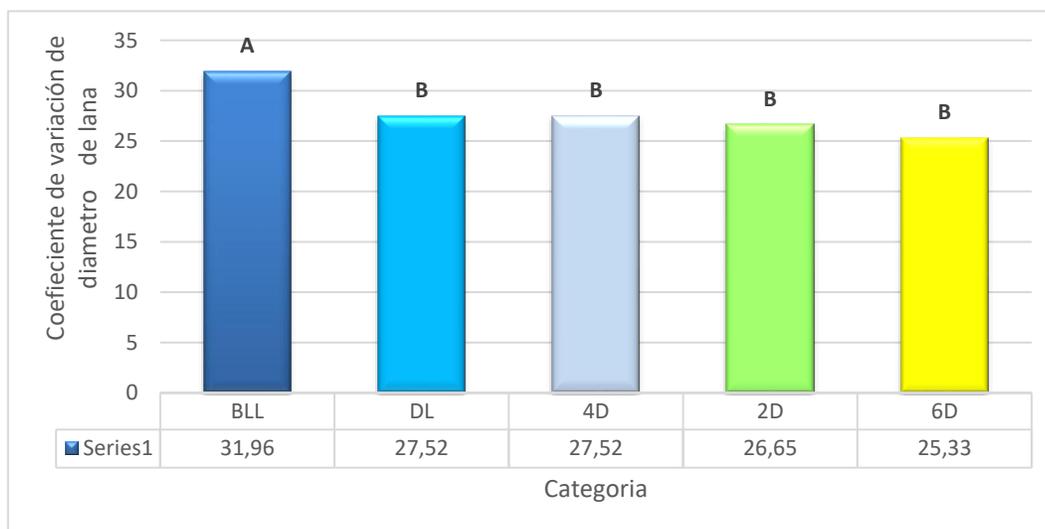
En el Cuadro 7, muestra el análisis de varianza del coeficiente de variación del diámetro de lana, indicando que el sexo no tiene un efecto significativo ( $p = 0,0741$ ) en la variación del diámetro de lana. Sin embargo, la edad (según la categoría dentaria) tiene un efecto altamente significativo ( $p = 0,0019$ ), indicando que este factor influye notablemente en la variación del diámetro de la lana. La interacción entre sexo y edad también es significativa ( $p = 0,0364$ ), lo que indica que el efecto del sexo en el coeficiente de variación del diámetro de la lana varía dependiendo de la edad de los ovinos. Así mismo se encontró un coeficiente de variación de 18,68 %, (Ochoa, 2009), afirma que un coeficiente de variación ( $< 30\%$ ) es aceptable.

**Cuadro 7. Análisis de varianza para coeficiente de variación de diámetro de lana**

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
<b>SEXO</b>	87,98	1	87,98	3,26	0,0741	NS
<b>CATEGORIA</b>	498,44	4	124,61	4,62	0,0019	**
<b>SEXO*CATEGORIA</b>	289,32	4	72,33	2,68	0,0364	*
<b>Error</b>	2425,35	90	26,95			
<b>Total</b>	3301,1	99				
<b>CV = 18,68 %</b>						

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

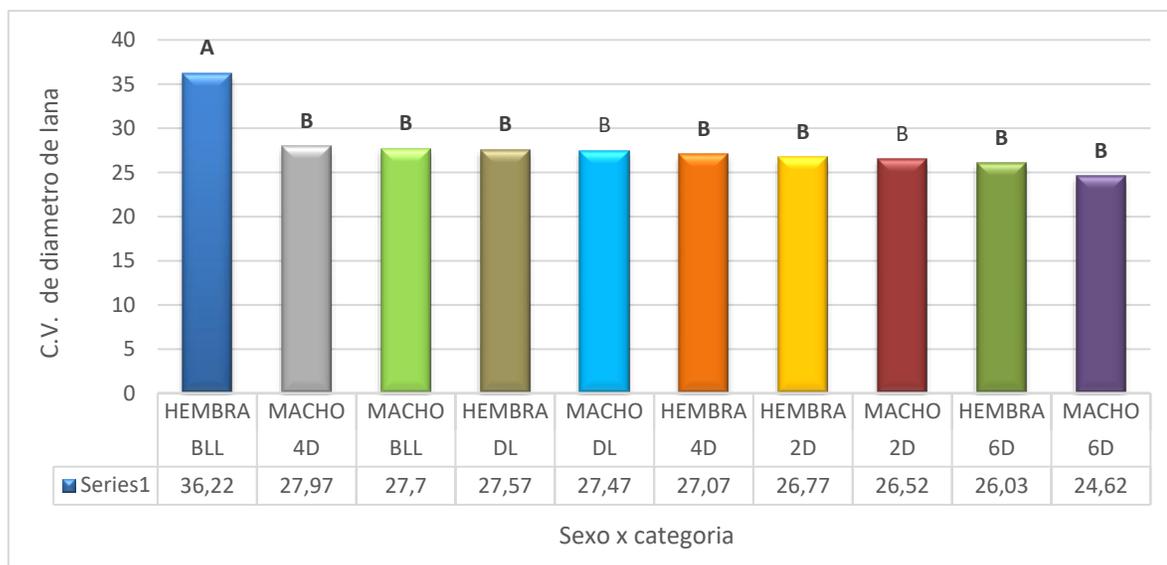
En la Figura 11, se presenta el análisis de coeficiente de variación del diámetro de lana según categoría dentaria mediante la prueba de Duncan, identificándose dos grupos significativamente diferente. El primer grupo muestra el mayor coeficiente de variación de diámetro de lana BLL (31,96 %). En contraste, el segundo grupo lo conforman los ovinos DL con (27,52 %), 4D, (27,52 %), 2D con (26,65) y 6D (25,33 %), presentó los menores promedios de coeficiente de variación de diámetro de lana.



**Figura 11. Prueba de medias de Duncan del coeficiente de variación del diámetro de lana según categoría**

La existencia de diferencias significativas entre los grupos dentarios sugiere que la edad y el estado fisiológico del animal son factores determinantes en la variabilidad del diámetro de la lana (Cáceres, 2022). Esta información es crucial para los programas de mejoramiento genético y manejo de rebaños, ya que permite identificar las etapas de vida en las que los ovinos producen lana de calidad y uniformidad moderada (DL, 4D, 2D y 6D), la cual es conveniente en la industria textil para mejorar la calidad del producto, optimizar los procesos de producción y aumentar la rentabilidad. Además, los resultados apoyan la necesidad de considerar estrategias específicas de alimentación y manejo para minimizar la variabilidad en el diámetro de la lana, especialmente en animales de mayor edad (BLL).

En la Figura 12, se presenta el análisis de prueba de medias de Duncan del coeficiente de variación del diámetro de lana según interacción sexo por categoría, identificándose dos grupos significativamente diferente. El primer grupo revelan que las hembras con BLL tiene la media más alta (36,22 %), significativamente diferente al segundo grupo que conforma las demás categorías de 4D, DL, 2D, 6D de ambos sexos, con una media entre (27,97 a 24,64 %).



**Figura 12. Prueba de medias de Duncan del coeficiente de variación del diámetro de lana según interacción sexo x categoría**

Estudios realizados en Perú, han reportado valores de coeficiente de variación para ovinos de la raza Corriedale de 8 % (Gonzales *et al.*, 2014), En Chile el valor fue de 19.09 % para la raza Merino (Mimica, 2014) estos resultados son bajos en comparación con los resultados obtenidos en el trabajo experimental y en ovinos criollos argentinos se obtuvo una variación de 23,75 % y 33,43 % (Peña *et al.*, 2016). que no difiere mucho con los resultados obtenidos.

Los resultados de la Figura 12, indican que los machos y las hembras de DL, 2D, 4D y 6D presentan coeficientes de variación dentro de parámetros adecuados en comparación a hembras de BLL que se evidencia el mayor grado de variabilidad, lo que la posiciona como la de menor uniformidad y, por ende, de menor calidad textil dentro del grupo evaluado, es posible que los machos y las hembras estén sujetos a diferentes prácticas de manejo y condiciones nutricionales. Las hembras de BLL, por su edad, podrían haber sido expuestas a diferentes estados fisiológicos debido a la reproducción y lactancia. Estos factores pueden aumentar la variabilidad en el diámetro de la lana.

#### 4.3. Efecto de sexo y edad sobre el factor confort de lana de ovinos criollos

En el Cuadro 8, se presenta el promedio general del factor confort según el sexo. Se observa un valor más alto en los machos (86,08 %) en comparación con las hembras

(83,21 %), lo que indica un mayor nivel de confort en los machos. Además, se destaca que las categorías DL (92,29 %) y 2D (89,55 %) presentan la lana más confortable.

Los valores encontrados se sitúan dentro de los parámetros aceptables, al respecto SUL (2018), menciona que la industria textil de fibras, prefiere fibras con un factor confort igual o mayor a 95 %.

