

1. Título del proyecto

“Influencia de la edad, sexo y raza sobre las características de medulación en la fibra de alpacas (*Vicugna pacos* L.) del distrito de Paratia”.

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Zootecnia	Producción animal	

3. Duración del proyecto (meses)

10 meses

4. Tipo de proyecto

<u>Individual</u>	☒
<u>Multidisciplinario</u>	☐
<u>Director de tesis pregrado</u>	☐

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Huacani Pacori Ferdynand Marcos
Escuela Profesional	Ingeniería agronómica
Celular	988446655
Correo Electrónico	fhuacani@unap.edu.pe

I. Título

“Influencia de la edad, sexo y raza sobre las características de medulación en la fibra de alpacas (*Vicugna pacos* L.) del distrito de Paratia”.

II. Resumen del Proyecto de Tesis

El presente trabajo de investigación se ejecutará en el distrito de Paratia de la provincia de Lampa y tiene como objetivo principal estimar la influencia de la edad, sexo y raza en las características de medulación en la fibra de alpaca, alimentadas con pastos naturales; para la presente investigación

consideraremos los siguientes factores de estudios; edad (dientes de leche, dos dientes, cuatros dientes y boca llena), sexo(macho y hembra) y la raza (suri y huacaya), las variables de estudio son el tipo de medulación (fibras ameduladas, médulas fragmentadas, médulas discontinua, médulas continua, fibras fuertemente meduladas) y el diámetro de fibra; los datos obtenidos se adecuarán a un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de 4x2x2; para esto utilizaremos el programa estadístico SAS versión 9.4, haciendo uso del procedimiento GLM, utilizaremos la prueba de tukey con un nivel de significancia del 5% y para el segundo objetivo específico utilizare el análisis de correlación; con los resultados obtenidos pretendemos recomendar la zona de estudio más óptimo para el análisis de la medulación, y además, impulsar el desarrollo de programas de mejoramiento genético en base a la medulación para la producción de alpacas a nivel nacional.

III. Palabras claves (Keywords)

Alpaca huacaya, alpaca suri, fibra, medulacion.

IV. Justificación del proyecto

Se estima que la población mundial de alpacas asciende a seis millones, el 72% de ellas (aproximadamente 4.3 millones) se crían en nuestro país; seguido de Bolivia (8,6%), Australia (8,2%), Estados Unidos (5,8%), Europa (2,5%), Canadá (0,9%), Nueva Zelanda (0,7%), Chile (0,6%), el resto de países concentra el 1%.

Perú es la primera en producción mundial en fibra de alpaca, así como como en albergar en su territorio el mayor número de población de esta especie de camélidos, superando a Bolivia, la población de alpacas alcanzó un total de 3 millones 685 mil 516 ejemplares, que involucra a 82,459 productores pecuarios. Las principales regiones que concentran la producción de alpaca son: Puno (39.6%), Cusco (14.7%), Arequipa (12.7%), Huancavelica (8.3%), Apurímac (5.9%), Ayacucho (2.8%) y Pasco (1.8%) (IV-Cenagro, 2019).

La exportación de fibra de alpaca, el producto más importante dentro del rubro de tejidos de camélidos sudamericanos, alcanzó en el 2020 más de

US\$ 35.3 millones, consolidándose el Perú como el principal proveedor de este producto en el mundo. (Midagri, 2021).

Las cifras de tenencia de la mayor cantidad de alpacas a nivel mundial, regional nos dicen que el Perú es el país número uno al igual que en la exportación de la fibra de alpacas, considerando esto, la incidencia de fibras meduladas sigue siendo un problema muy serio en nuestra materia prima, afectando de manera significativa en la reducción de los precios de mercado y en la economía del productor alpaquero.

El mercado actual, Nacional e Internacional requieren productos de calidad, es por ello que tendrán mayor precio las fibras más finas, estructuralmente, está compuesto por células muertas de constitución proteica, fibrosa denominada queratina, las fibras pilosas tienen amplia variabilidad de diámetro, desde muy finas hasta muy gruesas (Cutiri, 2019).

