

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE FOLICULAR Y DENSIDAD DE FIBRA EN ALPACAS DE LA RAZA SURI DE COLOR BLANCO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS (CICAS) - LA RAYA.

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias **LEIBNIZ CHARCA ZAMATA**, para optar al título profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**.

Asesor:

Ing. Zoot. M.Sc. HERNÁN CARLOS CUCHO DOLMOS.

FINANCIADO POR: El programa “*Yachayninchis Wiñarinanpaq*” UNSAAC

Cusco - Perú

2021

DEDICATORIA

A mis padres, Cristóbal y Sofía, por haberme forjado como la persona que soy, inculcándome sus buenos valores, a enfrentar de manera sabia e inteligente los retos que se me presentan en la vida, por su apoyo y ayuda en los momentos más difíciles y quienes soportaron con paciencia mi ausencia, fruto del objetivo buscado.

A mis hermanos, Edme, Willington, Lourdes, Brayan Raúl y Luis Christian, por estar conmigo siempre en los buenos y malos momentos e impulsándome a seguir adelante pese a las dificultades y sobre todo hacer de mi vida más alegre y llevadera.

A ti, en especial que desde ya eres la razón más importante en mi vida, y eres el principal motivo para no desfallecer ante ninguna dificultad, todo por ti y para ti.

A mis abuelos, tías y tíos, por sus consejos y ejemplo de vida que me orientaron a reconocer el valor de la familia.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme aun seguir con vida y así dejarme conocer más de la vida y permitirme lograr mis objetivos, por bendecirme día a día y no dejarme caer en los miles de tropiezos que se me presentan en mi vivir.

A mi asesor Ing. Zoot. M.Sc. Hernán Carlos Cucho Dolmos, por haberme guiado en la elaboración, ejecución y redacción del presente trabajo de investigación, y sobre todo por su paciencia, disposición incondicional y por la confianza puesta en mi persona.

A todos mis docentes de la escuela profesional de Zootecnia, quienes me educaron y formaron en la mejor profesión para el servicio de la sociedad.

A todos mis amigos, compañeros, aquellas personas que directa o indirectamente apoyaron en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

Mi gratitud sincera para con todos ellos.

LEIBNIZ.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
TABLA DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE ANEXOS	x
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xi
GLOSARIO	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Desarrollo del problema	2
1.2. Formulación del Problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN	4
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1.1. Índice Folicular.....	6
2.1.2. Densidad de fibra pilosa	10
2.1.3. Densidad de poros.....	13
2.1.4. Ratio (número de fibras por número de poros).....	13
2.1.5. Desviación estándar de fibra.	13
2.1.6. Coeficiente de variabilidad de fibras	14
2.1.7. Desviación estándar de poros	14

2.1.8.	Coeficiente de variación de poros.....	14
2.1.9.	Correlación entre el índice folicular y densidad de fibras pilosa	14
2.2.	BASES TEÓRICAS	15
2.2.1.	Generalidades	15
2.2.2.	La Fibra pilosa de alpaca	16
2.2.3.	Estructura de la piel	16
2.2.3.1.	La epidermis.....	16
2.2.3.2.	La dermis	17
2.2.3.3.	La hipodermis.....	17
2.2.4.	Folículos Pilosos en Alpacas	18
2.2.4.1.	Tipos de Folículos Pilosos.....	18
2.2.5.	Formación de la fibra pilosa	19
2.2.6.	Estructura del Folículo	20
2.2.7.	Diferenciación histológica entre folículos primarios y folículos secundarios.....	20
2.2.8.	Crecimiento y desarrollo de los folículos pilosos primarios y folículos secundarios en la etapa pre-natal y post-natal	21
2.2.9.	Densidad folicular y relación folicular secundarios/primarios	22
2.2.10.	Técnicas histológicas para el procesado de la muestra	22
2.2.10.1.	Obtención de muestra.....	22
2.2.10.2.	Fijación.....	22
2.2.10.3.	Deshidratación	23
2.2.10.4.	Aclaramiento o Diafanización (Desalcoholización).....	23
2.2.10.5.	Inclusión en Parafina.....	24
2.2.10.6.	Moldes para Bloques	24
2.2.10.7.	Corte de los Tejidos	24
2.2.10.8.	Grosor del Corte.....	25
2.2.10.9.	Orientación del Bloque.....	25