**Cuadro 8. Media del factor confort (%) para el factor sexo y la categorización**

CATEGORIZACIÓN DENTARIA	SEXO		PROMEDIO
	Hembras	Machos	
DL	91,27	93,3	92,29
2D	89,63	89,47	89,55
4D	86,25	86,46	86,36
6D	83,14	85,37	84,26
BLL	65,75	75,8	70,78
<b>PROMEDIO</b>	83,21	86,08	

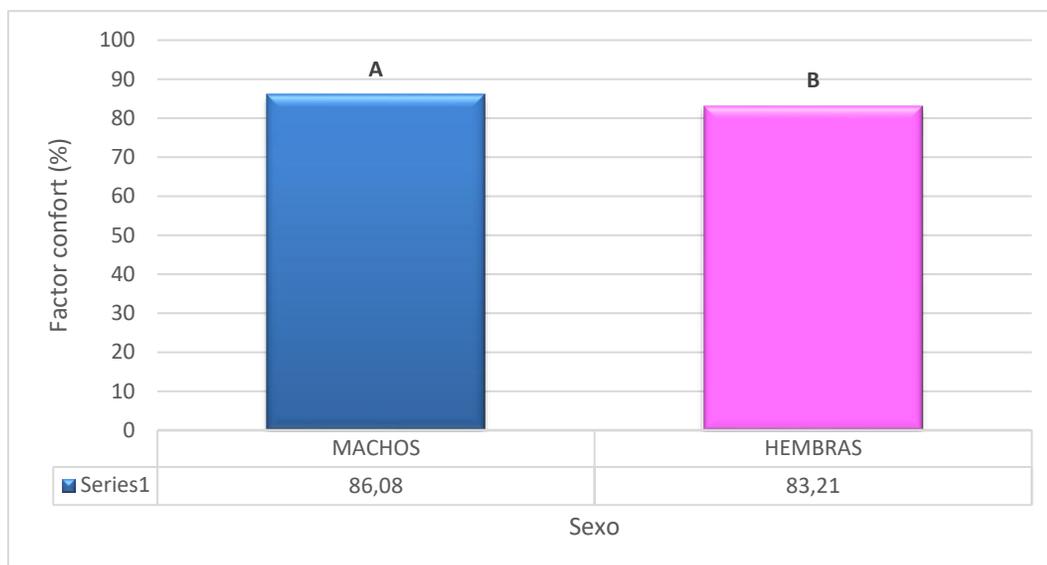
El análisis de varianza (ANVA) para el factor confort (Cuadro 9), muestra que tanto el sexo como la edad son altamente significativas, donde el sexo tuvo un p-valor de 0,0015, mientras que la edad tuvo un p-valor menor a 0,0001. La interacción entre sexo y edad también fue altamente significativa, con un p-valor de 0,0023. El coeficiente de variación es de 5,17 %, lo cual se considera excelente dentro de la muestra analizada.

**Cuadro 9. Análisis de varianza para el factor confort**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
<b>SEXO</b>	206,21	1	206,21	10,77	0,0015	**
<b>CATEGORIA</b>	5557,63	4	1389,41	72,54	<0,0001	**
<b>SEXO*CATEGORIA</b>	344,62	4	86,16	4,5	0,0023	**
<b>Error</b>	1723,88	90	19,15			
<b>Total</b>	7832,35	99				
<b>CV = 5,17 %</b>						

(\*\*) =altamente significativo P < 0,01.

En la Figura 13, se presenta el análisis del factor confort según sexo mediante la prueba de medias de Duncan, identificándose dos grupos significativamente diferentes. El primer grupo muestra que los machos (86,08 %) tienen un valor significativamente mayor, en comparación al segundo grupo conformado por las hembras (83,21 %), que tienen un valor menor.

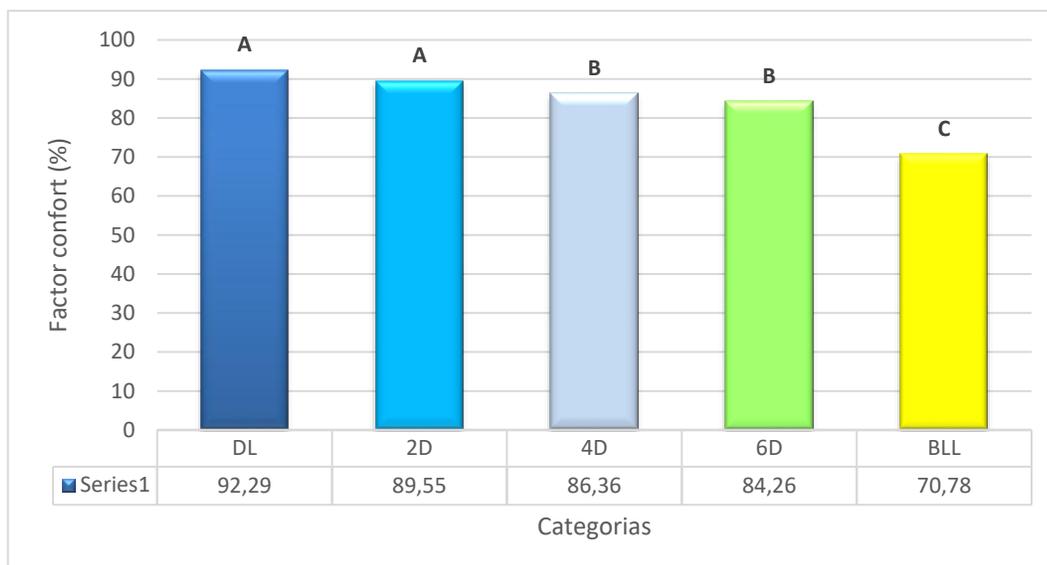


**Figura 13. Prueba de medias de Duncan del factor confort (%) según sexo**

Los resultados obtenidos en este estudio fueron mayores que los reportados por Mimica (2014), quien reportó que los machos tienen un factor confort de 82 % y las hembras 70,76 %, considerándolos bajos.

La diferencia de promedios en el factor de confort de la fibra de lana entre sexos de la figura anterior, podría estar asociada a factores como la nutrición y manejo. En los machos, el manejo y nutrición que tienen los comunarios podrían favorecer a proporcionar fibras de lana confortables. Por otro lado, el proceso de reproducción, incluyendo la gestación y la lactancia. Durante la gestación, la hembra necesita nutrir y mantener el desarrollo del feto, lo que requiere un aumento en la ingesta de nutrientes y energía. Posteriormente, durante la lactancia, la hembra debe producir leche para alimentar a sus crías, lo que también demanda una cantidad significativa de recursos nutricionales y energéticos, estos factores podrían comprometer la calidad de la fibra de lana.

En la Figura 14, se muestra el análisis del factor confort según la categoría dentaria utilizando la prueba de Duncan, donde se identificaron tres grupos con diferencias significativas. El primer grupo, que mostró los promedios más altos de factor confort, incluye las categorías DL (92,29 %) y 2D (89,55 %), con valores significativamente superiores. El segundo grupo está compuesto por las categorías 4D (86,36 %) y 6D (84,26 %), presentando valores intermedios. Finalmente, la categoría BLL (70,78 %) forma el tercer grupo, con el valor más bajo y significativamente diferente de los demás.

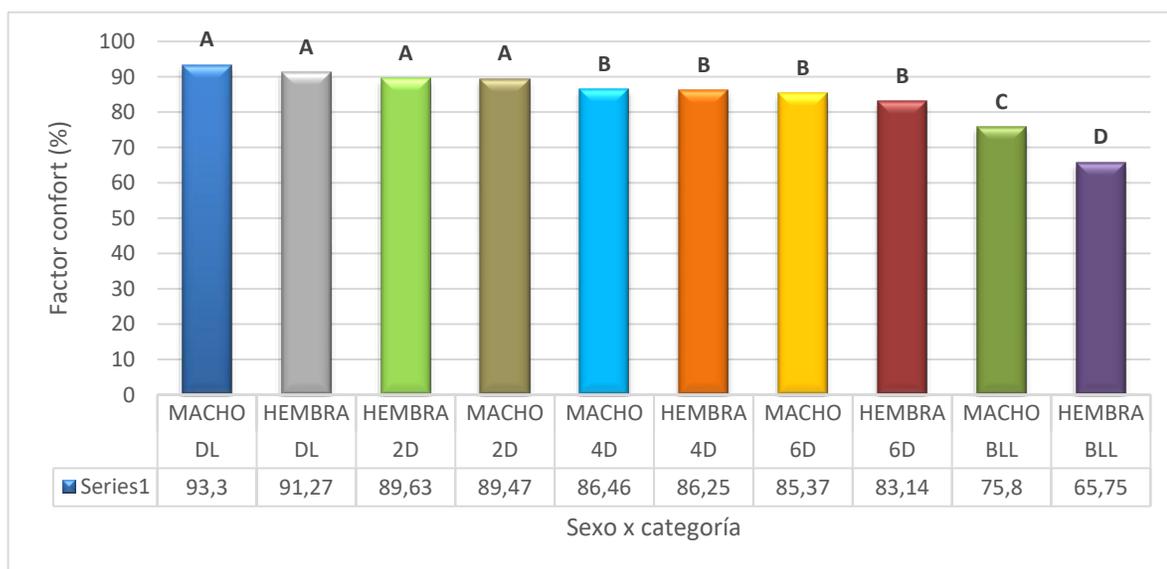


**Figura 14. Prueba de medias de Duncan del factor confort (%) según categoría**

Tinoco (2009), indica que la industria textil prefiere lanas de ovinos más jóvenes debido a su suavidad y uniformidad, lo que facilita la producción de productos de alta calidad y confort. Los datos presentados en el cuadro anterior confirman esta observación, ya que reflejan que la lana de los ovinos jóvenes tiene una mayor calidad y menor variabilidad en comparación con la de los ovinos mayores.

