



**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y
BIOLÓGICAS**

**CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA**

**“FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE FIBRA DE
ALPACA”**

Trabajo de investigación para optar el grado académico de:
BACHILLER EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Presentado por:

Gianella Edith Goycochea Porras (0000-0002-0126-4433)

Asesor:

Jorge Luis Vilela Velarde (0000-0003-0015-6323)

Lima – Perú

2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Lima, 12 de marzo del 2021.

Los integrantes del Jurado del Trabajo de Investigación:

Presidente: Dr. ALEXEI VICENT SANTIANI ACOSTA
Miembro: Dra. BERTHA ISABEL TUPAC YUPANQUI SAGASTEGUI
Miembro: M.V.Z MARTHA ALEJANDRA UGARELLI GALARZA

Se reúnen para evaluar el trabajo de investigación titulado:

“FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE FIBRA DE ALPACA”

Presentada por:

GIANELLA EDITH GOYCOCHEA PORRAS

Para optar el Grado de Bachiller en **Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Asesorada por: **Mg. JORGE LUIS VILELA VELARDE**

Luego de haber evaluado el informe final del trabajo de investigación y evaluado el desempeño del egresado de la carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple (x) calificar a:

Egresada: GIANELLA EDITH GOYCOCHEA PORRAS	Nota : Dieciseis
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (x)
Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. ALEXEI VICENT SANTIANI ACOSTA
Presidente



Mg. JORGE LUIS VILELA VELARDE
Asesor



Dra. BERTHA ISABEL TUPAC YUPANQUI SAGASTEGUI
Miembro 1



M.V.Z MARTHA ALEJANDRA UGARELLI GALARZA
Miembro 2

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 11 de Mayo del 2023

Señor,
Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente.** –

De nuestra consideración,

Yo: Gianella Edith Goycochea Porras, egresado de la carrera de Medicina Veterinaria y zootecnia de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Jorge Luis Vilela Velarde, declaramos que este trabajo de investigación titulado: Factores que afectan la calidad de fibra de alpaca, sustentado para obtener el grado de bachiller es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 72159171



Firma del asesor de tesis
DNI: 40352920

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Factores que afectan la calidad de fibra de alpaca

Autores. Gianella Edith Goycochea Porras.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2076265661).

Resultado de la evaluación. 3%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

v.2.1. Factores que afectan

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

dspace.espoch.edu.ec

Fuente de Internet

1%

2

Submitted to Universidad Científica del Sur

Trabajo del estudiante

1%

3

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

4

ebin.pub

Fuente de Internet

<1%

5

redi.unjbg.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

6

www.whyalpaca.com

Fuente de Internet

<1%

7

doczz.it

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.usmp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

9

1library.co

Fuente de Internet

<1%

ÍNDICE

- 1. Resumen**
- 2. Abstract**
- 3. Introducción**
- 4. Situación de la fibra de alpaca en el Perú**
- 5. Parámetros de calidad de la fibra de alpaca**
 - 5.1 Diámetro de las fibras**
 - 5.2 Coeficiente de variación de diámetro de las fibras**
 - 5.3 Peso de vellón**
 - 5.4 Longitud de mecha**
- 6. Factores que afectan las características de la fibra**
 - 6.1 Estaciones del año**
 - 6.2 Edad**
 - 6.3 Sexo**
 - 6.4 Alimentación**
 - 6.5 Variedad de raza**
- 7. Conclusión**
- 8. Bibliografía**

1. RESUMEN

En las zonas rurales de Sudamérica, la alpaca es un animal crucial para la subsistencia económica de las familias locales y representa un rol fundamental en la cohesión social de la región. Este camélido es considerado un recurso invaluable para las comunidades que lo crían y cuidan. Perú, produce el ochenta por ciento de la fibra de alpaca a nivel mundial (Carhuapoma *et al.*, 2009), y la calidad de esta fibra es influenciada por varios factores, incluyendo aspectos medioambientales, genéticos y fisiológicos; entre estos factores se encuentran la edad, las temporadas del año, la nutrición, el sexo y la variedad de raza (Franco *et al.*, 2009).

2. ABSTRACT

In rural areas of South America, the alpaca is a crucial animal for the economic subsistence of local families and plays a fundamental role in the social cohesion of the region. This camelid is considered an invaluable resource for the communities that raise and care for it. Peru produces eighty percent of the alpaca fiber worldwide (Carhuapoma *et al.*, 2009), and the quality of this fiber is influenced by several factors, including environmental, genetic, and physiological aspects; among these factors are age, seasons of the year, nutrition, sex and breed variety (Franco *et al.*, 2009).

3. INTRODUCCIÓN

La alpaca es una valiosa fuente genética de bienes para los habitantes de las regiones del altiplano de países como Chile, Perú, Bolivia y Argentina. Este animal es muy apreciado debido a su capacidad de producir carne, piel y, sobre todo, fibra, que es

altamente valorada a nivel global (Cordero *et al.*, 2011). Los pequeños productores dependen en gran medida de la venta del vellón alpaquero debido a su calidad excepcional.

A pesar de las difíciles condiciones climáticas y la baja calidad de pastos en el Perú, nuestro territorio es catalogado como el primer productor alpaquero mundial. Esto se debe a que los camélidos sudamericanos se han adaptado genéticamente a lo largo de los años a estas regiones, que cuentan con climas fríos y altitudes entre 3800 y quinientos m.s.n.m (Calcina y Mamani, 2014). Su adaptación se basa en su alta capacidad de aprovechamiento de los pastos naturales locales y su tolerancia a la escasez de agua, lo que los hace altamente productivos en zonas donde otras especies de animales domésticos no pueden sobrevivir debido a la altitud, así lo señala Calcina y Mamani en 2014.

Por otro lado, la productividad de esta fibra sigue alcanzando sus niveles máximos como refiere el diario Gestión (2018). Después de años de crecimiento sostenido en la demanda de fibra de alpaca, el Perú, con su gran número de ejemplares, tiene un gran potencial para satisfacer el mercado en expansión. Por esta razón, es fundamental fortalecer la administración estatal para garantizar la elaboración de objetivos de crecimiento enfocados en la mejora genética, la gestión técnica y el fortalecimiento de los centros de acopio de fibra. También es necesario aumentar el financiamiento para mejorar la producción y satisfacer la creciente demanda del mercado.

Cabe resaltar que la alimentación y cuidado de la alpaca se basa en la elaboración de fibra, siendo su comodidad, apariencia y rendimiento durante el proceso textil factores que determinan su valor comercial en el mercado (Mayo *et al.* , 1994 citado por Paucar *et al.* , 2019). Además, las percepciones de la calidad de la fibra son diferentes tanto para los procesadores como para los consumidores, ya que poseen distintos requisitos para el fin del uso de la fibra de alpaca, por lo que los procesadores toman en cuenta el desempeño y la conformidad de la fibra mientras que los consumidores solo observan la estética y la percepción del producto (Saldaña, 2017).

Si se busca obtener una fibra de alpaca de alta calidad y, por lo tanto, más costosa, es necesario considerar ciertos parámetros al momento de implementar planes de mejoramiento y selección. El diámetro de las fibras, coeficiente de la variabilidad de la hebra y la carga del vellón y son algunos de estos factores importantes. (Paucar *et al.*, 2019).

Según Franco *et al.* (2009) se ha reportado también, que factores ambientales (principalmente las estaciones del año, temperatura y altitud), genético y fisiológico (edad, lactancia o preñez) influyen de manera directa en la productividad de la hebra de la alpaca. Por lo tanto, es importante comprender estos factores para implementar planes de mejoramiento genético que permitan la selección de ejemplares de superior valor genético según el elemento que tenga mayor correlación con el rendimiento de fibra. Además, debemos tener en cuenta que anualmente, el calentamiento global tiene una repercusión significativa en la disponibilidad de pasturas y la calidad nutricional de los alimentos para el ganado. Por ejemplo, cada año se observan dos épocas distintas: una época lluviosa en la que hay una gran cantidad y variedad de pasturas de alta calidad, y

una época seca en la que la cantidad y calidad de las pasturas disminuye drásticamente. Esto representa un período crítico para los productores, ya que la falta de alimento puede disminuir la producción del ganado. Además, se sabe que temporadas de desnutrición consecutivos de períodos de alta disponibilidad de alimento pueden tener un efecto notable en la vitalidad y la producción del hato, según Franco (2006).