2.2.10.10. Flotación.....	25
2.2.10.11. Adhesivos para tejidos	26
2.2.10.12. Tinción.....	26
2.2.10.13. Tinción por hematoxilina y eosina (h-e)	26
2.2.10.14. Montaje	27
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	27
2.3.1. Densidad Folicular.....	27
2.3.2. Índice Folicular	27
2.3.3. Densidad de fibra pilosa	28
2.3.3.1. Densímetro de fibra (Fiber Den)	28
2.3.3.2. Características que evalúa el densímetro de fibras.	28
2.3.3.3. Procedimiento para la determinación de densidad de fibras, poros y relación número de fibras/poros en animales vivos	29
CAPITULO III	30
DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	30
3.1. Ámbito de estudio	30
3.2. Disponibilidad alimenticia	30
3.3. MATERIALES.....	30
3.3.1. Material biológico.....	30
3.3.2. Materiales para la obtención de muestras	30
3.3.2.1. Para la determinación del índice folicular	30
3.3.2.2. Para la determinación de la densidad de fibras pilosas	31
3.3.3. Del equipo	31
3.3.4. Materiales y equipo de escritorio	31
3.4. Método	32
3.5. Tipo y nivel de investigación	32
3.6. Variables de estudio	32
3.6.1. Variables Independientes	32

3.6.2.	Variables dependientes	32
3.6.3.	Definición operativa de variables	33
3.7.	Metodología	33
3.7.1.	Determinación de la población muestra	33
3.7.2.	Determinación del índice folicular	34
3.7.2.1.	Obtención de las muestras de piel	34
3.7.2.2.	Procesamiento de las muestras en el laboratorio	35
3.7.3.	Determinación de la densidad de fibras pilosas	36
3.7.3.1.	Preparación de la piel y fibras de los animales, captura de imágenes y procesamiento de imágenes	36
3.7.3.2.	Preparación del Fiber Den y captura de imágenes	39
3.7.3.3.	Procesamiento de las imágenes	40
3.8.	Diseño estadístico.....	41
CAPITULO IV.....	43
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	43
4.1.	Determinar la relación de folículos secundarios/primarios	43
4.1.1.	Relación folículos secundarios/ primarios (s/p)	43
4.1.2.	Área de folículo piloso.	45
4.1.3.	Perímetro del folículo piloso	47
4.1.4.	Diámetro del folículo piloso.....	48
4.2.	Determinar el número de fibras pilosas por mm² (densidad de fibra), la desviación estándar y su coeficiente de variabilidad de la fibra pilosa, número de poros por mm² (densidad de poros), la desviación estándar y su coeficiente de variabilidad del poro y la relación del número de fibras/número de poros, en un área de 1mm²	49
4.2.1.	Número de fibras por mm ² (densidad de fibra pilosa).....	49
4.2.2.	Desviación estándar de la fibra pilosa	51
4.2.3.	Coficiente de variabilidad de la fibra pilosa.....	52
4.2.4.	Número de Poros por mm ² (densidad de poros).....	54

4.2.5. Desviación estándar del poro	55
4.2.6. Coeficiente de variabilidad del poro.....	56
4.2.7. Ratio (relación del número de fibras/número de conductos)	58
4.3. Determinar la correlación entre el índice folicular y la densidad de fibras.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES.....	63
BIBLIOGRAFIA	64
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación del parámetro de relación folicular (s/p) entre las crías de la raza Huacaya y Suri.	7
Tabla 2. Efecto de la raza y sexo sobre la relación folicular(s/p), en alpacas.	7
Tabla 3. Estadística descriptiva del índice folicular de la piel en las crías de alpacas.	8
Tabla 4. Densidad folicular y relación de folículos secundarios/primarios, en camélidos.	9
Tabla 5. Promedio (desviación estándar) del IF, PVS y MDF de alpacas del CIDCS-Lachocc en Huancavelica.....	9
Tabla 6. Medidas cuantitativas de las variables de los folículos totales y relación folicular primario/secundarios, por especie.....	10
Tabla 7. Media y desviación estándar (DE) de la densidad de fibras pilosas y densidad de poros por mm ² : También se muestran la relación del Número de fibras/Número de poros en llamas y alpacas.....	12
Tabla 8. Resumen de estadísticos de la densidad de fibras pilosas, poros y relación Número de fibras/poros, evaluados en 6 vaquillas Holstein.	12
Tabla 9. Operacionalización de variables.	33
Tabla 10. Tamaño de muestra poblacional.....	34