V. Antecedentes del proyecto

(Quispe et al., 2022) en su investigación indica que los objetivos de este trabajo fueron: (1) evaluar el dispositivo Fiber Med que utiliza tecnología de inteligencia artificial para identificar de forma rápida y precisa la incidencia de fibras de alpaca según su tipo de medulación y determina el diámetro promedio de fibra (AFD); y (2) relacionar la incidencia de fibras meduladas con una gama de características de animales y fibras, incluida la edad de la alpaca en el momento de la esquila, el sexo de la alpaca, la raza (Huacaya, Suri), la ubicación y el AFD. Este estudio examinó la fibra de dos zonas, utilizando 302 alpacas de dos razas y seis grupos de edad. más de 630 000 fibras (rango 15,5–33,3 μm). La médula de fibras se clasificó como presente (58,6%; AFD 19,6 μm), fragmentado (17,1%; 23,0 μm), discontinua (7,6%; 25,6 μm), continuo (15,4%; 28,6 μm) o fuertemente meduladas (1,3%; 37,8 μm). Después de la transformación adecuada de los datos, se realizaron análisis de varianza, análisis de regresión lineal y múltiple para determinar las relaciones entre la médula total, AFD, ubicación, raza, sexo y edad en el momento de la esquila. Hubo diferencias significativas en la medulación total entre la ubicación, la raza y la edad en el momento de la esquila, pero no el

sexo de la alpaca. Sin embargo, en análisis de regresión múltiple, una vez que se incluyó AFD en los modelos, ni el sexo ni la edad en el momento de la esquila fueron significativos. AFD solo explicó más del 70% de la variación en la medulación total. Las diferencias en la incidencia del grado de medulación entre grupos de edad y categorías de comercialización determinadas mediante AFD, se asociaron con diferencias en AFD. Las diferencias debidas a la ubicación se explicaron por programas de selección genética para reducir la AFD en una ubicación. (rango medio 2,87-6,50%). La alpaca Suri tuvo menor incidencia de medulación que la alpaca Huacaya. Dado que el dispositivo Fiber Med proporcionó una medición directa, rápida y de bajo costo de la incidencia de la medulación, parece ser una opción práctica para usar en programas para mejorar la calidad de la fibra de alpaca, su comercialización y el procesamiento de la fibra de alpaca blanca. Para reducir las fibras fuertemente meduladas en todas las categorías de fibra de alpaca, la medición de la incidencia de la medulación debe convertirse en una evaluación de rutina en los programas de crianza de alpacas.

(Mamani-Cato et al., 2022) donde los objetivos que se estudió fueron explorar la relación entre MFD y PcF tanto en llamas como en alpacas, explorar la existencia de un punto de quiebre (BP) en esta relación curvilínea y determinar la frecuencia de vellones que no requieren depilación debido a que la PCF $\leq$ 3,2%. Además, se determinó la existencia de un sesgo positivo del contenido de fibra gruesa en la superficie pilosa (CFs) del hilo al contenido de fibra gruesa dentro de las fibras del hilo (CFy), lo que puede explicar el efecto del depilado sobre el factor de picazón de Fibras SAC. La relación de PcF sobre MFD se comporta de la misma manera en alpacas y llamas. Se ajusta a una distribución de potencia y presenta un BP de 23 μ m, siendo PcF constante antes de la BP y aumentando significativamente después de ella. La mayoría de los animales ($\leq$ 91% de las alpacas y $\leq$ 87% de las llamas) están por encima del umbral ($\leq$ 3,2%), requiriendo depilación para corregirlo. Por medio de una técnica de afeitado en la superficie de la muestra de tela, se estableció que el contenido objetable de CF es un 8,15 % más alto que el contenido objetable de CFy. En la fibra evocada-gruesa en las muestras depiladas, una diferencia CFs-CFy por debajo del 5,9% (pags $>$ 0.05) no es detectado significativamente por los panelistas. La

superficie MFD es más de $2.7\mu\text{m}$ más grueso que el hilo MFD.

(Obando et al., 2021) el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la incidencia y relación entre los tipos de medulación, así como determinar su relación con la finura en fibras de ovino, alpaca, llama, paco-vicuña y conejo Angora. Se tomaron muestras de lana y fibra ($n=15$ por especie animal) y adicionalmente 140 muestras de alpacas tuis macho de color blanco. Se determinó la media del diámetro de fibra (MDF) y los porcentajes de fibras meduladas (%FM) y no meduladas (%FNM), y en esta última se determinaron los porcentajes de fibras de medulación fragmentada, discontinua, continua y fuertemente medulada o tipo kemp. Los resultados obtenidos mostraron que las fibras de lana Merino presentaron pocas fibras meduladas, ocurriendo lo contrario en fibras de conejo Angora, mientras que las fibras de alpacas tuis, llamas y paco-vicuñas tuvieron porcentajes de medulación moderados (22-40%), encontrándose médulas aún en fibras muy finas. Se determinó una relación directa entre la MDF y el %FM en todos los tipos de fibras, a excepción de la lana de ovino. Se concluye que el %FM es una característica que debería disminuirse en llamas y alpacas y, por tanto, debiera ser considerado como criterio de selección en los programas de mejoramiento genético, pero solo en torno a reducir drásticamente la incidencia de fibras fuertemente meduladas.