Para la obtención de la revisión literaria, se realizó la búsqueda de revistas científicas desde las páginas web Scielo, Pubmed, Scopus y Google académico. Para su selección se utilizó la palabra “alpaca fiber”, con el cual se obtuvieron 7788 artículos. Posterior a ello, se estableció como criterio de búsqueda que desde el año 2000 se recaudaran los artículos, para luego descartar los artículos sobre genética, reproducción, tecnología en la producción de fibra, economía y tratamiento de enfermedades. Por último, se leyeron los abstracts de 67 artículos, seleccionando 37 artículos. Se incluyeron 4 artículos, obteniendo 41 referencias bibliográficas.

El objetivo de esta revisión es analizar todo el conocimiento relevante en relación del valor que tiene en el Perú la alpaca, parámetros de calidad de la fibra y la influencia de diversos factores sobre la misma, como son las estaciones del año, edad, sexo, alimentación y genotipo.

4. FIBRA DE ALPACA: SITUACIÓN PERUANA

Según datos de CENAGRO (2012), en nuestro país hay un poblado de 3 685 516 alpacas, distribuidas entre 82 459 productores agropecuarios. De acuerdo con la Dirección General de Ganadería (2017), las alpacas han aumentado en un 50,2% entre

2016 y 2017. En Perú, se produce la máxima cantidad de fibra de alpaca en el mundo, alcanzando el ochenta por ciento del total de la producción, superando a otros países como Bolivia y Chile, según lo señalado por Minagri (2018). Las regiones con mayor cantidad de alpacas son Puno y Cusco, seguidas por Arequipa, Huancavelica y Ayacucho, entre distintas zonas, según indica la Dirección General de Ganadería (2017). El reporte del Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri) en el 2018, muestra que se exportaron más de 6.500 toneladas de fibra de alpaca al extranjero.

Los principales mercados son China e Italia, los cuales utilizan esta fibra para la elaboración de indumentaria. Valorizada con un total de esta exportación que supera los US\$166,5 millones.

Tradicionalmente, la hebra de alpaca es altamente apreciada en la fabricación de telas debido a su estructura interna, que cuenta con pequeñas bolsas de aire, lo que le da una sensación liviana y una alta capacidad térmica. De acuerdo con Quispe et al. (2009), estas fibras son tres veces más resistentes y siete veces más cálidas que las fibras de oveja. Por otro lado, la hebra de este animal tiene una capacidad limitada de afeeltramiento y permeabilidad de la humedad del ambiente, con máxima absorción del 10 al 15%, lo que no afecta su apariencia, según Aucancela (2015).

Según la información proporcionada por el MINSA (2018), en el Perú existen dos períodos de esquila: la grande, realizada de octubre a diciembre y la chica, que abarca Febrero y Marzo. Una vez al año, se producen cerca de cuatro mil quinientos toneladas de fibra, siendo el noventa por ciento sometido a procesos de industrialización y el sesenta por ciento se utiliza para fabricar ropas de vestir para abastecer la demanda mundial. En el año 2018, las exportaciones de fibra de alpaca se recuperaron debido al aumento de los

precios, que oscilaron entre US\$ 13,28 y US\$ 21,52 de enero a octubre, según el MINSA (2018).

Cabe considerar que el Ministerio de Agricultura a partir del año 2016 impulsa la implementación de pastos cultivados para ser aprovechados por las alpacas pertenecientes a los pobladores de la Sierra de nuestro país, mejorando así la calidad nutricional de su alimentación y por consiguiente incrementando la productividad de su fibra, pieles y carne. Del mismo modo, el estado está potenciando la mejora genética de las alpacas brindando apoyo a los Centros de Producción de Reproductores, con el fin de perfeccionar la calidad de fibra y el rendimiento de vellón (MINAGRI, 2018). Sin embargo, es también importante enfocarse en optimizar tecnológicamente la industrialización de la hebra de alpaca basándose en su clasificación y transformación. Ya que, si se mejoran estos procedimientos basándose en la comodidad y el grosor de la fibra, los ingresos de los criadores se incrementarían de S/.10,720.00 nominales a S/.28,850.00 en Puno, para lograrlo se deberían plantear alianzas estratégicas con Instituciones Especializadas, las cuales asistieron a los productores y les brindarán una mejor tecnología para producir (Candia, 2017).

5. PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA FIBRA DE ALPACA

Según la fuente consultada, en Perú hay regulaciones y criterios establecidos por un comité técnico de normalización para la calidad y textura de la fibra de este camélido y su producción. Estos criterios están documentados en las Normas Técnicas Peruanas (231.300:2014 y 231.302:2014) que definen el proceso de clasificación de la hebra en el vellón y el procedimiento para verificar cada categoría. Además, se instauran los

requerimientos que deben cumplir los procedimientos de prueba y los métodos de ensayo para comprobar los estándares, así como el etiquetado de la fibra.

Además, según Quispe et al. (2013), la categorización de la fibra de alpaca debe tener en cuenta tanto las propiedades productivas, como el peso del vellón sucio y el diámetro de la hebra y las propiedades de la tela, que incluyen la relación de variabilidad del grosor medio de la hebra, la comodidad, picor, finura del hilado, etc. En este contexto, en la presente revisión bibliográfica se han considerado el peso de vellón, el diámetro y la longitud de la hebra y la relación de variación del grosor de la hebra como las principales características a evaluar.

5.1 Diámetro de las fibras

El tamaño de la fibra al ser cortada transversalmente es conocido como el diámetro de la fibra, y este aspecto es crucial para determinar su uso dentro de la industria (Gandarillas, 2016). Cruz et al. (2017), menciona que su variación puede ser influenciada por causas tanto internos como externos. Las causas internas incluyen cambios fisiológicos las cuales menciona el autor son: “la dieta, preñez, lactancia, destete o enfermedad, mientras que las causas externas pueden incluir la edad, raza, temporada de apareamiento, sexo, el estrés, entre otras circunstancias relacionadas con la zona de los andes”.

En cuanto a este camélido, su fibra se compone de fibras delgadas y voluminosas, siendo las de tamaño pequeño las que se encuentran en la espalda y los costados, mientras que las de tamaño grueso se ubican en el pecho, las extremidades y la cara (MINAGRI, 2015). Como todos sabemos, el espesor de la fibra será el que defina el costo más

importante en el mercado global, porque la fibra más delgada tiene mayor resistencia a la compresión y flexibilidad; no solo proporciona que la tela sea blanda de alta calidad y peso ligero, sino que también mejora el rendimiento y la velocidad de procesamiento. Cabe señalar que las fibras blancas tienen los mejores precios del mercado (Aucancela, 2015).

Con la implementación de las Normas Técnicas Peruanas del 2014 en la NTP-231.302. Se ha registrado una actualización en la clasificación y categorización de los lugares de manufactura y acopio de fibra alpaquera en Perú, según lo indicado por INDECOPI en el año 2014. En contraposición a las Normas Técnicas Peruanas del 2004, que establecían una cantidad de 16 grupos de fibra, la nueva normativa reduce la cantidad de grupos a solo 7: super baby, baby, fleece, medium fleece, huarizo, gruesa y corta, tal como se especifica en el Anexo 1. La categoría extrafina se caracteriza por tener al menos un 70% de fibras superiores (con un diámetro menor a $26,5 \mu\text{m}$), un máximo del 30% de fibras inferiores (con un diámetro mayor a $26,5 \mu\text{m}$), 65 mm de longitud de mecha, color entero y un mínimo del 20% de calidad baby. Mientras que la fina posee 55 a 69% de fibras superiores, 45 a 31% de inferiores, 70 mm de longitud de mecha, color entero y 15% mínimo de calidad baby. La semifina posee 40 a 55% de fibras superiores, 60 a 45% de inferiores, 70 mm de longitud de mecha, color entero o canoso y 5% mínimo de calidad baby. Por último, tenemos la gruesa, la cual posee menos de 40% de fibras superiores, más de 60 de fibras inferiores, 70 mm de longitud de mecha y color entero, canoso o pintado (DESCO, 2011).