Tabla 11. Efecto del sexo en la relación de folículos secundarios/primarios (Índice folicular) en alpacas Suri de color blanco.	43
Tabla 12. Efecto de la edad en la relación de folículos secundarios/primarios de alpacas Suri de color blanco.....	45
Tabla 13. Efecto del sexo para el área de folículos pilosos en alpacas Suri de color blanco.	46
Tabla 14. Efecto de la edad para el área de folículo piloso en alpacas Suri de color blanco.	46
Tabla 15. Efecto del sexo para el perímetro de folículos pilosos en alpacas Suri de color blanco.	47
Tabla 16. Efecto de la edad para el perímetro de folículos pilosos en alpacas Suri de color blanco.	48
Tabla 17. Efecto del sexo para el diámetro de folículos pilosos en alpacas Suri de color blanco.	48
Tabla 18. Efecto de la edad para el diámetro del folículo piloso en alpacas Suri de color blanco, para cuatro categorías.....	49
Tabla 19. Efecto del sexo sobre el número de fibras pilosas por mm ² (densidad de fibra pilosa) en alpacas Suri de color blanco.	50
Tabla 20. Efecto de la edad sobre el número de fibras por mm ² (densidad de fibra pilosa) en alpacas Suri de color blanco.	51
Tabla 21. Efecto del sexo sobre la desviación estándar de la fibra pilosa, en alpacas Suri de color blanco.	51
Tabla 22. Efecto de la edad sobre la desviación estándar de la fibra pilosa, en alpacas Suri de color blanco.....	52
Tabla 23. Efecto del sexo sobre el Coeficiente de variabilidad de la fibra pilosa, en alpacas Suri de color blanco.....	53
Tabla 24. Efecto de la edad sobre el Coeficiente de variabilidad de la fibra, en alpacas Suri de color blanco.....	53
Tabla 25. Efecto del sexo sobre el número de poros por mm ² (densidad de poros) en alpacas Suri de color blanco.....	54
Tabla 26. Efecto de la edad sobre el número de poros por mm ² (densidad de poros) en alpacas Suri de color blanco.....	55
Tabla 27. Efecto del sexo sobre la desviación estándar del poro, en alpacas Suri de color blanco.	55

Tabla 28. Efecto de la edad sobre la desviación estándar del poro, en alpacas Suri de color blanco.	56
Tabla 29. Efecto del sexo sobre el Coeficiente de variabilidad del poro, en alpacas Suri de color blanco.	57
Tabla 30. Efecto de la edad sobre el Coeficiente de variabilidad del poro, en alpacas Suri de color blanco.	57
Tabla 31. Efecto del sexo sobre la relación de número de fibras/número de poros, en alpacas Suri de color blanco.	58
Tabla 32. Efecto de la edad sobre la relación de número de fibras/número de poros, en alpacas Suri de color blanco.	59
Tabla 33. Correlación(r) entre el índice folicular y la densidad de fibras pilosas en alpacas Suri de color blanco.	60

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de varianza de la relación de folículos secundarios sobre primarios.	71
ANEXO 2. Análisis de varianza del área del folículo piloso.	71
ANEXO 3. Análisis de varianza del perímetro del folículo piloso.	71
ANEXO 4. Análisis de varianza del diámetro del folículo piloso.	72
ANEXO 5. Análisis de varianza del número de haces de fibras pilosa (densidad de fibras).	72
ANEXO 6. Análisis de varianza del número de poros por 1mm ²	72
ANEXO 7. Análisis de varianza de la relación del número de fibras/número de poros.	73
ANEXO 8. Análisis de varianza de la desviación estándar de la fibra pilosa.	73
ANEXO 9. Análisis de varianza del coeficiente de variabilidad de la fibra pilosa.	73
ANEXO 10. Análisis de varianza de la desviación estándar del poro.	74
ANEXO 11. Análisis de varianza del coeficiente de variabilidad del poro.	74
ANEXO 12. Base de datos de la relación de folículos secundarios/primarios, área, diámetro y perímetro de folículos pilosos de alpacas Suri de color blanco en hembras y machos de cuatro categorías.	75

ANEXO 13. Base de datos de alpacas Suri por edad y sexo, de hembras y machos del número de poros, fibras, la relación de número de fibras/número de poros y parámetros estadísticos de la fibra y el poro.....	77
---	----

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Tubos de colección debidamente rotulados con la información de cada animal: arete, sexo y edad.....	35
Fotografía 2. Conteo de folículos primarios y secundarios en el software Motic Images Plus 2.0 ml.	36
Fotografía 3. Medición de área, perímetro y diámetro de folículos a 100 X, en el software Motic Images Plus 2.0ML.....	36
Fotografía 4. Corte de fibras en un área aproximada de 100 mm, en el costillar medio derecho de cada animal.....	37
Fotografía 5. Lavado y secado de la zona a teñir.	37
Fotografía 6. Aplicación del tinte más el agente oxidante sobre la zona de muestreo de cada animal.	38
Fotografía 7. Tinte sobre el costillar medio derecho por 30 min.....	38
Fotografía 8. Rasurado de la zona teñida.	38
Fotografía 9. Captura de imágenes de forma manual y automática con el programa software Fiber Den.	39
Fotografía 10. Imágenes capturadas de haces de fibras.	40
Fotografía 11. Conteo de fibras por conducto en un área de 1 mm ²	40