La Figura 14, indica una disminución en la calidad del confort de la lana conforme los animales envejecen, con una lana más suave y cómoda en los ovinos más jóvenes (DL y 2D) en comparación con los más viejos (BLL), a medida que los ovinos envejecen, su metabolismo y producción hormonal cambian, como también los ovinos viejos han estado expuestos a más variaciones en el ambiente y manejo, estos factores afectan la calidad de la lana y tiende a ser menos confortable.

En la Figura 15, se presenta el análisis del factor confort según sexo por categoría mediante la prueba de Duncan, identificándose cuatro grupos significativamente diferentes. El primer grupo conformado por ovinos de ambos sexos de DL tienen los mayores valores de confort (93,3 % y 91,27 %), el último grupo presenta los valores más bajos de 65,75 % en hembras, los demás grupos se encuentran dentro de estos dos valores.



**Figura 15. Prueba de medias de Duncan del factor confort (%) según interacción sexo x categoría**

Los resultados de la Figura 15, sugieren que tanto el sexo como la edad influyen de manera significativa en la calidad de la lana, con los machos manteniendo un mayor confort en comparación con las hembras a medida que los animales envejecen.

Por otro lado, SUL (2018), señala que la industria textil de fibras de lana prefiere fibras con un factor confort (FC) de 95 % o más, ya que esto asegura una mayor comodidad para el usuario final. En el estudio actual, el FC obtenido es un poco menor que este estándar. No obstante, las fibras de lana de la categoría dentaria DL y 2D en ambos sexos, se acercan a los parámetros requeridos por la industria textil. Esto indica que estas categorías de lana son relativamente suaves y uniformes, lo que las hace adecuadas para la producción de productos textiles de calidad y comodidad.

Los ovinos machos y hembras de la categoría DL y 2D son comfortable debido a que son más jóvenes y están en una etapa de crecimiento activo. Los ovinos jóvenes generalmente tienen menos carga reproductiva y menor estrés en comparación con los ovinos mayores. Además, suelen recibir una nutrición adecuada (leche materna y pasto verde), que favorece el crecimiento comfortable de la lana.

#### 4.4. Efecto de sexo y edad sobre la longitud de mecha de lana de ovinos criollos

En el Cuadro 10 se presenta el promedio general de la Longitud de la mecha según el sexo. Se destaca que las hembras (8,19 cm) muestran una longitud superior en comparación con los machos (7,77 cm). Además, se observa la media general para la interacción (sexo x categorización), evidenciando que la mayor longitud se registró en las hembras clasificadas como BLL (13,9 cm), mientras que el valor más bajo se encontró en las hembras de DL (4,1 cm).

**Cuadro 10. Media de longitud de mecha (cm) para el factor sexo**

CATEGORIZACIÓN DENTARIA	SEXO		PROMEDIO
	Hembras	Machos	
DL	4,1	4,4	4,25
2D	5,8	5,8	5,8
4D	7,6	7,5	7,55
6D	9,6	9,1	9,3
BLL	13,9	12,1	13
<b>PROMEDIO</b>	<b>8,19</b>	<b>7,77</b>	

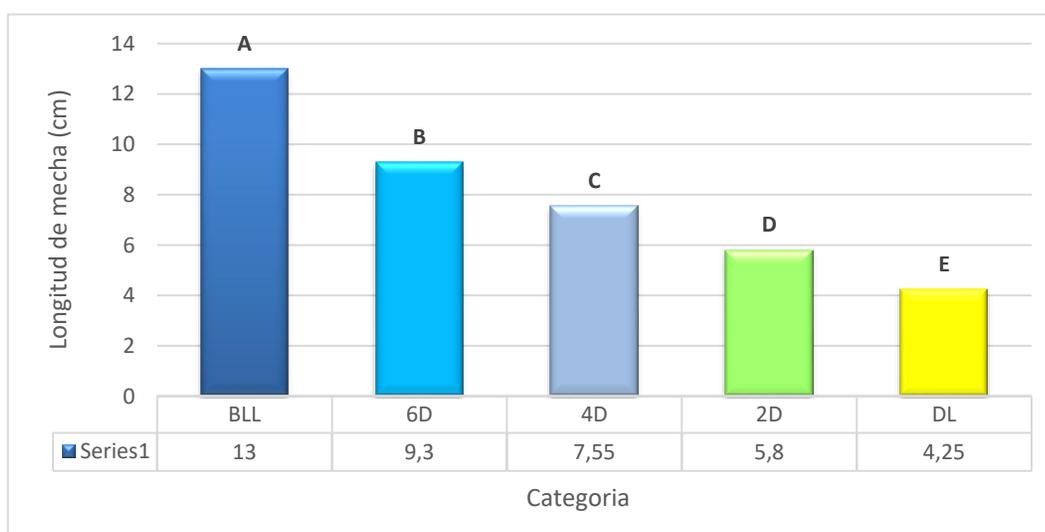
El análisis de varianza para la variable longitud de mecha Cuadro 11, revela que no hay diferencias significativas para el factor sexo en la longitud de mecha ( $P > 0,05$ ), mientras que el factor categoría muestra p-valor asociado  $< 0,0001$ , lo cual indica que la categoría tiene un efecto altamente significativo. Por otro lado, la interacción entre (sexo x categoría) no presenta diferencias significativas. Además, el coeficiente de variación es del 17,75 % esto indica que es aceptable ya que se encuentra dentro de los parámetros permitidos.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable longitud de mecha**

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
<b>SEXO</b>	4,41	1	4,41	2,2	0,1418	NS
<b>CATEGORIA</b>	915,86	4	228,97	114,07	$< 0,0001$	**
<b>SEXO*CATEGORIA</b>	13,54	4	3,38	1,69	0,16	NS
<b>Error</b>	180,65	90	2,01			
<b>Total</b>	1114,46	99				
<b>CV = 17,75 %</b>						

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

En la Figura 16, se presenta el análisis de longitud de mecha según categoría mediante la prueba de Duncan, identificándose cinco grupos significativamente diferentes. El primer grupo conforma la categoría BLL quien tiene el mayor promedio (13 cm), siendo significativamente superior a todos los demás grupos de la categoría 6D (9,3 cm), 4D (7,55 cm), 2D (5,8 cm) y el último grupo de la categoría DL (4,25 cm) tiene el menor promedio de longitud de mecha.



**Figura 16. Prueba de medias de Duncan de la longitud de mecha (cm) según categoría**

Comparando los estudios realizados de longitud de mecha reportado por Aliaga (2000), es de 12,8 cm en ovinos criollos adultos, siendo estos valores similares en comparación con los obtenidos en el estudio actual en ovinos adultos, destacando el valor de BLL.

De acuerdo a, (Elvira, 2005) hace mención que las fibras de lana deben tener un largo mínimo de 6,4 a 7,6 cm para ser adecuadas para la mayoría de los procesos textiles. En este estudio, se encontraron longitudes de mecha que cumplen con los estándares que menciona Elvira.

Los resultados de este estudio indican que la longitud de la mecha de lana en ovinos la categoría DL y 2D mostraron un valor notablemente inferior. Esta variación podría atribuirse a factores específicos de esta categoría. Por ejemplo, una alimentación inadecuada durante estas etapas podría haber tenido un impacto negativo, afectando la calidad de la fibra de lana. Además, se observó una longitud de mecha más alta en los ovinos criollos de las categorías BLL, 6D y 4D, lo cual podría deberse a un manejo

inadecuado que resultó en un periodo prolongado sin esquilmarlas, a pesar de que debería hacerse de manera anual.

#### 4.5. Efecto de sexo y edad sobre el índice de curvatura de lana de ovinos criollos

En el Cuadro 12 se muestra el promedio general del índice de curvatura según el sexo, resaltando que los ovinos machos (68,50 °/mm) tienen un índice de curvatura de lana ligeramente superior al de las hembras (67,09 °/mm). 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 (73,73 °/mm), mientras que las hembras de BLL (58,68 °/mm), exhiben la curvatura más baja.

**Cuadro 12. Media de índice de curvatura (°/mm) para el factor sexo**

CATEGORIZACIÓN DENTARIA	SEXO		PROMDIO
	Hembras	Machos	
DL	67,79	70,04	68,92
2D	65,86	64,71	65,29
4D	70,62	73,73	72,18
6D	72,49	70,96	71,73
BLL	58,68	63,05	60,87
<b>PROMEDIO</b>	67,09	68,50	