(Eduardo, 2021) en este trabajo se analizó los atributos físicos que determinan el confort de los tejidos elaborados con fibras de Camélidos Sudamericanos (Llama y Alpaca), el efecto sobre su valor y sus posibles soluciones mecánicas y/o genéticas. Aunque siempre se ha hecho hincapié en el diámetro medio de la fibra, la frecuencia de la fibra que supera los 30 micrones tiene un papel clave en la calidad. Esto es esencial para las telas ligeras, donde el efecto de la picazón juega un papel fundamental en la elección del consumidor. Sin embargo, la solución genética del problema radica en la lenta respuesta de selección. El depilado proporciona una solución inmediata, aunque se debe abordar la rotura excesiva de fibras. Se concluye que la calidad de la fibra textil de los camélidos sudamericanos es promisoría si se soluciona la presencia de fibras objetables, resultando una frecuencia tolerable para los consumidores ($<3\%$). Esto implica un verdadero cambio de paradigma con respecto al procesamiento textil clásico de las

fibras de Alpaca y Llama. Esto mejoraría la suavidad de la fibra al tacto, junto con otras características importantes que harían que el precio de la fibra fuera más competitivo.

(Radzik-Rant & Wiercińska, 2021). El objetivo de este estudio fue analizar las características de grosor y medulación de la fibra de un rebaño de alpacas Huacaya mantenido en Polonia. Se recolectaron muestras de fibra de 36 alpacas adultas, incluidas 22 hembras y 14 machos. En esta investigación se consideraron variedades de fibra de color claro (15 animales) y oscuro (21 animales). Se utilizó un microscopio de proyección para medir el diámetro de la fibra y evaluar la medulación. Cada fibra se clasificó según la médula como fibra no medular, medular discontinua o medular continua. Para cada muestra se determinaron el diámetro medio de fibra (MFD), la desviación estándar (SD), el coeficiente de variación (CV), el factor de comodidad (CF) y el factor de picazón (PF). También se determinaron MFD, SD y CV para las categorías de fibra mencionadas anteriormente. El diámetro medio de fibra de todas las alpacas analizadas fue de 25,31 μm . La CF y PF fueron 77,79 % y 22,21 %, respectivamente. El porcentaje de medulación en la fibra de las alpacas de estudio fue de 68.91 %. El diámetro medio de las fibras fue mayor en los machos (pag <0.05) que en las hembras. No hubo diferencias entre machos y hembras en cuanto a la proporción de fibras con un diámetro <30 μm (CF) y >30 μm (FP). Las fibras no meduladas en la fibra de las hembras eran más delgadas (pag <0.05) que en la fibra de los machos. La fibra de los machos también presentaba un mayor grado de medulación. La lana ligera era más delgada (pag <0.05) que la fibra oscura. Las fibras meduladas discontinuas y continuas eran más gruesas (pag <0.05) en lana oscura que en lana clara. En lana oscura, la proporción de fibras discontinuas fue mayor (pag <0.05) y la proporción de fibras no meduladas fue menor (pag <0.05) que en lana ligera. Se notó la presencia de varios tipos de médula o la ausencia de médula en fibras de menor y mayor diámetro, independientemente del sexo de los animales o del color de la fibra.

VI. Hipótesis del trabajo

Ho: La influencia de la edad, sexo y raza no tienen efectos en la medulación de la fibra de alpaca.

Ha: La influencia de la edad, sexo y raza si tienen efectos en la medulación de la fibra de alpaca.

VII. Objetivo general

- Estimar la influencia de la edad, sexo y raza en las características de medulación en la fibra en alpacas del distrito de Paratia.

VIII. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la edad, sexo y raza en las características de medulación en la fibra de alpacas.
- Correlacionar entre las variables de respuesta (características de medulación y diámetro de fibra) de las alpacas, según edad, sexo y raza.

IX. Metodología de investigación

Alpacas: se emplearán 100 muestras de alpacas de la raza huacaya y suri de color blanco en todas las edades.

Alimentación: la alimentación de la población de alpacas a evaluar se basará en pastos naturales.

Muestreo de fibra: se utilizará la metodología de (Aylan-Parker & McGregor, 2002) para extraer muestras de la zona de la paleta, costillar medio y grupa, con la ayuda de la tijera y colocando en la bolsa, donde rotulamos lo siguiente:

Lugar y fecha de muestreo, arete, sexo, parte corporal y edad dentaria.