A lo largo de los años se han realizado estudios en el Perú basándose principalmente en el diámetro de la fibra. Pariona (2017) en su estudio señala “se obtuvo valores de diámetro de las fibras entre $20,92 \pm 1,98 \mu\text{m}$ y $30,48 \pm 3,39 \mu\text{m}$ en vellones

obtenidos en el 2012 en la provincia de Pasco”. En comparación con Puno que se obtuvo como diámetro medio de fibra $21.04 \pm 2.70 \mu\text{m}$ en 957 alpacas muestreadas Flores (2017). Sin embargo, Huanchi (2018) menciona que los resultados de diámetro de las fibras en Puno fueron de $20.21 \pm 1.91 \mu\text{m}$ en 201 alpacas Suri. Similar a los resultados de Guillén (2019) que obtuvo un promedio de $19,91 \pm 4,7 \mu\text{m}$ en alpacas provenientes de Puno y Cusco. Al igual que Barrionuevo (2019), quien concluyó que el diámetro medio de fibra en algunas provincias de Cusco fue de $19,82 \pm 2,78 \mu\text{m}$. Ticla *et al.* (2015) obtuvo como diámetro medio de fibra $19.92 \mu\text{m}$ y $19.77 \mu\text{m}$ para ambos sexos en alpacas de Huancavelica. Mientras que, Silva (2019) reporta lo siguiente: “un promedio de $18.39 \mu\text{m}$ con un valor mínimo de 14.50 y máximo de $25.50 \mu\text{m}$ ”. Flores (2013) reporta que: “como promedio $20,19 \pm 2,97 \mu\text{m}$ para alpacas Suri en dos comunidades en Tacna”. Después de llevar a cabo un estudio en la ciudad de Puno en alpacas que se encuentran en el primer año de vida, Siguayro (2010) reporta valores: “diámetro entre $17,86$ y $18,23 \mu\text{m}$ ”.

Varios autores han llevado a cabo estudios en diferentes zonas del Perú para calcular el diámetro de fibra (Huanchi, 2018) y (Guillén, 2019). Estos estudios han reportado diferentes resultados en cuanto a las medidas de las fibras, pero en general muestran que el diámetro de las fibras de alpaca es bastante uniforme en todo el país. Algunos autores han reportado diámetros ligeramente más grandes o más pequeños en ciertas áreas, pero en general la calidad de la fibra es alta en todo el país (Barrionuevo, 2019), (Silva, 2019), (Ticla *et al.*, 2015), (Flores, 2013) y (Siguayro, 2010). Por otro lado Morales, *et al.* (2010), quienes obtuvieron un promedio mayor de $21,32 \mu\text{m}$ en alpacas de la misma edad. Por otro lado, Carhuapoma, Sáenz y Quispe (2009) obtuvieron $22,79 \pm 0,38 \mu\text{m}$ como diámetro de las fibras en alpacas de Huancavelica, similar a Cervantes *et al.* (2010) quienes obtuvieron $23.07 \mu\text{m}$ en Huacayas y $24.73 \mu\text{m}$ en Suris pertenecientes

a Arequipa, siendo mayor que los anteriores, esto debido quizá a la falta de mejoramiento genético e implementación de manejo tecnificado.

5.2 Coeficiente de variación de diámetro de las fibras (CVDMF)

El CVDMF se utiliza para medir la variabilidad en el diámetro de las fibras en una muestra, y se expresa en porcentaje. Si el CVDMF es más bajo, significa que las fibras tienen diámetros más uniformes, lo que es importante para la manufactura de prendas de alta calidad. El coeficiente es especialmente relevante en las empresas textiles, ya que afecta la resistencia y la calidad del hilado, así como el proceso de cardado, peinado y tejido. Por lo tanto, cuanto mayor sea el coeficiente, menos resistentes serán las fibras y más difícil será su procesamiento (Wang *et al.* , 2003 citado por Vásquez *et al.* , 2015).

La variación en el diámetro es afectada por diferentes elementos medioambientales y condiciones de salud de la alpaca durante su periodo de crecimiento (García, 2019). El coeficiente de variación de diámetro de las fibras es una herramienta valiosa para evaluar la capacidad de adaptación del animal a su entorno, y no debería superar el 24% debido a que esto afectaría negativamente los rendimientos textiles (Quispe *et al.*, 2009).

Se han registrado muchos valores de CVDMF a lo largo de los años. Quispe (2010) reportó un coeficiente de 21.4% en alpacas Huacaya. Ticlla *et al.* (2015) reportaron un coeficiente de variación de 20.63% y 20.82% para machos y hembras respectivamente, provenientes de Huancavelica. Al igual que Rutnis *et al.* (2015),

quienes obtuvieron como coeficiente $21.2 \pm 0.1\%$ en Apurímac. Similar al de García (2019) quien menciona que: “La relación de variación del diámetro medio de la hebra 21.46% en alpacas Suri hembras en Cusco”. Por otro lado, Silva (2019) quien reportó 21.38% en alpacas provenientes de Cerro de Pasco. Por otro lado, Pinares (2019) obtuvo como valor promedio de este coeficiente 24.64% en alpacas Huacaya provenientes de Puno. Del mismo modo, Cervantes *et al.* (2010) obtuvo como coeficiente un valor de 23.31% para Huacaya y 26% para Suri. Por el contrario, Paucar *et al.* (2019) refieren que el coeficiente obtenido fue de $19.13 \pm 0.27\%$, el cual es menor que los anteriores verificando así que las alpacas del estudio provenientes de Huancavelica tienen alto valor genético debido a que se han implementado planes de mejoramiento genético con los años. Luego de un estudio llevado a cabo por Aguilar (2019), se descubrió una conexión genética importante entre el calibre de la hebra y su desviación estándar, lo que indica que ambos rasgos están vinculados y pueden colaborar en la disminución de la variación de la delicadeza en los vellones.

5.3 Peso de vellón sucio

Este factor se refiere a la cantidad de fibra sucia obtenida luego de la esquila expresada en kilogramos. El diámetro de la hebra es un aspecto crucial para los criadores de alpacas, ya que tiene una gran influencia en el precio del producto final. Según Montenegro (2010), se ha comprobado que este carácter presenta altos niveles de heredabilidad, lo que lo convierte en un aspecto clave para el mejoramiento genético de la especie.

Por lo que si se desea incrementar los ingresos se debe incrementar a su vez el peso del vellón y además, disminuir el diámetro. En algunas comunidades del Perú se obtuvo un peso promedio de 2,1 a 2,3 kilogramos anuales (Quispe, 2010). Por ejemplo, Quispe *et al.* (2007) obtuvo un promedio de vellón sucio de $2,303.20 \pm 38.85$ g en Huancavelica, mientras que Quispe *et al.* (2009) obtuvo un promedio de $2596,92 \pm 84,63$ g observándose un incremento debido quizá a la instauración de medidas de mejoramiento genético como la selección de animales. Asimismo, Ticla *et al.* (2015), obtuvo como peso de vellón 2.07 kg y 1.94 kg para machos y hembras en animales provenientes de Huancavelica. Por otro lado, en Australia, McGregor (2006) estudió a 1100 alpacas obteniendo como peso de vellón promedio un valor de 2,44 kilogramos. Mientras que, Silva (2019) en su evaluación obtuvo como promedio 1,79 kg en alpacas tuis a la primera esquila.

5.4 Longitud de mecha

Según Silva (2019), este factor se refiere al promedio del largo de las mechas en un lote de fibra y es una medida crucial para determinar el proceso textil al que será sometida. Esta medida está influenciada por el aumento de la hebra en un promedio de 1 año. Después del diámetro, es una característica importante que influirá en la técnica de cardado o peinado. Si la longitud es mayor a 7,5 cm se destinará al peinado y los de menor longitud serán dirigidos al cardado (Solís, 2000). Las medidas recomendadas son de 8 a 10 cm de crecimiento para ser esquilados (Gandarillas, 2016). El análisis de la necesidad de la longitud de mecha en diferentes regiones anatómicas de los animales es importante en la industria textil, como señala Quispe (2019).

Se ha observado que la longitud de mecha en alpacas cambia de acuerdo a la edad y el sexo de los individuos. Según Flores (2009), hay un aumento gradual de la distancia hasta los tres años, seguido de una disminución significativa a partir del cuarto año de edad. La longitud del filamento también tiene un impacto directo en el peso del vellón y, por lo tanto, en la producción textil. Por ejemplo, Silva (2019) informó una longitud de 14,57 cm en alpacas tuis después de su primera esquila.