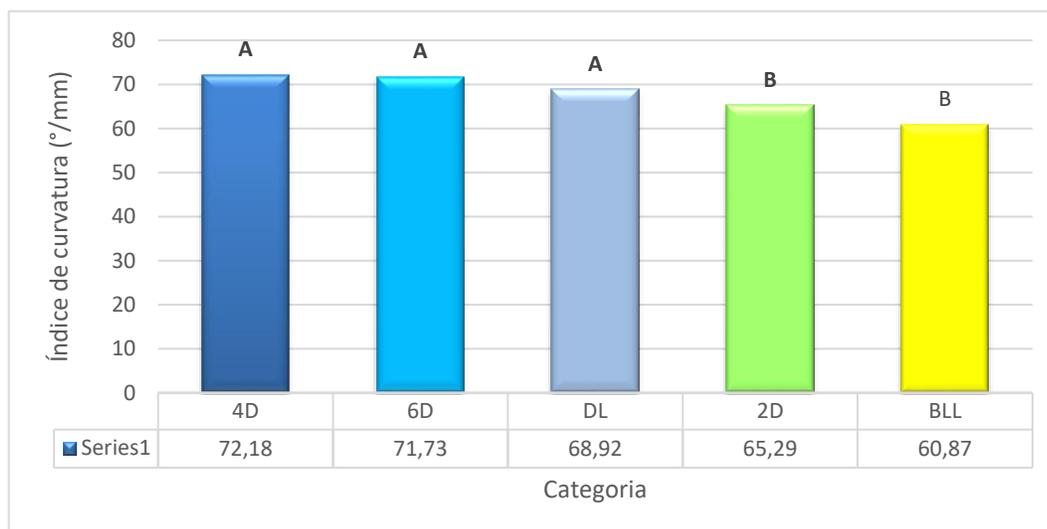
En el Cuadro 13, el análisis de varianza (ANVA), sobre el Índice de curvatura revela que no hay diferencias significativas ( $p = 0,5452 > 0,05$ ) según el factor sexo. Sin embargo, para el factor categoría, se observa p-valor: 0,0133, menor que 0,05 ( $p < 0,05$ ), indicando una diferencia estadísticamente significativa. Respecto a la interacción (sexo x categoría), no se encontraron diferencias significativas ( $p = 0,9056 > 0,05$ ). Además, se encontró un coeficiente de variación de 17,13 %, (Ochoa, 2009), afirma que un coeficiente de variación (< 30 %) es aceptable.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable índice de curvatura**

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
<b>SEXO</b>	49,7	1	49,7	0,37	0,5452	NS
<b>CATEGORIA</b>	1804,17	4	451,04	3,35	0,0133	*
<b>SEXO*CATEGORIA</b>	137,77	4	34,44	0,26	0,9056	NS
<b>Error</b>	12130,7	90	134,79			
<b>Total</b>	14122,4	99				
<b>CV = 17,13 %</b>						

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

Figura 17, muestra las medias de Duncan para el índice de curvatura según categoría, identificándose dos grupos significativamente diferente. El primer grupo conformado por los ovinos de 4D, 6D y DL (72,18, 71,73 y 68,92 °/mm), donde presentaron los mayores promedios de índice de curvatura, con relación, el segundo grupo conformado por 2D (65,29 °/mm) y BLL (60,87 °/mm), quienes presentan los menores promedios de índice de curvatura.



**Figura 17. Prueba de medias de Duncan de índice de curvatura (°/mm) según categoría**

De acuerdo a, (Holt, 2006) hace mención que la curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, 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. Por lo tanto, dichos resultados en las 5 categorías se las describen como una curvatura alta, las cuales puede influir significativamente en la industria textil.

Los valores obtenidos con un índice de curvatura favorable en ovinos de DL, 2D, 4D, 6D y BLL pueden explicarse a una alimentación con nutrientes adecuados desde una edad temprana puede ayudar a mantener un índice de curvatura alto a lo largo de su vida. Además, proporcionar refugio adecuado y un ambiente sin estrés incluye en la calidad de la fibra de lana.

#### 4.6. Efecto de sexo y edad sobre el número de rizos de lana de ovinos criollos

En el Cuadro 14 se presenta el promedio general del número de rizos según el sexo, evidenciando que las hembras (4,3 rizos/cm) presentan el mayor número de rizos, mientras que los machos (3,8 rizos/cm) muestran el menor número de rizos. Además, se observa la media general para la interacción (sexo x categorización), evidenciando que las hembras clasificadas como BLL alcanzan el mayor promedio (5,2 rizos/cm), mientras que las hembras de la categoría DL exhiben el valor más bajo (2,6 rizos/cm).

**Cuadro 14. Media de número de rizos (rizos/cm) para el factor sexo**

CATEGORIZACIÓN DENTARIA	SEXO		PROMEDIO
	Hembras	Machos	
DL	2,6	2,8	2,7
2D	3,7	2,6	3,2
4D	4,7	3,6	4,2
6D	5,1	4,8	5
BLL	5,2	5	5,1
<b>PROMEDIO</b>	4,3	3,8	

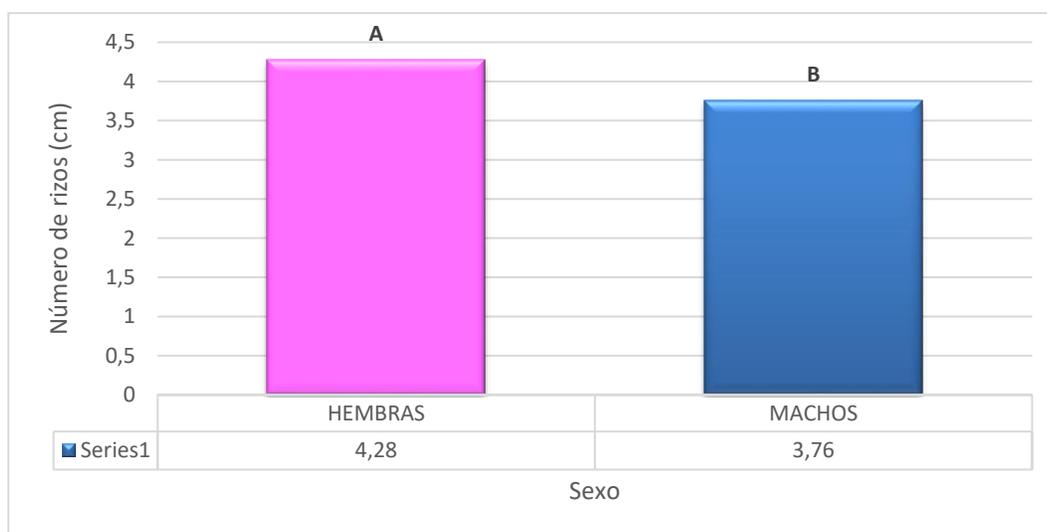
El análisis de varianza (ANVA), realizado sobre la variable número de rizos en la lana de ovinos criollos Cuadro 15, muestra que el factor sexo tiene un efecto significativo sobre el número de rizos ( $p = 0,0164$ ). Asimismo, se encontró que el factor categoría tiene un efecto altamente significativo ( $p < 0,0001$ ). La interacción entre sexo y categoría de edad según cronología dentaria no fue significativa ( $p = 0,2256$ ). Además, el coeficiente de variación es del 26,46 % esto indica que es aceptable ya que se encuentra dentro de los parámetros permitidos.

**Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable número de rizos**

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
<b>SEXO</b>	6,76	1	6,76	5,98	0,0164	*
<b>CATEGORIA</b>	92,86	4	23,22	20,52	<0,0001	**
<b>SEXO*CATEGORIA</b>	6,54	4	1,63	1,45	0,2256	NS
<b>Error</b>	101,8	90	1,13			
<b>Total</b>	207,96	99				
<b>CV = 26,46 %</b>						

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

En la Figura 18, se presenta la prueba de medias de Duncan de número de rizos según sexo, identificándose dos grupos significativamente diferentes. El primer grupo conformado por las hembras (4,28 rizos/cm), presentan un mayor número de rizos en lana, con relación al segundo grupo conformado por los machos (3,76 rizos/cm), presentan un menor número de rizos

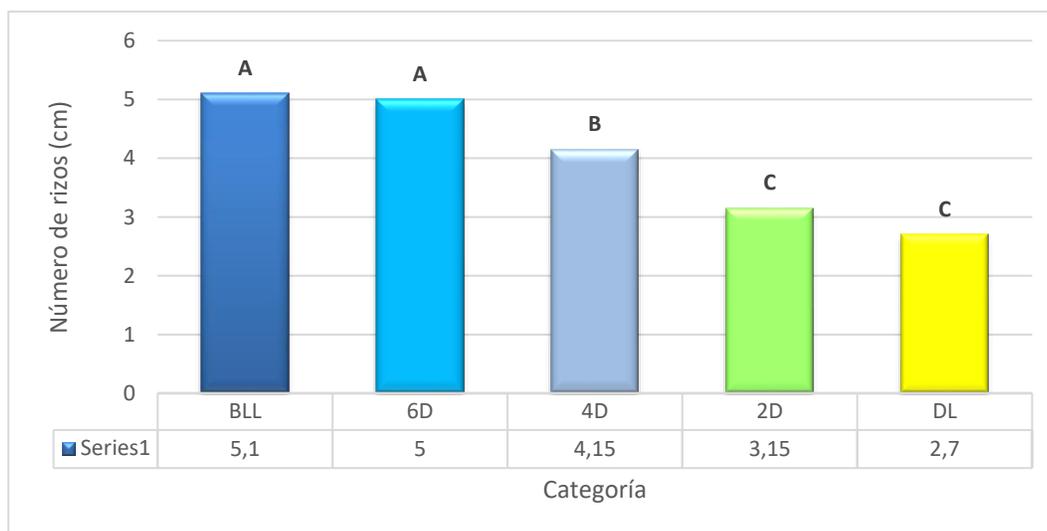


**Figura 18. Prueba de medias de Duncan de número de rizos (rizos/cm) según sexo**

Según la investigación reportado por Aliaga (2000), es de, 3 a 4 rizos/cm para la raza Coriedale, estos valores no difieren mucho con los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental.