CUADRO N° 01: Ficha que utilizaremos para el rotulado de cada muestra

ROTULO PARA MUESTREO DE FIBRA	
ARETE	
RAZA	
SEXO	
EDAD DENTARIA	
LUGAR	
FECHA	

FUENTE: Elaboración propia

Análisis de laboratorio:

Las muestras se llevarán al laboratorio de PECSA.

Lavado de fibra: Las muestras obtenidas pasaran por un lavado térmico en baño María a 70 °C, con detergente no enzimático, el enjuague se realizará a chorro continuo y finalmente secado de las muestras sin la presencia de luz solar u otras fuentes de luz.

Medición del diámetro de la medula: para la medición de la medula de la fibra utilizaremos el equipo MEDULOMETRO.

Observación del tipo de medula: para la medición del tipo de medula de la fibra utilizaremos el equipo MEDULOMETRO.

Para la observación del diámetro de fibra utilizaremos el equipo MEDULOMETRO.

Análisis estadístico:

Para el análisis estadístico utilizare alpacas de la raza huacaya y suri.

Factores de estudio:

1. Edad

Niveles: 4 (dientes de leche, dos dientes, cuatros dientes y boca llena).

2. Sexo

Niveles: 2 (macho y hembra)

3. Raza

Niveles: 2 (suri y huacayo)

Variables de estudio:

1. Tasa de fibras ameduladas, %
2. Tasa de médulas fragmentadas, %
3. Tasa de médulas discontinua, %
4. Tasa de médulas continua, %

5. Tasa de fibras fuertemente meduladas, %

6. Diámetro de fibra

Diseño estadístico: Para el primer objetivo específico.

El diseño estadístico los datos obtenidos se adecuarán a un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de $4 \times 2 \times 2$; donde:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

$$i=1,2,\dots,a; \quad j=1,2,\dots,b; \quad k=1,2,\dots,c \quad l=1,2,\dots,n$$

donde:

μ = es la media general

α_i = es el efecto del nivel i -ésimo del factor A,

β_j = es el efecto del nivel j del factor B

γ_k = es el efecto del nivel k en el factor C;

$(\alpha\beta)_{ij}$, $(\alpha\gamma)_{ik}$, $(\beta\gamma)_{jk}$ = representan efectos de interacción dobles (de dos factores) en los niveles ij , ik , jk , respectivamente

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = es el efecto de interacción triple en la combinación o punto ijk

ϵ_{ijkl} = representa el error aleatorio en la combinación.

$ijkl$ y l son las repeticiones o réplicas del experimento.

Los datos serán analizados con el programa estadístico SAS versión 9.4 haciendo uso del procedimiento GLM; Se utilizará la prueba de tukey con un nivel de significancia del 5%, donde los resultados se mostrarán mediante medidas de tendencia central y de dispersión.

Análisis de correlación: Para el segundo objetivo específico.

Para determinar el grado de asociación de las variables: diámetro de fibra y tasa de medulación, serán analizados mediante el cuadrado de Pearson a través del programa estadístico S.A.S. versión 9.4. cuya fórmula es la siguiente:

$$r = \frac{\sum x_i y_j - \frac{(\sum x_i)(\sum y_j)}{n}}{\sqrt{\left[\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right] \left[\sum y_j^2 - \frac{(\sum y_j)^2}{n} \right]}}$$

Dónde:

r = Correlación simple

n = Número total de datos

x_i = Variable Independiente

y_j = Variable dependiente

Σx_i = Sumatoria de la variable “x”

Σy_j = Sumatoria de la variable “y”

Se consideraron las correlaciones negativas y positivas, el nivel de asociación fue de la siguiente manera;

- De $r = 0 - 0,3$ Coeficiente muy bajo.
- De $r = 0,3 - 0,5$ Medianamente bajo.
- De $r = 0,5 - 0,7$ Medianamente alto.
- De $r = 0,7 - 1,0$ Coeficiente altamente significativo.