6. FACTORES QUE AFECTAN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA

Existen causas que intervienen en la calidad y cantidad de la fibra, estas se dividen en intrínsecos o genéticos y extrínsecos o medioambientales. Los factores externos comprenden a la nutrición, zona demográfica, periodicidad de esquila, año de esquila y pluviosidad, en cambio los factores internos son el estado fisiológico, la condición del cuerpo, el color, el estado de salud, raza, sexo y la edad (Quispe, 2010).

6.1 Estaciones del año

El clima puede influir en la obtención de forrajes y, por lo tanto, en el incremento del vellón y el diámetro de la fibra en alpacas, ovinos y cabras, según estudios realizados por Quispe y colaboradores (2008). La crianza de estos animales se realiza en su mayoría en un sistema extensivo con pastos naturales, por lo que la precipitación anual y otros elementos climáticos pueden influir la cantidad de forraje disponible y, por tanto, la calidad del vellón. Los resultados de la literatura argumentan la trascendencia de considerar factores ambientales en la producción de fibra de camélidos sudamericanos y otras especies animales (Quispe *et al.* , 2008).

Se ha evidenciado que la calidad nutritiva de los pastos naturales está estrechamente relacionada con la variación climática y en consecuencia repercute en la fabricación de vellón de los camélidos sudamericanos. En este sentido, Olarte *et al.* (2013) señala que durante la época de lluvias, el tanto por ciento de la sustancia orgánica en los pastos naturales fue de $28,50 \pm 9,68\%$, mientras que en época de sequía fue de $77,08 \pm 13,08\%$, lo que muestra una clara diferencia estadística ($P \leq 0,05$) entre ambas épocas. Por otro lado, existe relación entre la producción forrajera y el peso medio del vellón, lo que se refleja en los valores registrados en diferentes épocas, tal como lo señala Quispe *et al.* (2009).

Según Leyva (1996), la temporada de lluvias es el período con mayor producción de fibra en alpacas, representando el 67% de la producción total, en contraste con la temporada seca que representa el 33%. García y Sota (2007) también indicaron que durante la temporada de lluvias, las alpacas ganan más peso y rendimiento de fibra en todas las edades estudiadas, en comparación con la temporada seca. Según Calsin (2017), la calidad de la fibra Suri varía dependiendo del clima y la temporada del año. Encontró que la finura de la fibra fue mayor en alpacas del CIP La Raya en comparación con el CIP Chuquibambilla, observando también una correlación entre la cantidad de proteínas y la longitud de la fibra, la que varía según la época del año.

En un estudio realizado por Calsin (2017), se encontró que la excelencia de la fibra de animales Suri fluctúa en función de la ecología y la temporada, Se logró obtener una fibra más fina en alpacas provenientes del CIP La Raya (con un diámetro de $21,60 \pm 2,07 \mu\text{m}$) en comparación con las del CIP Chuquibambilla (con un diámetro de $22,52 \pm 2,15 \mu\text{m}$) ($P \leq 0,05$). Además, se observó una correlación entre la cantidad de proteínas y la longitud de la fibra, la cual también cambia según la época, siendo de $4,34 \pm 0,27 \text{ mm}$,

4,14 ± 0.24 mm y 3,92 ± 0,27 mm para las estaciones de invierno, primavera y verano, respectivamente.

Asimismo, en un estudio realizado por Quispe (2018), se evaluaron las consecuencias del clima y su biología sobre el diámetro de las fibras en Huacaya y Suri. Tras analizar los datos, se encontró que el tiempo de vida de la madre, el año y el periodo que nació tuvieron un efecto significativo en el diámetro de las fibras, mientras que la precipitación y la temperatura no tuvieron un impacto significativo en esta característica. Además, se observó que el año de producción influyó en la longitud de mecha, siendo mayor en aquellos años con mejores condiciones ambientales, como temperaturas medias y máximas anuales, como se evidencia en el estudio. También se evidenció que el grosor de la fibra se incrementó con la edad, de esta manera se ha señalado que esta característica es altamente heredable, lo que contribuye a su persistencia en generaciones futuras.

En un estudio realizado por García et al. (2006), se encontró que el peso de la fibra de alpaca aumenta durante la temporada de lluvias, así como su longitud, diámetro, rendimiento y peso vivo, mientras que en la temporada seca disminuye en un 29%, 12%, 6%, 3% y 1% respectivamente. Estos cambios son causados por las variaciones en las condiciones nutricionales de las pasturas nativas que están influenciadas por las precipitaciones pluviales en determinada época, lo que también influye en su disponibilidad alimenticia. García y Sota (2007) agregaron que la variabilidad estacional de las condiciones nutricionales de las pasturas nativas, condicionada por la cantidad de precipitaciones pluviales, es un elemento que interviene en el incremento del peso de la fibra, su rendimiento y el aumento del peso vivo. Resulta esencial considerar que estos factores pueden generar un impacto importante en la calidad y el precio final de su fibra en el mercado.

Además, García *et al.* (2006) demostraron en la época de lluvias, las alpacas presentaron un aumento en la longitud, el peso, el rendimiento, peso vivo y el diámetro. Por otro lado, en la época seca, estos valores disminuyeron en un 29%, 12%, 6%, 3% y 1%, respectivamente, lo que se debe a las condiciones nutricionales de las pasturas nativas influenciadas por las precipitaciones pluviales en determinada época, lo que también determina su disponibilidad alimenticia.

Asimismo, García y Sota (2007) mencionaron que los cambios estacionales afectan la ganancia de peso de la fibra, el rendimiento de esta y el aumento de peso vivo de las alpacas. Siendo los valores de rendimiento de fibra $85.13 \pm 9.41\%$ en época de lluvia y $77.33 \pm 9.60\%$ en época seca. Tomando en cuenta lo mencionado, el cambio de estación influye debido a la diferencia en cuanto a la disponibilidad del alimento y el fotoperiodo entre ambos periodos, observando una inclinación a disminuir la producción de fibra en época seca aminorando los ingresos económicos en los pobladores.

En una investigación comparativa realizada por Olarte *et al.* (2013), evaluaron la índole de la hebra de alpaca y su longitud de mecha en tuis machos en dos áreas diferentes, puna húmeda (PH) y puna seca (PS). Al analizar los datos obtenidos se evidencio la fibra de alpaca varió significativamente en relación a su calidad, en función del medio ecológico, la temporada y diámetros.

6.2 Edad

Se ha observado que el diámetro de la fibra tiende a aumentar según el animal se envejece, lo que puede atribuirse a factores fisiológicos, desarrollo corporal y esquilas periódicas, según varios informes (Aucancela, 2015; Paucar *et al.*, 2019; Roque y Ormachea, 2018; Gutiérrez, 2011; Quispe, 2018 y Valdivia, 2009). Además, los animales jóvenes suelen producir vellones menos pesados debido a su menor superficie corporal, como se ha indicado en los estudios de Quispe *et al.* (2009) y Carhuapoma (2009). En línea con estos resultados, Araoz (2019) encontró que el peso de vellón en la segunda esquila fue mayor ($2,37 \pm 0,42$ kg) en comparación con el de la primera esquila ($1,55 \pm 0,41$ kg). Además, Cordero *et al.* (2011) encontraron una asociación significativa del peso de vellón con la cantidad de kilogramos del cuerpo. Los autores en particular hallaron una correlación positiva medianamente alta (0.41 , $p < 0.001$) entre estas variables

Varias investigaciones han evidenciado que el tiempo de vida de las alpacas tiene un impacto vital en el diámetro de las fibras, siendo los animales con menos años los que presenta la hebra más fina, mientras que los animales adultos tienen fibras más gruesas debido al incremento del funcionamiento folicular causado por la esquila (Aucancela, 2015; Paucar *et al.*, 2019; Roque y Ormachea, 2018; Quispe, 2018; Gutiérrez, 2011; y Valdivia, 2009). Estudios como el de Quispe *et al.* (2013) han encontrado una relación entre la edad y el diámetro. Después de varios estudios, se ha encontrado que el diámetro de las fibras en alpacas tiende a aumentar con la edad debido al desarrollo corporal y la esquila periódica (Aucancela, 2015; Paucar, *et al.*, 2019; Roque y Ormachea, 2018; Quispe, 2018; Gutiérrez, 2011 y Valdivia, 2009). Sin embargo, el estudio de Guillen (2019) indicó que en alpacas Huacaya en Puno y Cusco, el diámetro de las fibras no varió significativamente con la edad ($p > 0,05$), debido a que los animales seleccionados para el

estudio tenían vellones finos según su diámetro, y las muestras se tomaron en etapas tempranas de gestación, lo que no influyó en el diámetro de la fibra. Se cree que esto se debe a la maduración de los folículos secundarios que ocurre con el tiempo (Guillen, 2019).