Los resultados del estudio muestran que las hembras tienen un mayor número de rizos en la lana en comparación con los machos. Esta característica es muy valorada en la industria textil debido a la textura más rizada y fina de la lana femenina. Las diferencias hormonales juegan un papel crucial en la fisiología del crecimiento de lana. Las hembras pueden tener un perfil hormonal que favorece la formación de más rizos en la lana que en machos. Además, en algunos casos, las condiciones de manejo y alimentación pueden variar ligeramente entre machos y hembras, lo que también puede influir en la calidad y las características de la lana. Factores como la alimentación y el entorno en los ovinos pueden resultar una disminución del número de rizos en la lana. Estos factores tienen un impacto significativo en la calidad de la fibra, y una dieta inadecuada o condiciones ambientales adversas pueden llevar a una reducción en la formación de rizos.

En la Figura 19, se presenta la prueba de medias de Duncan de número de rizos según categoría, identificándose tres grupos significativamente diferentes. El primer grupo está conformado por la categoría BLL y 6D (5,1 y 5 rizos/cm), tienen los valores más altos. La categoría 4D (4,15 rizos/cm) segundo grupo, muestra un valor medio. Finalmente, en el tercer grupo se identifican las categorías 2D y DL, presentando los valores más bajos (3,15 y 2,7 rizos/cm).



**Figura 19. Prueba de medias de Duncan de número de rizos (rizos/cm) según categoría**

Al comparar los resultados obtenidos de número de rizos según categoría con los reportados por Canchari (2009) en ovinos criollos, para animales de BLL con 10,08 rizos/cm y el menor el de los animales de 4D con 9,25 rizos/cm, se observa que los ovinos criollos de la comunidad Janco Huma presentan promedios notablemente más bajos para BLL de 5,1 rizos/cm y 4D de 4,15 rizos/cm.

Los valores encontrados en el presente trabajo experimental son ligeramente similares a los reportados por Manobanda (2015). En su investigación, realizada en la provincia de Bolívar, ubicada en la región interandina de Ecuador, se registraron los siguientes promedios de rizos por centímetro en lana ovina en distintos cantones: en Guaranda se observaron 6 rizos/cm, mientras que en San Miguel se reportaron 5 rizos/cm. En Chillanes, el promedio fue de 4 rizos/cm y en Chimbo se documentaron 3,5 rizos/cm.

Por otro lado, los resultados sobre el número de rizos por categoría en ovinos criollos (Figura 19), son notablemente inferiores a los reportados por Paca *et al.* (2023) en ovinos Maltonas, donde las ovejas adultas presentaron un promedio de 22,42 rizos/cm y los ovinos jóvenes con 21,53 rizos/cm.

Los hallazgos del estudio evidencian una notable discrepancia en el número de rizos entre las ovejas de dos dientes (2D) y dientes de leche (DL), mostrando valores mínimos en comparación con otras categorías de boca llena (BLL) y seis dientes (6D) que presenta el mayor número de rizos, por lo que las lanas más finas se encuentran en ovinos adultos la cual es conveniente en la industria textil. Esta diferencia puede deberse a diversos factores que influyeron en el desarrollo de los ovinos DL y 2D. Por ejemplo, factores como la genética, la nutrición también juega un papel crucial (carencia de leche materna, minerales y la falta de pastos frescos) y el clima.

#### **4.7. Análisis de correlación**

Los resultados del análisis de correlación (Figura 20) evidencian asociaciones estadísticamente significativas entre diversas características físicas de la lana de ovinos, revelando relaciones tanto directas como inversas, específicamente, el diámetro de lana (DL) mostró una fuerte correlación positiva con la longitud de mecha (LM) ( $r = 0.96$ ), lo cual sugiere que, a mayor diámetro, la mecha tiende a ser más larga. A su vez, tanto DL como LM se relacionaron negativamente con el factor de confort (FC), evidenciando coeficientes de  $-0.89$  y  $-0.88$  respectivamente, lo que implica que fibras más gruesas y largas tienden a ser menos confortables para el uso textil. Asimismo, el número de rizos (NR) presentó una correlación moderadamente positiva con DL ( $r = 0.64$ ) y LM ( $r = 0.67$ ), indicando que estas variables tienden a crecer en conjunto. En contraste, el índice de curvatura (IC) mostró relaciones débiles o nulas con las demás variables, lo que sugiere una relativa independencia estructural. En suma, estas correlaciones permiten establecer patrones relevantes para la caracterización y selección de lana en ovinos criollos, desde una perspectiva empírica y objetiva, centrada en la recolección y análisis sistemático de datos observables.

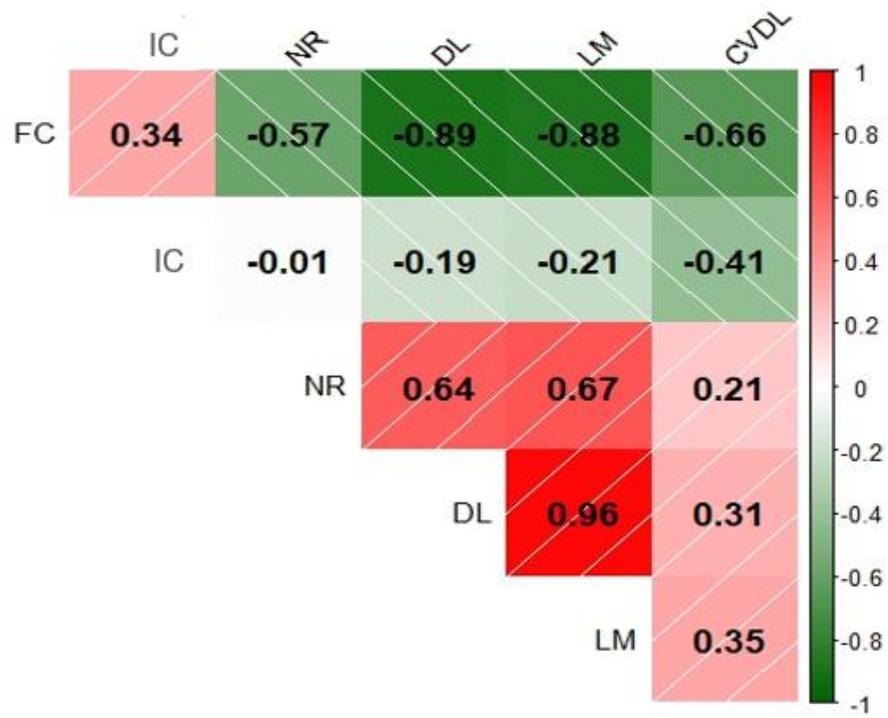


Figura 20. Matriz de correlación de las características de la lana de oveja

## 5. CONCLUSIONES

En base a los resultados a partir de los objetivos propuestos en el presente trabajo se, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El estudio en ovinos criollos de la Comunidad Janco Huma evidenció diferencias significativas en el diámetro de la lana según sexo y edad. Los machos presentaron fibras más finas, y se observó un aumento del grosor con la edad, siendo más delgada en animales jóvenes. En la interacción sexo x edad, se identificaron diámetros finos en las categorías DL, 2D y 4D, tanto en machos como en hembras.
- El coeficiente de variación del diámetro estuvo influenciado significativamente por la edad, mientras que el sexo no mostró un efecto significativo. Las categorías DL, 2D, 4D y 6D presentaron una variabilidad moderada y dentro de los rangos aceptables, lo que indica buena uniformidad. En contraste, la categoría BLL, especialmente en hembras, mostró la mayor variabilidad.
- El confort de la lana estuvo asociado significativamente con el sexo y la edad. Los machos y las categorías juveniles DL y 2D presentaron mayor confort, relacionado con fibras más suaves y de mejor calidad. En cambio, la categoría BLL registró los valores más bajos, lo que sugiere un deterioro por envejecimiento y cambios fisiológicos.
- La longitud de mecha dependió principalmente de la edad, sin influencia significativa del sexo. Las categorías BLL, 6D y 4D mostraron mayores longitudes, posiblemente por un intervalo prolongado sin esquila. Las categorías DL y 2D registraron menores longitudes, posiblemente debido a factores como la alimentación.
- El índice de curvatura mostró diferencias significativas según la edad, sin efectos relevantes del sexo ni de su interacción. A pesar de las variaciones entre categorías, todas las muestras presentaron una curvatura alta, favorable para la industria textil.
- El número de rizos estuvo influenciado significativamente por el sexo y la edad, pero no por su interacción. Las hembras presentaron mayor cantidad de rizos que los machos. Las categorías BLL y 6D registraron los valores más altos, mientras que DL y 2D presentaron los más bajos, lo que sugiere una disminución del rizado en animales jóvenes.