X. Referencias

- Aylan-Parker, J., & McGregor, B. A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Ruminant Research*, 44(1), 53–64. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00038-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00038-X)
- Cutiri, R. (2019). Finura y medulación de la fibra de alpacas huacaya de color blanco en las c.c. de llullucha, palcca y accocunca ocongate – quispicanchi “. *Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco*, 80.
- Eduardo, N. F. (2021). The Prickle effect comes from Fabrics made of South American Camelid (Alpaca and Lama) Fibers. Mechanical and/or Genetic Solutions. A review. *Advances in Image and Video Processing*, 9(3). <https://doi.org/10.14738/aivp.93.10130>
- IV Censo Nacional Agropecuario-Cenagro. (2019). El Perú es la primera potencia mundial en producción de fibra de alpacaEl Perú es la primera potencia mundial en producción de fibra de alpaca. *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*, 022, 9–12. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/49289-el-peru-es-la-primera-potencia-mundial-en-produccion-de-fibra-de-alpaca>
- Mamani-Cato, R. H., Frank, E. N., Prieto, A., Castillo, M. F., Condori-Rojas, N., & Hick, M. V. H. (2022). Effect of Fibre Diameter, Prickle Factor

- and Coarse Fibre Bias on Yarn Surface Hairiness in South American Camelids (SAC) Fibre. *Fibers*, 10(2), 1–8. <https://doi.org/10.3390/fib10020018>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). Perú se mantiene como primer exportador de fibra de alpaca en el mundo por su alta calidad. *Noticias*, 022, 8–10. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/348402-peru-se-mantiene-como-primer-exportador-de-fibra-de-alpaca-en-el-mundo-por-su-alta-calidad>
 - Obando, G. B., Mejía, L. R., Bustamante, F. A. C., Gutiérrez, J. A., Bonilla, M. D. Q., & Peña, E. C. Q. (2021). Evaluation of wool and luxury fiber medullation of some animal species. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 32(5). <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.17639>
 - Quispe, E., Quispe, M., Quispe, C., Poma, A., Paucar-Chanca, R., Cruz, A., & McGregor, B. A. (2022). Relationships between the incidence and degree of medullation with the diameter of alpaca fibers evaluated using a novel device based on artificial intelligence. *Journal of the Textile Institute*, 0(0), 1–16. <https://doi.org/10.1080/00405000.2022.2105110>

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

La principal utilización de los resultados nos ayudara a tener una idea objetiva de la calidad de fibra que se tiene en los centros y productores individuales de alpacas, para poder tomar decisiones en los programas de mejoramiento genético con respecto a la medulación de la fibra.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

El presente trabajo de investigacion nos permitirá determinar las características de medulación en la fibra de alpaca del distrito de Paratia. Con la utilización de equipos de última generación.

ii. Impactos económicos

Para los productores de alpacas el análisis de la fibra es lento y costoso, con la utilización del equipo fiber med se pretende reducir el tiempo y la economía en los análisis de fibra, principalmente en esta nueva medición que es la medulación de fibra de alpaca.

iii. Impactos sociales

A través de la difusión del presente trabajo de investigación el aporte a la sociedad sobre las características de medulación de la fibra de alpaca y su difusión y socialización es fundamental, podrían ser utilizados en programas de mejoramiento genético de alpacas en forma eficiente y sencilla.

iv. Impactos ambientales

El trabajo de estudio no tiene impactos ambientales negativos, porque se utilizará para el lavado de detergentes biodegradables.

XIII. Recursos necesarios

Infraestructura: corrales de manejo

Equipos: Fiber med

Insumos: detergente no enzimático

Materiales de trabajo: alpacas de la raza huacaya y suri, aretador, aretes, tijera, bolsas de muestreo, marcador, mameluco, cuaderno de campo, marcador indeleble, regla milimétrica,

XIV. Localización del proyecto

El proyecto se ejecutará en el distrito de Paratia provincia de Lampa del departamento de Puno.

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Elaboración del perfil de proyecto	X											
Revisión y aprobación del perfil de proyecto		X										
Muestreo de fibras			X	X								
Procesamiento de muestras					X	X						
Análisis de datos							X	X				
Redacción del proyecto de investigación									X	X		
Presentación de proyecto final											X	X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Laptop	Unidad	2600.00	1	2600.00
Aretador	Unidad	100.00	1	100.00
Aretes	Unidad	5.00	100	500.00
Marcador de aretes	Unidad	25.00	2	50.00
Mandil	Unidad	60.00	1	60.00
Análisis de muestra	Unidad	16.00	100	1600.00
Cuaderno de campo	Unidad	5.00	1	5.00
Bolsa 3x4	Paquete	10.00	4	40.00
Regla metálica	Unidad	12.00	2	24.00
Papel bond	Paquete	35.00	1	35.00
Marcador indeleble	Unidad	12.00	2	24.00
Tijera metálica	Unidad	100.00	1	100.00
Tablero	Unidad	20.00	2	40.00
Transporte	Galón	20.00	5	100.00
Personal	Unidad	50.00	2	100.00
Detergente no enzimático	Unidad	50.00	1	50.00
Guante de procesamiento	Unidad	12.00	5	60.00
Análisis de datos	Servicio	500.00	1	500.00
Total S/				5988.00