Luego de examinar distintos estudios, se ha constatado que, con el paso del tiempo, se incrementa la proporción de vellón de mayor grosor en las alpacas (Valdivia, 2009). Además, se ha evidenciado que el diámetro se ve influido por la dentición de los animales (Barrionuevo, 2019). Asimismo, se encontró en la investigación de García (2019) que el diámetro de las fibras varía entre $19,79 \pm 0,37$ y $27,57 \pm 0,89$ μm para alpacas de uno a nueve años, lo que concuerda con lo anteriormente mencionado. Por lo que se ha investigado, se ha encontrado que la edad influye significativamente en el diámetro, tal como lo reportaron Flores (2009) y Flores (2013) en sus estudios con alpacas Suri, donde se encontró una diferencia en el diámetro en función de la edad. De manera similar, Ormachea *et al.* (2015) también observaron un aumento en el diámetro en alpacas Suri a medida que envejecían, con una diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$).

Según los estudios realizados por Carhuapoma y su equipo (2009), se ha observado que los animales jóvenes o aquellos que aún poseen dientes de leche presentan un diámetro de las fibras menor ($21,34 \pm 0,43$) en comparación con aquellos animales con dos, cuatro dientes y boca llena ($22,66 \pm 0,45$, $23,34 \pm 0,44$ y $23,83 \pm 0,55$, respectivamente). En otros estudios realizados por Flores *et al.* (2017) se encontró un diámetro medio en alpacas en los dos primeros años hasta los cuatro años ($P \leq 0,05$), similar a los encontrados por Machaca *et al.* (2017) para animales de uno, dos, tres y cuatro años, respectivamente. Es importante destacar que estos resultados coinciden con

los obtenidos por Ramos (2018), donde se encontraron valores de 20,44, 21,24, 21,90 y 23,15 micras para animales ($P < 0,05$). De acuerdo con Nina (2017), se encontró una diferencia significativa entre las edades de las alpacas en términos del diámetro de las fibras. Estos resultados concuerdan con los reportados por Quispe (2018), quien encontró que el diámetro en alpacas de uno, dos, tres, cuatro, cinco y seis años o más fue de 18.13, 19.05, 21.31, 23.26, 23.37 y 25.43 μm , respectivamente.

De acuerdo a las investigaciones de García (2019), Quispe *et al.* (2009), Flores (2009), Flores (2013), Vásquez *et al.* (2015), Quispe (2018) y Machaca *et al.* (2017), el coeficiente de variabilidad del diámetro de las fibras también está influenciado por la edad debido a las esquilas periódicas. Sin embargo, Barrionuevo (2019) mencionó que no existió discrepancias importantes que impacten a la edad ($P \geq 0,05$). Asimismo, Ramos (2018) obtuvo resultados similares en cuanto a la falta de influencia del grupo etario en este coeficiente, encontrando valores de $26.83\% \pm 2.62$, $25.46\% \pm 3.24$, $26.15\% \pm 3.02$ y $26.04\% \pm 1.12$ para animales de boca llena, cuatro dientes, dos dientes y dientes de leche, respectivamente.

La literatura científica indica que la edad afecta en la longitud de la mecha. Según Flores (2013), en alpacas Suri de uno y dos años de edad, no se encontraron diferencias significativas en la longitud de la mecha (10.36 ± 2.70 y 10.65 ± 1.08 cm), posiblemente porque aún no han sido esquilados. Sin embargo, se observa una disminución continua en la longitud de la mecha para animales de tres a cinco años (09.80 ± 2.90 , 07.50 ± 1.41 y 06.75 ± 1.08 cm, respectivamente), debido al efecto combinado de la esquila y la edad. Esta tendencia ha sido observada en diferentes estudios, lo que sugiere un decrecimiento gradual de la longitud de la mecha mientras que las alpacas envejecen y se someten a procesos de esquila.

6.3 Sexo

Distintos estudios han establecido que el sexo impacta en el peso del vellón en alpacas. Quispe et al. (2009) y Carhuapoma et al. (2009) descubrieron que los machos tienen vellones más pesados que las hembras, por la posible reducción de la producción de fibra durante la preñez y la lactancia en las hembras. Por otro lado, los resultados de Silva (2019) no mostraron diferencias significativas en la producción de vellón entre los sexos.

Se ha encontrado en varios estudios una correlación entre el sexo de la alpaca y el diámetro de su fibra. Esto se observa en investigaciones realizadas por Morante et al. (2009), Quispe et al. (2009) y Montes et al. (2008), quienes sugieren que la fibra de alpaca en machos es más delgada que en hembras, probablemente debido a la selección y atención que reciben los machos por parte de los criadores o porque se trata de ejemplares importados. Carhuapoma et al. (2009) también concluyeron que el diámetro de la fibra de las hembras es mayor que el de los machos, con valores promedio de $23,05 \pm 0,33 \mu\text{m}$ y $22,53 \pm 0,52 \mu\text{m}$ respectivamente. De acuerdo con Flores (2017), en otro estudio, el diámetro de la fibra fue mayor en hembras que en machos, con valores promedio de $21.13 \pm 2.64 \mu\text{m}$ y $20.62 \pm 2.95 \mu\text{m}$, respectivamente, aunque la diferencia no fue significativa ($P > 0.05$).

En Meza (2018) se reportaron valores de $25.09 \pm 3.60 \mu\text{m}$ para hembras y $24.30 \pm 3.34 \mu\text{m}$ para machos en Ayacucho. Por su parte, en Ecuador, Aucancela (2015) obtuvo valores de $23.17 \mu\text{m}$ para hembras adultas y $13,60 \mu\text{m}$ para machos jóvenes. Además, Silva (2019) encontró que el diámetro de las fibras fue de 18.34 y $18.78 \mu\text{m}$ para machos y hembras, respectivamente, con una diferencia significativa ($p < 0.05$).

En contraposición, existen estudios que indican que las hembras de alpaca presentan una fibra más gruesa que los machos, posiblemente debido a que las hembras destinan los aminoácidos ingeridos a la producción de crías y lactancia, en lugar de la producción de fibra (Quispe et al., 2009). Este fenómeno fue evidenciado por Arizaca (2018), quien encontró que el diámetro era de $22,48 \pm 0,36 \mu\text{m}$ para machos y $20,55 \pm 0,27 \mu\text{m}$ para hembras. Este resultado también fue respaldado por Machaca et al. (2017), quienes demostraron que el diámetro de las fibras y su relación de variabilidad se ven influenciados por el sexo, siendo la fibra de las hembras de alpaca $1 \mu\text{m}$ más delgada que la de los machos ($p < 0.05$).

Sin embargo, la investigación de varios expertos, como Huanchi (2018), Barrionuevo (2019), Flores (2013) y Paucar et al. (2019), mencionan que no hay una desigualdad notable en el diámetro de ambos sexos. En general, se obtuvo que la media del diámetro oscila entre los 19 y $23 \mu\text{m}$, y que el sexo no interviene en el coeficiente de variación de la fibra. En algunos casos, como en las alpacas Huacaya de Apurímac, se ha observado una ligera variación entre los sexos, pero esto podría deberse a factores técnicos y ambientales. En resumen, los estudios muestran que no existe una diferencia significativa en el diámetro de la fibra de alpaca entre machos y hembras. En general, estos estudios sugieren que esta relación puede cambiar según las condiciones de manejo y del entorno en el que se encuentren las alpacas. Después de revisar varios estudios, se ha encontrado que hay cierta variabilidad en los resultados obtenidos en relación al diámetro de las fibras en alpacas Huacaya y Suri. Por ejemplo, según Nina (2017), las alpacas Huacaya hembras presentan un diámetro de las fibras medio de $21,03 \mu\text{m}$, mientras que los machos presentan $20,14 \mu\text{m}$, aunque esta diferencia no es significativa

($p \geq 0.05$). Por otro lado, Araoz (2019) obtuvo valores de 17,27 μm y 17,18 μm para machos y hembras de primera esquila respectivamente. Quispe (2018), por su parte, reporta un diámetro de las fibras promedio de $19,75 \pm 4.09 \mu\text{m}$ y $19,66 \pm 3.56 \mu\text{m}$ para crías machos y hembras en alpacas Huacaya, mientras que en alpacas Suri fueron $21.03 \pm 4.50 \mu\text{m}$ y $20.75 \pm 3.85 \mu\text{m}$, sin encontrarse diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Finalmente, Roque y Ormachea (2018) coinciden en que no hay diferencia significativa en el diámetro entre hembras y machos, obteniendo valores medios de $23.48 \pm 2.59 \mu\text{m}$ y $23.23 \pm 2.74 \mu\text{m}$, respectivamente.