## 6. RECOMENDACIONES

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

- Se recomienda promover una nutrición equilibrada desde las primeras etapas de vida de los ovinos, especialmente en las categorías DL y 2D, para mejorar la calidad y el desarrollo uniforme de la lana.
- Realizar una esquila periódica y planificada para evitar un crecimiento excesivo de la fibra y mantener la longitud de la mecha dentro de los estándares óptimos.
- Adoptar una estrategia de selección genética que priorice ejemplares con fibras más uniformes, confortables y con mayor número de rizos, fortaleciendo así la competitividad en el mercado textil. Para facilitar este proceso, se recomienda llevar un registro detallado de todos los rebaños (BLL, 6D, 4D, 2D y DL).
- Optimizar el manejo y las condiciones ambientales para reducir el estrés de los ovinos, asegurando una mejor estructura y calidad de la fibra de lana.
- Implementar un laboratorio de análisis de fibras con tecnología OFDA 2000 en la Universidad Pública de El Alto, accesible a investigadores, productores y cualquier persona interesada en el análisis de fibras de lana. Este espacio permitirá el acceso a tecnología de punta, impulsará la investigación científica y fortalecerá la producción ovina en la región, promoviendo la mejora en la calidad de la fibra.
- Desarrollar estudios comparativos de la fibra de lana entre distintas razas ovinas, con el fin de identificar sus características físicas, ventajas comparativas y aplicaciones potenciales en la industria textil. Esta información contribuirá a la toma de decisiones informadas en respecto a la selección y aprovechamiento óptimo de cada tipo de lana.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrosabio. 2023. 3 Estrategias para mejorar la calidad de la lana en el ganado ovino. Disponible en <https://agrosabio.com/3-estrategias-para-mejorar-la-calidad-de-la-lana-en-el-ganado-ovino/>
- Aliaga, G. 2000. Separatas del curso producción de ovinos. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. Depto. de Producción Animal. 85 p.
- Aliaga, J. 2012. Producción de Ovinos. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 290 p.
- Artola, J.; Gambetta, J. y Machiavello, F. 2022. Evolución de la producción y características de calidad de lana de primer vellón de animales merino australiano en un esquema de mejora genética por resistencia a parasitosis gastrointestinales. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. 50 p. Disponible en <http://tesis.fagro.edu.uy/index.php/tg/catalog/download/86/70/2058?inline=1>
- Barra, R.; Lobos, I. y Pavez, P. 2018. Tecnificación del proceso de acondicionamiento y transformación artesanal de Lanas y Cueros Ovinos pigmentados en la región de Los Lagos [en línea]. 364 p. (Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias). Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6717/Capitulo%207.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- Bravo, S.; Romero, O. y Lürer, C. 2017. Manejo animal. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7524/NR38525>
- Cáceres, H. 2022. Influencia de la edad y región corporal sobre las características textiles de la lana de ovinos Corriedale. Puno, Peru. Universidad Nacional del Altiplano de Puno. 78 p. Disponible en <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/22396>
- Campana, L. 2021. Características de la fibra de alpaca raza huacaya utilizando OFDA 2000 (Analizador óptico del diámetro de fibra) en cuatro comunidades del distrito

de Marcapataquispicanchi - Cusco. Cusco. Universidad Nacional de San Antonio ABAD del Cusco. Facultad de ciencias agrarias. 95 p.

Campos, M. 2023. Caracterización de la producción y calidad de lana de la majada merino australiano del campo experimental N° 1 de facultad de veterinaria. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República, Facultad de Veterinaria. 47 p. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/45517/1/FV.pdf>

Canchari, A. 2009. Análisis del rendimiento de lana de ovinos criollos de la comunidad campesina de Paccha - Huancayo. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Zootecnia. 102 p.

CEE, (Comisión Episcopal de Educación) 2008. Producción Pecuaria. Oruro, Bolivia, 149 p. Disponible en <https://www.redferia.org.bo/w/wp-content/uploads/2019/04/OruroPecuaria.pdf>

Chuquimia, W. 2009. Puerto Acosta. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de arquitectura urbanismo y artes. 69 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/17830/PG-2532.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Condori, A. 2023. Caracterización fenotípica y biométrica del ovino criollo en comunidades del departamento de La Paz. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés.

Diaz, J. 2014. Principales características de la fibra de alpacas huacaya y suri del sector Chocoquilla - Carabaya. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 75 p.

Diaz, R. y Vilcaqui, H. 2013. Manual de ovinos y las buenas prácticas. 1ra Edición ed. Lima, Perú, 95 p.

Earth, G. 2023. Estación Experimental INIA Quimsachata Disponible en <https://earth.google.com/web/search/inia+quimsachata/@-15.79438561,-70.62400666,4159.76617172a,293.1518296d,35y,-0h,0t,0r/data=CjQjJgokCSD9530eOjRAERz9530eOjTAGcQkxYNP5UhAlbHfmvxa-UhAKgYIARIAGAFCAggBOgMKATBCAggASg0IARAA>

- Elvira, M. 2005. Presentación del instrumento de la medición de finura OFDA 2000 Usos y aplicaciones. Bariloche: Memoria del VII Curso de Actualización Ovina, INTA. 11 p.
- FAC, (Fundación Artesanías de Chile). 2018. Material educativo para artesanas tejedoras. 40 p. Disponible en [https://artesaniasdechile.cl/wp-content/uploads/2020/06/INV-Investigacio%CC%81n\\_-Material-educativo-para-artesanas-tejedoras-1.pdf?srsItd=AfmBOopzzzm6QFwO4rACcdfIKV23mBYaOclQswVCrT](https://artesaniasdechile.cl/wp-content/uploads/2020/06/INV-Investigacio%CC%81n_-Material-educativo-para-artesanas-tejedoras-1.pdf?srsItd=AfmBOopzzzm6QFwO4rACcdfIKV23mBYaOclQswVCrT)
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2024. Población ovina por país
- 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. Lima, Perú. Universidad Peruana Cayetano.
- Froy, L. 2022. Ganadería de Ovinos. Place Published. Disponible en <https://froy-lucero.wixsite.com/zootecniafic/post/ganader%C3%ADa-de-ovinos>
- García, J. 2017. Producción y manejo de ovinos en Bolivia.
- Gonzales, M. L.;Huanca, T.;Cardenas, O.;Mamani, R.;Sapana, R. y de, E. 2014. índices productivos en ovinos de la raza Dhone Merino para la generación de núcleos de reproductores en la sierra sur. En N.C. Gómez y M.L. Curillo (Eds.), Memorias de la XXXVII reunión científica anual de la asociación peruana de producción animal. Abancay, Perú, 349 p.
- Holt, C. 2006. A survey of the relationships of crimp frequency, micron, character and. to the Australian alpaca association. 33 p. Disponible en <https://www.alpacaconsultingusa.com/library/curve.pdf>
- INIA, (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2017. Manual de manejo Ovino. Santiago, Chile, 154 p. Disponible en [https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/\\_5cc0843a3e3f7.pdf](https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5cc0843a3e3f7.pdf)
- INIA, (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2020. CIP Quimsachata es la mayor reserva genética de la alpaca de color del Perú y del mundo. Puno, Perú,

- Isidro, W. 2015. Características de manejo y potencial productivo en ovinos criollos (*Ovis aries*) en tres comunidades del municipio de Santiago de Callapa provincia Pacajes. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. 54 p.
- Jackson, M. 2022. Autoridad de Pruebas de Lana de Nueva Zelanda (NZWTA). Nueva Zelanda. 58 p.
- Luque, A.;Ticona, E.;Mamani, Y. y Canaviri, E. 2015. El diálogo como una estrategia de producción de conocimientos en los procesos educativos en la unidad educativa “Janco Huma”. La Paz, Bolivia, 111 p. Disponible en <https://red.minedu.gob.bo/profocom/download/eyJpdil6InBJUGRCaWxPaGFDa0xl b0F5VmQ1WFE9PSIsInZhbHVlIjojoiNmxacHZheld0bTJiSXpZSEcwNTI5dz09IiwibW FijoiZWm5MzE5ZWRIMzRIZmFmZTRhYjRkMWRmNjQ5M2EwZTZINmEwMTljMG NhYWRINjM4MmRIOWVINWVmNWUyOTY3ZSj9>
- Machaca, D. 2022. Ganancia de peso con la adición alimenticia del probiótico organew (*Saccharomyces cerevisiae*) en ovinos de raza corriedale (*Ovis aries*) durante el periodo seco, Estación Experimental Choquenaira. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 98 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/29074/TV-3019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manobanda, W. 2015. Caracterización fenotípica y sistemas de producción de los ovinos Criollos adaptados en la provincia de Bolívar Sangolquí, Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas Espe, Programa Maestra en Producción Animal. 81 p. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/12526>
- MDPyEP, (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural). 2023. Caracterización del Desarrollo Productivo del Departamento de La Paz. La Paz - Bolivia, 80 p.
- MDRyT, (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras). 2012. Compendio Agropecuario. Observatorio Agroambiental y Productivo. La Paz, Bolivia, 488 p.
- Mercedes, N. 2015. Factores que afectan la calidad de la lana. 50 p.