Se ha encontrado que el coeficiente de variación del diámetro de las fibras está influenciado por el sexo, según indica Machaca y colaboradores (2017). Por ejemplo, Barrionuevo (2019) informa que este coeficiente fue de 22,08% para machos y 22,91% para hembras, lo que sugiere una diferencia significativa ($P < 0,01$). Lo mismo observó Ramos (2018), quien registró un coeficiente de $24,54\% \pm 2,84$ para hembras y $25,70\% \pm 2,58$ para machos. En cambio, Candia (2019) muestra que no existe diferencia relevante entre los machos y las hembras. De manera similar, Quispe (2018) encontró relaciones de variabilidad del diámetro de las fibras de 21,42% y 18,57% para machos y hembras Suri, mientras que para alpacas Huacaya fue de 20,71% y 18,1% para machos y hembras respectivamente, sin que se encontraran diferencias significativas, dichos resultados concuerdan con los obtenidos por Quispe (2010) y Candio (2011).

Se ha estudiado la influencia del género en la longitud de la mecha en distintos experimentos, y los hallazgos son diversos. En algunos casos, no hubo diferencias significativas entre sexos (Marin, 2007) y (Siguayro, 2009), mientras que en otros sí se reportaron variaciones. Por ejemplo, Silva (2019) encontró valores similares de longitud

en ambos géneros, mientras que Candio (2011) sí observó una diferencia significativa. Asimismo, Quispe (2018) no encontró diferencias para ambas variedades. En general, la longitud de la mecha puede variar entre machos y hembras dependiendo de la especie animal y el estudio en particular.

6.4 Alimentación

Según diversas investigaciones, como las realizadas por Quispe et al. (2009) y Franco et al. (2009), se ha comprobado que la alimentación representa un rol fundamental en la calidad de la hebra de alpaca. Los niveles de energía y proteína brindados en la alimentación afectan el crecimiento y desarrollo folicular de estos animales. En un estudio llevado a cabo por Franco et al. (2006), se evaluaron dos tratamientos dietéticos en 12 alpacas Huacaya, en el que se observó que el tratamiento con mayor nivel alimenticio produjo un mayor rendimiento de fibra, un diámetro mayor, una longitud y un volumen superiores en comparación con el tratamiento de menor nivel alimenticio. Estos hallazgos evidencian que una adecuada alimentación es un factor importante para perfeccionar la calidad de la fibra de alpaca. Asimismo, se encontró que las alpacas alimentadas con dietas deficientes produjeron fibras más finas pero quebradizas, lo que las hace menos deseables para la industria textil.

Según Quispe (2019), el procesamiento físico de forrajes tiene un impacto significativo en el diámetro de alpacas y llamas, pero no influye en su longitud. Para llegar a esta conclusión, el autor realizó un experimento con quince llamas y quince alpacas Huacaya machos de entre dos y tres años, a los que se dividió en tres grupos iguales. El grupo A se alimentó exclusivamente con pasto, mientras que los grupos B y C recibieron una alimentación suplementada con heno de avena y alfalfa en una proporción de 1:1, con

un diámetro de partícula de 12 mm y 24 mm, respectivamente. Los resultados indicaron que el engrosamiento de la fibra de ambos animales fue mayor en los grupos suplementados, y el grupo A presentó una ligera similitud con el grupo B ($2.28 \pm 1.4 \mu\text{m}$) y el grupo C ($2.72 \pm 1.3 \mu\text{m}$), con valores de $1.53 \pm 0.8 \mu\text{m}$. Esto se puede explicar debido a que una dieta con mayor tamaño de partícula genera un mayor tiempo de retención en el sistema digestivo, permitiendo una mejor absorción de nutrientes hacia el bulbo piloso del folículo. Por otro lado, la longitud de la fibra fue similar en las tres dietas, con valores de $2,06 \pm 0.6 \text{ cm}$ para 12 mm \varnothing , $2,17 \pm 0.5 \text{ cm}$ para 24 mm \varnothing y $2,11 \pm 0.2 \text{ cm}$ para pastos naturales, sin diferencia significativa ($P > 0.05$). Esto se debe a que la composición nutricional de las dietas fibrosas es similar, por lo que no existe un mayor incremento energético entre las dietas suplementadas.

Después de revisar el estudio de Calsin (2017), se concluyó que hay una correlación positiva muy alta entre la cantidad de proteínas en las pasturas y la longitud de hebra de Suri y Huacaya. Se encontraron diferencias significativas entre las condiciones ecológicas de Chuquibambilla y La Raya, donde la longitud de la fibra fue de $4,06 \pm 0,37 \text{ mm}$ y $3,94 \pm 0,33 \text{ mm}$, respectivamente. Esto se debe a que la disponibilidad de recursos forrajeros fue mayor en La Raya en comparación con Chuquibambilla y el pastoreo es un factor importante en la calidad de la fibra de alpaca.

6.5 Variedad de raza

El tipo de fibra de la alpaca se ve influenciado por la variedad a la que pertenece. Se han identificado dos variedades, la Huacaya y la Suri, las cuales se diferencian por la forma de su fibra. La variedad Huacaya posee una fibra rizada y esponjosa similar a la de

los ovinos Corriedale, mientras que la variedad Suri tiene una fibra lacia y brillante que es similar a la lana de lustre del ovino Lincoln. Esta diferencia física se debe a la estructura de la fibra de cada variedad (Villarroel, 1991 citado por Quispe, 2009).

Se ha evidenciado en la literatura diversas teorías sobre la clasificación de los grupos de alpacas Suri y Huacaya (Cruz, 2017). La herencia de estos fenotipos aún es un tema en discusión, donde se han propuesto diferentes hipótesis a lo largo del tiempo. Velasco en 1980 propuso la hipótesis de dominancia simple, mientras que Calle en 1984 sugirió la hipótesis de recesividad.

En el año 2000, Baychelier investigó diferentes hipótesis de herencia y determinó que la más apropiada involucra dos genes ligados. Renieri et al. (2009) señalaron que el fenotipo Suri era el resultado de “un solo gen con dos alelos autosómicos”, pero su tasa de mutación todavía no ha sido establecida. Por su parte, Sponenberg (2010) llegó a la conclusión de que el Suri estaba controlado por “un gen autosómico dominante y suprimido por genes modificadores”. Un modelo genético para categorizar los fenotipos Huacaya y Suri en alpacas se ha sugerido en base a experimentos de cruzamiento realizados por Presciuttini et al. (2010). Según este modelo, se necesitan dos loci ligados en homocigosis recesiva para obtener el fenotipo Huacaya, mientras que cualquier otro genotipo dará lugar al fenotipo Suri. Es importante destacar que, aunque la denominación de la raza aún no se ha resuelto por completo, los cruces entre dos animales con fenotipo Suri pueden producir Huacaya y viceversa.

En cuanto a la longitud de fibra, distintos autores evidenciaron que las alpacas Suri poseen una fibra más larga que las Huacaya, ya que el rizo en el vellón de las alpacas

Huacaya forman una mecha compacta y por ende más corta que las fibras lacias y lisas de las alpacas Suri (Quispe, 2018). Tras analizar varios estudios, se ha observado que la longitud de la fibra de alpaca Suri es mayor en comparación con la alpaca Huacaya, con una diferencia de 3,2 cm, según reporta McGregor (2006). Esta diferencia se debe a la curvatura natural de la fibra en alpacas Suri. Además, Quispe et al. (2014) han demostrado que la fibra de alpaca Suri crece un 20% más rápido que la fibra de alpaca Huacaya, con un crecimiento de 1,34 cm/mes para la primera y 1,10 cm/mes para la segunda.

Por otro lado, Cervantes (2010) menciona que la variedad no ejerce efecto en la heredabilidad del diámetro de las fibras y del coeficiente de variación del diámetro de las fibras, puesto que en su estudio realizado utilizando alpacas Suri y Huacaya se obtuvo que las heredabilidades estimadas en ambas fueron de moderadas a altas, oscilando entre 0,565 y 0,699 en la variedad Suri y entre 0,255 y 0,417 en la variedad Huacaya. Aunque las estimaciones obtenidas en las dos variedades son completamente independientes, las correlaciones genéticas y ambientales permanentes entre los rasgos relacionados con la fibra fueron extremadamente similares, lo que sugiere que estos rasgos son bastante iguales.

7. CONCLUSIÓN

Se concluye de acuerdo con esta revisión que varios factores impactan en la calidad de la fibra de alpaca, incluyendo las estaciones del año, la edad, el sexo, la alimentación y el genotipo. La alimentación y las estaciones del año son los elementos que tienen más influencia en la calidad de la fibra debido a la variación en la cantidad de energía en las pasturas. Sin embargo, es importante continuar investigando cómo fluctúa

la calidad de la fibra con el tiempo para implementar medidas preventivas contra la helada, como la instalación de cobertizos y la selección de animales mediante un proyecto de mejoramiento genético.

Por otra parte, se encuentran los factores intrínsecos como son la edad, sexo y variedad, los cuales influyen de igual manera y mayormente con valores significativos, en la excelencia de la fibra de alpaca. Se sabe que, la edad es determinante, ya que conforme se incrementan los años el grosor también se incrementa obteniendo fibras con mayor diámetro, menor finura y longitud, esto debido a la esquila periódica a las cuales son sometidas. Además, la edad también influye en el peso del vellón sucio, puesto que un animal de mayor edad, tiene mayor superficie corporal y por ende más vellón. Por otro lado, el sexo también tiene un rol fundamental en el diámetro de las fibras y su relación de variabilidad, se han observado variaciones entre sexos, siendo explicadas por la introducción de ejemplares genéticamente mejorados generalmente machos, niveles de estrés gestacional en hembras lo que disminuye su diámetro de las fibras y por el contrario las vuelve quebradizas, como también cuando no hay comparación entre ellas por un manejo igualitario entre ambos sexos. Además, se ha observado que el peso del vellón sucio en los machos es mayor ya que su superficie corporal también es mayor, sin embargo, en algunos casos no se encontró diferencias significativas. En cuanto a la variedad, este ejerce un efecto principalmente observado en la longitud de mecha por la presencia del rizado en las alpacas Huacayas a comparación de la fibra lacia de las Suri, generando que las Huacayas presenten una mecha más corta. Es importante conocer las características genéticas que influyen en dicha fibra del animal, proponiendo así programas que las mejoren genéticamente basados en la selección de ejemplares que presenten mejores valores y puedan ser utilizados en campañas de empadre.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, H. (2019). Parámetros genéticos de caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de las fibras en alpacas Huacaya del Fundo Mallkini, Puno. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4084>
2. Araoz, R. (2019). Relación entre densidad folicular, diámetro de las fibras, longitud de mecha y peso de vellón en alpacas de primera y segunda esquila, en el módulo de reproductores Coarita-Paratía. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11451/Araoz_Mamani_Roly.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Arizaca, P. (2018). Efecto de la zona de muestreo corporal y sexo en características textiles de la fibra de alpacas Huacaya del CIP La Raya. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7330/Arizaca_Luna_Percy_Fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y
4. Aucancela, B. (2015). Caracterización de la fibra de *Vicugna pacos* (alpaca) de la parroquia San Juan, provincia de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5197/1/17T1282%20.pdf>
5. Barrionuevo, E. (2019). Caracterización física de la fibra de alpaca Huacaya utilizando OFDA 2000 en cuatro comunidades Ocongata-Quispicanchi. Recuperado de http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/5020/253T20190804_TC.pdf?sequence=3&isAllowed=y
6. Calsin, B. (2017). Determinación del efecto de la variación ecológica y épocas del año en la calidad de fibra de alpacas de la raza Suri en los CIPS Chuquibambilla y la Raya. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6772>
7. Calcina y Mamani. (2014). Diámetro de las fibras y porcentaje de pelos en alpacas Suri color, de la rural Alianza E.P.S. Recuperado de <https://www.agrovetmarket.com/pdf/memorias.pdf#page=357>
8. Candio, JR. (2011). Caracterización de la fibra del plantel de alpacas de la SAIS Pachacútec – Junín. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. 72 p.

9. Carhuapoma, P., Sáenz, A. y Quispe E. (2009). Efecto de la condición corporal sobre el peso de vellón y finura de fibra en alpacas Huacaya (vicugna pacos) color blanco en Huancavelica Perú. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Edgar_Quispe2/publication/277132192_Efecto_de_la_condicion_corporal_sobre_el_peso_de_vellon_y_finura_de_fibra_en_alpacas_Huacaya_vicugna_pacos_color_blanco_en_Huancavelica_Peru/links/5562441b08ae86c06b65f1ea/Efecto-de-la-condicion-corporal-sobre-el-peso-de-vellon-y-finura-de-fibra-en-alpacas-Huacaya-vicugna-pacos-color-blanco-en-Huancavelica-Peru.pdf
10. Cervantes I, Perez M, Morante R, Burgos A, Salgado C, Nieto B, Goyache F, Gutierrez J. (2010). Genetic parameters and relationships between fibre and type traits in two breeds of Peruvian alpacas. Recuperado de http://pacomarca.com/media/Genetic_parameters_and_relationships_between_fibre_and_type_traits_in_two_breeds_of_peruvian_alpacas_GrOuFBy.pdf
11. Cordero A, Contreras J, Mayhua P, Jurado M, Castrejón M. (2011). Correlaciones fenotípicas entre características productivas en alpacas Huacaya. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172011000100003&script=sci_arttext
12. Cruz A, Cervantes I, Burgos A, Morante R, Gutierrez J. (2017). Estimación de parámetros genéticos para rasgos de destete y su relación con rasgos reproductivos, productivos y morfológicos en alpaca. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27804910>
13. Cruz A. (2017). Parámetros genéticos de caracteres funcionales y secundarios en alpacas. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/46351/1/T39566.pdf>
14. Flores, A. (2009). Determinación del diámetro de las fibras y longitud de mecha en alpacas (Lama Pacos) de la Provincia de Tarata -Tacna.
15. Flores, W. (2017). “Perfil de fibra, índice de confort e índice de curvatura en alpacas huacaya del distrito de Corani-Carabaya”. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6311/Flores_Quispe_Wilfredo.pdf?sequence=3&isAllowed=y
16. Flores H, Rodríguez H, Maquera E, Gandarillas D. (2013). Diámetro de las fibras, longitud de mecha, en alpacas (vicugna pacos) huacaya de las comunidades de Ancomarca y Alto Perú - región Tacna. Recuperado de

<http://camelidostacna.com/wp-content/uploads/2016/07/REVISTA-CAMELIDOS-EN-COREL-JULIO-SETIEMBRE-2016-DANIEL-GANDARILLAS.-2-1.pdf>

17. Franco F, San Martín F, Ara M, Olazabal L, Carcelén F. (2009). Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172009000200006&lang=es

18. Gandarillas, D. (2016). Caracterización de la fibra de alpacas de raza Huacaya en las comunidades alpaqueras de Tacna. Recuperado de <http://181.176.223.10/index.php/rcs/article/view/532/478>

19. García, W y Sota, W. (2007). Efecto de la finura sobre la producción de fibra y la ganancia de peso vivo a diferente edad animal y en épocas contrastantes del año. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/camelidos_general/139-GARCIA-fibra.pdf

20. García, N. (2019). Características textiles de la fibra de alpacas hembras suri del CIP Chuquibambilla. Recuperado de http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13113/Garcia_Yunga_Noemi_Monica.pdf?sequence=1&isAllowed=y

21. GESTIÓN. (2018). Productividad de fibra por alpaca en el Perú estaría alcanzando sus niveles máximos <https://gestion.pe/economia/productividad-fibra-alpaca-peru-estaria-alcanzando-niveles-maximos-262736-noticia/?ref=ges>

22. GESTIÓN. (2017). Minagri: Perú es el mayor productor de alpaca del mundo. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/minagri-peru-mayor-productor-alpaca-mundo-140959>

23. Guillén, A. (2019). Variación en el diámetro de las fibras por efecto de la medulación en vellones finos de alpacas huacayas de diferentes edades. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/10977/Guillen_pa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

24. Gutierrez, J, Varona L, Pun A, Morante R, Burgos A, Cervantes I, Pérez M. (2011). Parámetros genéticos para el crecimiento del diámetro de la fibra en alpacas. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21357447>.