- MGAYP, (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca). 2022. Cadena ovina: situación y perspectivas. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2022/analisis-sectorial-cadenas-productivas/cadena-ovina>
- Mimica, E. 2014. Incidencia de distintos factores sobre las principales características de la lana en ovinos de la región de Magallanes. Santiago, Chile Universidad de Chile. 49 p. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148200/Mimica-%20Incidencia%20de%20distintos%20factores%20%282014%29.pdf?sequence=1&form=MG0AV3>
- Ochoa, R. 2009. Diseños Experimentales. Primera edición ed. La Paz, Bolivia, 263 p.
- Paca, A.;Vaca, M.;Tellos, L. y Manchego, P. 2023. Implementación de un plan de manejo genético ovino en la Comunidad de Shobol Llin Llin, Parroquia San Juan, Provincia de Chimborazo. Polo del Conocimiento. Vol. 8, Nro. 4 Disponible en [https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/5599/html?utm\\_source=chatgpt.com](https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/5599/html?utm_source=chatgpt.com)
- Pari, E. 2018. Principales características de finura y correlación según el número de rizos en alpacas reproductores huacayas. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 73 p.
- Peña, S.;López, G.;Abbiati, N.;Género, E. y Martínez, R. 2016. Caracterización de la lana de ovejas Criollas argentinas en cuatro ambientes diferentes. Archivos de Zootecnia. Vol. 65. 19 p. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/495/49544737003.pdf>
- Perezgrovas, R.;Parés, P.;Hummel, J.;Zaragoza, L. y Delgado, J. 2011. Características de la lana en las ovejas autóctonas Ibicenca, Merino, Merino de Grazalema (España) y Merino Socorro (México). AICA. 383 p.
- Pizarro, A. 2020. Estudio técnico para la implementación de la lana de oveja como aislante en Chile. Universidad Técnica Federico Santa María. Disponible en <https://repositorio.usm.cl/server/api/core/bitstreams/c0dac06a-09c7-4fd1-aa36-c09db9575cfd/content>

- PLO, (Proteja la Oveja). 2021. Sabías que las ovejas. Disponible en <https://www.facebook.com/protejelaoveja/photos/a.188749026159336/309212984112939/?type=3>
- Poma, G. y Ayala, C. 2022. Características físicas de la fibra de llamas (*Lama glama*) a la primera esquila en la mancomunidad de municipios aymaras sin fronteras. Scielo Analytics. Vol. 9 Nro.1. 7 p.
- Quispe, E. 2023. Evaluación de características físicas de fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) entre machos, hembras según categorías en dos colores en la estación Experimental Quimsachata del INIA, Puno - Perú. El Alto, Bolivia. Universidad Pública de El Alto. Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales 57 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. 29 p. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_de\\_camelidos/Alpacas/11-fibra\\_huacaya.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/Alpacas/11-fibra_huacaya.pdf)
- Quispe, V. 2024. Ovino criollo. Quispicanchi, Cusco, Disponible en [https://books.instituto-idema.org/sites/default/files/2024\\_03\\_27\\_19\\_55\\_26\\_agrovirgiliogmail.com\\_Tema\\_OVINO\\_CRIOLLO.pdf](https://books.instituto-idema.org/sites/default/files/2024_03_27_19_55_26_agrovirgiliogmail.com_Tema_OVINO_CRIOLLO.pdf)
- Quispe, Y. 2020. Evaluación de la producción y calidad de fibra de alpaca huacaya (*Vicugna pacos*) en la comunidad originaria Chacaltaya La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 125 p.
- RFEAGAS, (Real Federación Española de Asociaciones de Ganado Selecto). 2021. Conoce las distintas razas de ovino que hay en España. Disponible en <https://rfeagas.es/#.VtXSdvnhCUn>
- Romero, O. 2015. Evaluación de la condición corporal y edad de los ovinos. Punto ganadero. Vol. 79. 9 p. Disponible en [https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/\\_5cc0843a1bfd0.pdf](https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5cc0843a1bfd0.pdf)
- Sienra, I.;Neimaur, K.;Robledo, A.;Infante, G. y Pereira, C. 2015. Producción y características de la lana en ovejas Milchschaef productoras de leche. Scielo

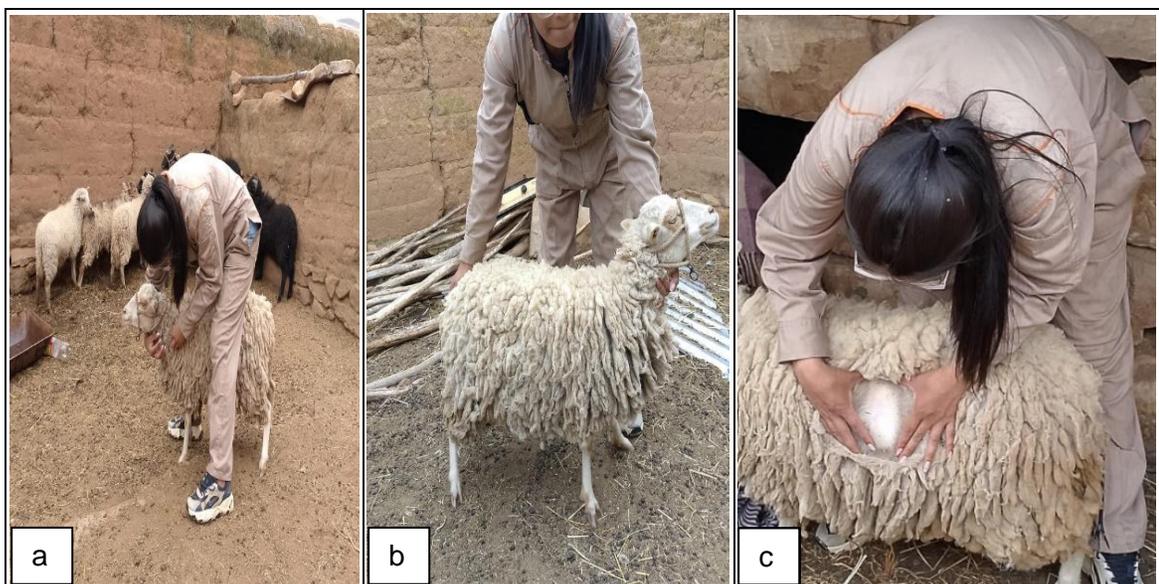
- Uruguay. Vol. 51 Nro. 198. 8 p. Disponible en [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-48092015000200001#Cottle\\_2010](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092015000200001#Cottle_2010)
- Solis, M. 2022. "Evaluación de las características fenotípicas de la lana de ovinos criollos (*Ovis aries*) de la Región Pasco". Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia 78 p.
- SUL, (Secretariado Uruguayo de la Lana). 2018. Manual práctico de producción ovina Montevideo, Uruguay, 343 p. Disponible en [https://www.sul.org.uy/descargas/lib/Manual\\_Pr%C3%A1ctico\\_de\\_Producci%C3%B3n\\_Ovina-2018.pdf](https://www.sul.org.uy/descargas/lib/Manual_Pr%C3%A1ctico_de_Producci%C3%B3n_Ovina-2018.pdf)
- Tarco, L. 2018. "Caracterización del perfil hematológico y bioquímico del ovino criollo ecuatoriano en la provincia de Cotopaxi". Latacunga, Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. 56 p. Disponible en <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cd366f2d-e0fd-4d13-b529-d47c260aa06d/content>
- Tinoco, O. 2009. Cadena productiva de lana de oveja en el sector textil y de confecciones. Facultad de Ingeniería Industrial. Vol. 12. 80 p. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/816/81620150010.pdf>
- UNALM, (Universidad Nacional Agraria La Molina). 2012. "Asistencia técnica dirigida en caracterización y clasificación de fibra de alpaca". Perú, 26 p. Disponible en <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/005-a-alpaca.pdf>
- Vaca, M.;Quishpe, C.;Condolo, L. y Velasco, L. 2020. Características fisiológicas del vellón ovino y su efecto termorregulador en el uso de emprendimientos textiles. Polo del Conocimiento. Vol. 5, Nro. 8. 579 p.
- Valladolid, S. 2024. Evaluación de respuestas productivas de ovinos mestizos sometidos a estrategias de alimentación mineral en la comunidad Las Cayanas. El Coca, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Orellana. Facultad de Ciencias Pecuarias. 75 p.

## 8. ANEXOS

Anexo 1. Representaciones visuales del contexto de estudio: (a) Vista general de la Comunidad Taypi Janco Huma y (b) Comunaria y los animales involucrados en la investigación.



Anexo 2. Procedimientos de muestreo: (a) Selección del número de ovinos hembras y machos según categoría dentaria (b) sujeción del ovino (c) Identificación del lugar de muestreo



**Anexo 3. Proceso de toma de datos: (a) Longitud de mecha (b) Extracción y etiquetado de muestras, (c) Conteo de rizos**



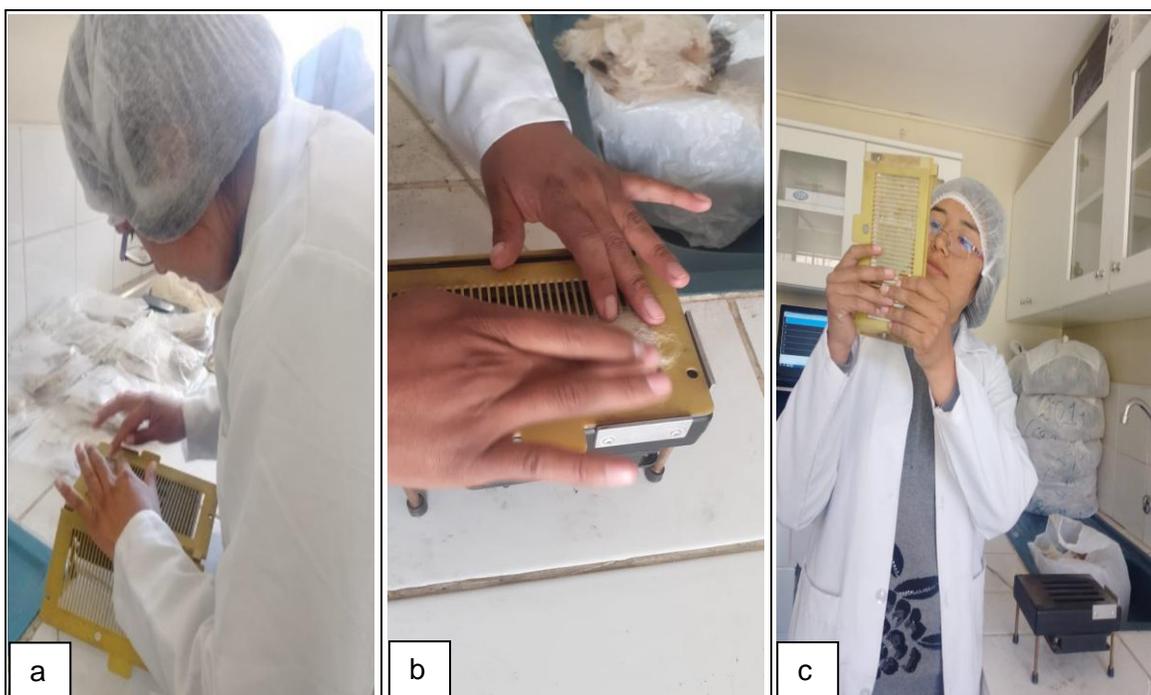
**Anexo 4. Capacitación del equipo (OFDA 2000) en la Estación experimental del Centro de Investigación y Producción Quimsachata Puno - Perú**



### Anexo 5. Calibración del equipo OFDA 2000



### Anexo 6. Procedimiento para el análisis de muestras: (a) Orden de las muestras para el análisis, (b) Puesta de fibra de lana en la gradilla y (c) Verificación de la gradilla en dirección a la luz.