25. Huanchi, V. (2018). FENOTIPIFICACIÓN DE ALPACAS SURI EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN CHUQUIBAMBILLA. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11862/Huanchi_Esteban_Ver%c3%b3nica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
26. Machaca V, Bustinza A, Corredor F, Paucara V, Quispe E, Machaca R. (2017). Características de la fibra de alpaca huacaya de cotaruse, Apurímac, Perú. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172017000400008&lang=es
27. Meza, M. (2018). Caracterización física de la fibra de alpacas de color de la raza Huacaya en el distrito de Totos, provincia Cangallo, región Ayacucho a 4,438 msnm. Recuperado de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/2806/TESIS%20MV166_Mez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
28. MINAGRI. (2018). Situación de la alpaca en el Perú.
29. Montenegro, V. (2010). Mecanismos de herencia y parámetros genéticos de caracteres ligados a la producción de fibra en alpacas. Recuperado de http://infoalpacas.com.pe/wp-content/uploads/2014/10/Articulo_fibra_alpaca_montenegro.pdf
30. Morales, A., Niznikowski, R., Pietrzykowski, P., Wierzbicki, M. (2010). Características de la fibra de alpaca Huacaya criada a la edad de 1 año. Recuperado de <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-45a6764f-1447-4588-92e7-79fec94eb355>
31. Nina, M. (2017). Caracterización del color de la fibra en alpacas (Vicugna pacos) Huacaya de la comunidad de Lagunillas, distrito de Santa Lucia-Lampa. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5910/Nina_Escobar_Margoth_Reyda.pdf?sequence=1&isAllowed=y
32. Olarte, U., Tapia, M., Apaza, E., Quispe, J. (2013). Influencia del medio ecológico y época del año sobre el diámetro y longitud de mecha en el vellón de alpacas (Vicugna pacos) Huacaya machos. Revista de Investigaciones Allpak´a Vol 18 N° 01, pp 51- 65.

33. Ormachea, E., Calsín, B. y Olarte, C. (2015). Características textiles de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Corani Carabaya, Puno. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 17(2), 215-220.

34. Pariona, J. (2017). "Rendimientos de categorización y clasificación de fibra de alpaca (Vicugna pacos). Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2910/L01-P375-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

35. Paucar, R., Alfonso, L., Soret, B., Mendoza, G., Alvarado, F. (2019). Características textiles de la fibra de alpacas Huacaya (Vicugna pacos). Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172019000300014&script=sci_arttext&tlng=pt

36. Pinares, R., Gutierrez, G., Cruz, A., Burgos, A., Gutierrez, J. (2019). Variabilidad fenotípica del porcentaje de fibras meduladas en el vellón de alpaca Huacaya. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172019000200019&script=sci_arttext

37. Presciuttini S, Valbonesi A, Apaza N, Antonini M, Huanca T, Renieri C 2010. Fleece variation in alpaca (Vicugna pacos): a two-locus model for the Suri/Huacaya phenotype. *BMC Genetics* 11, 70-75

38. Quispe, C., Poma, A., McGrengor, B., Bartolome, J. (2014). Efecto del genotipo y el sexo en la tasa de crecimiento de fibra de alpacas para su primer año de producción de vellón. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2014000100021&lang=es

39. Quispe, E. (2009). Caracterización del perfil de diámetro de las fibras en alpacas Huacaya de color blanco. Recuperado de <http://infoalpacos.com.pe/wp-content/uploads/2016/08/Perfil-de-fibra.pdf>

40. Quispe EC. 2010. Estimación del progreso genético de seis esquemas de selección en alpacas (Vicugna pacos L.) Huacaya con tres modelos de evaluación en la región Altoandina de Huancavelica. Tesis de doctorado. Lima: Univ Nacional Agraria La Molina. 144 p.

41. Quispe, E., Poma, A. y Purroy, A. (2013). Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya. Recuperado de <http://infoalpacos.com.pe/wp-content/uploads/2016/01/razahuacayadoc1.pdf>

42. Quispe, J. (2018). Efectos biológicos y ambientales sobre las características de producción de carne y fibra de alpacas del CIP Quimsachata – INIA, Puno. Recuperado en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9517/Jesus_Esteban_Quispe_Coaquira.pdf?sequence=1&isAllowed=y
43. Quispe, E. (2019). Efecto del tratamiento físico de forrajes sobre algunas características físicas de la fibra de llamas y alpacas machos. Recuperado de http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12620/Quispe_Colque_Elias_Edgar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
44. Quispe, E., Flores, A., Alfonso, L., Galindo, A. (2007). Algunos aspectos de la fibra y peso vivo de alpacas huacaya de color blanco en la región Huancavelica. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/277559516_ALGUNOS_ASPECTOS_DE_LA_FIBRA_Y_PESO_VIVO_DE_ALPACAS_HUACAYA_DE_COLOR_BLANCO_EN_LA_REGION_DE_HUANCAVELICA
45. Ramos, V. (2018). Características fenotípicas de la fibra de alpaca Huacaya en la región Apurímac. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8929/V%C3%ADctor_Alberto_Ramos_De_la_Riva.pdf?sequence=1&isAllowed=y
46. Roque, L. y Ormachea, E. (2018). Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno, Perú. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172018000400027&lang=es
47. Rutnis, O., Gómez, O., Quispe, E. (2015). Características Tecnológicas de la Fibra Blanca de Alpaca Huacaya en la Zona Altoandina de Apurímac. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v26n2/a07v26n2.pdf>
48. Saldaña, L. (2017). “CATEGORIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE LA FIBRA DE ALPACA”. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3428/salda%C3%BA-la-perales-lorena-natali.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
49. Siguayro, R. y Gutiérrez, A. (2010). Comparación de las características físicas de las fibras de la llama ch'aku (lama glama) y la alpaca huacaya (lama pacos) del centro experimental Quimsachata del INIA, Puno. Perú.

50. Silva, C. (2019). Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpaca tuis en dos empresas alpaqueras de Cerro de Pasco. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3969/silva-villavicencio-carmen-rosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
51. Solis, R. (2000). Producción de camélidos sudamericanos. Primera edición. Imprenta Ríos S. A. Pasco - Perú. 550 p.
52. Sponenberg DP 2010. Suri and Huacaya alpaca breeding results in North America. Small Ruminant Research 93, 210-212.
53. Ticlla, I., Mendoza, G., Paucar, R., Espinoza, M., Paucar, Y. (2015). Correlaciones fenotípicas entre el peso de vellón sucio y los parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos – Huancavelica. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/Alpacas/28-TICLLA.pdf
54. Vasquez, R , Gomez, O. y Quispe, E. (2015). Características tecnológicas de la fibra de alpaca Huacaya en la zona altoandina de Apurímac. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v26n2/a07v26n2.pdf>
55. Valdivia, V. (2009). Relación entre la condición corporal y edad con la calidad de fibra y longitud de mecha del vellón de alpaca huacaya. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/726/Valdivia_rv.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXO

ANEXO 1. Clasificación por grupo de calidades

Grupo de calidades	Rango de finura en micrones	Longitud de mecha mm	Humedad % máximo	Sólidos minerales % máximo	Grasa % máximo
Alpaca Super Baby	igual o menor a 20	65	8	6	4
Alpaca Baby	20.1 a 23	65	8	6	4
Alpaca Fleece	23.1 a 26.5	70	8	6	4
Alpaca Medium Fleece	26.6 a 29	70	8	6	4
Alpaca Huarizo	29.1 a 31.5	70	8	6	4
Alpaca Gruesa	más de 31.5	70	8	6	4
Alpaca Corta	---	20 a 50	8	6	4