### Anexo 7. Análisis de fibra de lana de ovinos criollos en el OFDA 2000



### Anexo 8. Ficha de muestreo y sus resultados del análisis de fibra de lana

CATEGORIA	SEXO	Animal Eartag	DL (cm)	CVDL (%)	CF %	IC °/mm	LM (cm)	NR (cm)
DL	HEMBRAS	1	20,2	31,9	89,6	71,8	3	2
DL	HEMBRAS	2	19,6	30,4	92,3	71,5	2,5	1
DL	HEMBRAS	3	20,5	28,7	93	62	3	2
DL	HEMBRAS	4	21,7	25,8	90,1	49,8	5	2
DL	HEMBRAS	5	21,9	26,6	89,3	76	5	3
DL	HEMBRAS	6	20,7	27,4	93,9	81,5	4	3
DL	HEMBRAS	7	21,8	24,9	91,5	62,9	5	3
DL	HEMBRAS	8	21,4	25	93	60,1	4,5	4
DL	HEMBRAS	9	22	26,3	89,7	73,9	5	3
DL	HEMBRAS	10	21,1	28,7	90,3	68,4	4	3
2D	HEMBRAS	1	22,7	38,9	83,8	57,2	7	5
2D	HEMBRAS	2	22,1	24,8	91,3	62,2	5	3
2D	HEMBRAS	3	22,1	26	90,7	72,6	5	4
2D	HEMBRAS	4	22,6	27,1	87,9	62,5	7	5
2D	HEMBRAS	5	22,1	29,3	87,5	72,6	5	3
2D	HEMBRAS	6	22,6	24,6	91,3	69,3	7	4
2D	HEMBRAS	7	22,1	22,2	93,4	77	5	3
2D	HEMBRAS	8	22,4	24,3	91,3	74,8	6	4

2D	HEMBRAS	9	22,3	23,3	91,4	41,8	5	2
2D	HEMBRAS	10	22,4	27,2	87,7	68,6	6	4
4D	HEMBRAS	1	23,7	31	80	59,6	8	5
4D	HEMBRAS	2	23,2	34,3	82,5	68,9	8	6
4D	HEMBRAS	3	23,7	29,6	83,4	78,8	8	5
4D	HEMBRAS	4	23,1	24,2	89,5	67,3	8	6
4D	HEMBRAS	5	23,3	21,7	90,2	66,9	8	4
4D	HEMBRAS	6	22,7	31,8	82,7	77,2	7	5
4D	HEMBRAS	7	22,9	25,7	86,8	79,1	7	4
4D	HEMBRAS	8	23,1	25,4	87,5	74,1	7	4
4D	HEMBRAS	9	22,9	19,7	93,8	82,9	7	3
4D	HEMBRAS	10	23,5	27,3	86,1	51,4	8	5
6D	HEMBRAS	1	24,3	25,8	87,1	89,8	9	5
6D	HEMBRAS	2	24,3	26,1	85,7	69,8	9	5
6D	HEMBRAS	3	25,1	28,6	80,2	73,2	10	6
6D	HEMBRAS	4	24	25,3	85,4	49,5	8	4
6D	HEMBRAS	5	24,3	26,2	83	52,2	9	5
6D	HEMBRAS	6	24,4	26,2	82,6	93	9	4
6D	HEMBRAS	7	25,3	34,6	72,9	59	10	7
6D	HEMBRAS	8	25,5	22,6	82,9	76,3	11	5
6D	HEMBRAS	9	24,4	22,7	87,2	74,9	9,5	4
6D	HEMBRAS	10	25,5	22,2	84,4	87,2	11	7
BLL	HEMBRAS	1	28,1	46,5	64,1	42,2	13	5
BLL	HEMBRAS	2	27,3	23,3	74,2	59,1	13	4
BLL	HEMBRAS	3	28,1	35,7	65,1	59,6	13	5
BLL	HEMBRAS	4	28,2	32,5	68,8	71,8	13	6
BLL	HEMBRAS	5	30,5	34,2	64	62,6	14	6
BLL	HEMBRAS	6	28,6	32,1	64,5	53,6	14	5
BLL	HEMBRAS	7	27,5	43,8	65,5	48,3	13	5
BLL	HEMBRAS	8	30,8	49	52,8	45,2	23	7
BLL	HEMBRAS	9	26,9	27,7	73	75,9	12	5
BLL	HEMBRAS	10	26,9	37,4	65,5	68,5	11	4
DL	MACHOS	1	21,1	28,7	90,3	68,4	5	3
DL	MACHOS	2	19,7	26,9	93,5	63,5	4,5	2
DL	MACHOS	3	21,3	21,5	94,8	71,5	5	2
DL	MACHOS	4	19,4	37,5	90,6	55,9	4	2
DL	MACHOS	5	20,8	29,2	91,3	66,6	4,5	1
DL	MACHOS	6	21,3	22,5	95,1	82,9	5	2
DL	MACHOS	7	19,4	24,6	97	64,3	4	2
DL	MACHOS	8	20,1	30,4	91,9	85,9	4,5	4
DL	MACHOS	9	18,7	32	93,2	60,8	3	8
DL	MACHOS	10	20,3	21,4	95,3	80,6	4,5	2
2D	MACHOS	1	22,4	24,3	91,3	74,8	7	3

2D	MACHOS	2	21,9	26,6	89,3	76	5	2
2D	MACHOS	3	21,7	25,8	90,1	49,8	5	2
2D	MACHOS	4	22,6	36,2	81,1	54,7	7	2
2D	MACHOS	5	22,1	26	90,7	72,6	6	4
2D	MACHOS	6	22,3	23,3	91,4	41,8	6	2
2D	MACHOS	7	22	26,3	89,7	73,9	5	2
2D	MACHOS	8	22,1	24,8	91,3	62,2	5	3
2D	MACHOS	9	22,3	24,5	91,5	81,1	6	4
2D	MACHOS	10	22,2	27,4	88,3	60,2	6	2
4D	MACHOS	1	23,8	25,4	89,3	80,2	8	4
4D	MACHOS	2	23,5	23	92,7	76,6	8	3
4D	MACHOS	3	23,5	26,4	84,4	58,5	8	4
4D	MACHOS	4	23,9	26,8	84	76,2	8	3
4D	MACHOS	5	23,2	48,3	75,8	50,1	7	2
4D	MACHOS	6	23,3	21,7	90,2	66,9	7	4
4D	MACHOS	7	22,9	19,7	93,8	82,9	7	3
4D	MACHOS	8	22,6	28,3	86,8	78,6	7	4
4D	MACHOS	9	23,3	27,4	85	84,1	7	5
4D	MACHOS	10	23,5	32,7	82,6	83,2	8	4
6D	MACHOS	1	24,6	24	87	77,5	9	5
6D	MACHOS	2	25,1	28,6	80,2	73,2	10	5
6D	MACHOS	3	24,6	24,1	86,7	64,1	9	4
6D	MACHOS	4	24,3	26,1	85,7	69,8	9	6
6D	MACHOS	5	24,3	25,8	87,1	89,8	8,5	4
6D	MACHOS	6	24,6	25,3	83,2	50,7	9	5
6D	MACHOS	7	24	25,3	85,4	49,5	8	4
6D	MACHOS	8	25	21,7	84,6	90,5	9,5	5
6D	MACHOS	9	24,8	22,6	86,6	69,6	9,5	4
6D	MACHOS	10	24,4	22,7	87,2	74,9	9	6
BLL	MACHOS	1	28,6	32,1	64,5	53,6	17	6
BLL	MACHOS	2	25,4	26,2	84,1	61,2	11	5
BLL	MACHOS	3	25,3	34,6	72,9	59	10	5
BLL	MACHOS	4	25,4	27,3	82,3	49,2	12	4
BLL	MACHOS	5	28,2	32,5	68,8	71,8	13	5
BLL	MACHOS	6	25,3	23	85,4	69,2	10	4
BLL	MACHOS	7	25,3	22,5	83,4	84,7	10	4
BLL	MACHOS	8	27,1	19,8	77,3	63,1	12	5
BLL	MACHOS	9	28,1	35,7	65,1	59,6	13	6
BLL	MACHOS	10	27,3	23,3	74,2	59,1	13	6