GLOSARIO

CSD:	Camélidos sudamericanos.
DFT:	Densidad folicular total.
FP:	Folículo primario.
FS:	Folículo secundario.
FSO:	Folículos secundarios originales.
FSD:	Folículos secundarios derivados.
SAS:	Statistical Analysis System.
µm:	Micras.
DS:	Desviación estándar.
CV:	Coeficiente de variabilidad.
n:	Número de datos.
IF:	Índice folicular.
s/p:	Relación de folículos secundarios/primarios.
DIFP:	Diámetro interno de los folículos primarios.
DIFS:	Diámetro interno de los folículos secundarios.
CIDCS:	Centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos.
MIN:	Mínimo.
MAX:	Máximo.
f/mm²:	Folículo por milímetro cuadrado
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación Agricultura

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado "*Determinación del índice folicular y densidad de fibra en alpacas de la raza Suri de color blanco en el centro de investigación en camélidos sudamericanos (CICAS) - La Raya*", se realizó con el objeto de determinar el índice folicular y la densidad de fibras del costillar medio de la piel de alpacas Suri, utilizándose 30 alpacas, entre hembras y machos; de dientes de leche (DL), dos dientes (2D), cuatro dientes (4D) y boca llena (BLL). Para índice folicular se tomaron muestras de piel por punción con un sacabocado de 5 mm de diámetro, se sumergieron en formol al 10% y fueron procesados por la técnica de inclusión en parafina, y finalmente se realizó el conteo de folículos con la ayuda del software Motic Images Plus 2.0ML. Para la densidad de fibra se hizo la preparación de la piel en animal vivo, captura amplificada de imágenes, almacenamiento de imágenes y; por último, el procesamiento de imágenes y presentación de datos mediante el software Fiber Den. Los datos fueron analizados en un arreglo factorial en bloques al azar, la comparación de medias se efectuó con el test de Duncan, y para evaluar la relación entre las variables estudiadas, se empleó la correlación de Pearson; todos los datos se analizaron con el SAS. Los valores promedio para hembras de índice folicular (s/p), área, perímetro y diámetro de folículos fueron de $7,13 \pm 1,73(7,13:1)$; $527,01 \pm 120,91 \mu\text{m}^2$; $79,31 \pm 9,73 \mu\text{m}$ y $21,71 \pm 2,35 \mu\text{m}$, respectivamente, y para machos resultado de $6,74 \pm 1,70(6,74:1)$; $579,72 \pm 191,20 \mu\text{m}^2$; $84,63 \pm 15,80 \mu\text{m}$ y $22,73 \pm 3,43 \mu\text{m}$, respectivamente, no existiendo diferencias significativas ($p > 0,05$) para ambos sexos, en ninguna de las variables. Los promedios para el efecto sexo de las variables: Densidad de fibra, Densidad de poro, Fibras por poro, fueron de $19,76 \pm 4,87 \text{ fibras/mm}^2$; $7,96 \pm 2,79 \text{ poros/mm}^2$ y $2,57 \pm 0,32 \text{ fibras/poro}$, respectivamente, para hembras, y para machos fue de $24,13 \pm 4,61 \text{ fibras/mm}^2$; $9,55 \pm 1,60 \text{ poros/mm}^2$ y $2,53 \pm 0,26 \text{ fibras/poro}$, respectivamente, en las que el sexo logró influir ($p < 0,05$) en las variables de densidad de fibra y densidad de poro, empero no ocurrió ello ($p > 0,05$), para la relación de fibras por poro. Por último, la correlación entre el índice folicular y densidad de fibra resultó ser baja y negativa $-0,01901$ sin diferencias significativas ($p > 0,05$), lo cual indica que no existe relación entre ambas variables.

Palabras clave: Alpacas, Índice folicular, Densidad de fibra, Densidad de poros, Fibra pilosa.

INTRODUCCIÓN

La venta de fibra pilosa es el principal ingreso económico en la producción alpaquera, siendo necesario conducir programas de mejoramiento genético para incrementar su producción y así mejorar la calidad de vida de las familias productoras (Quispe *et al.*, 2009).

La fibra pilosa de alpaca es una de las más apreciadas internacionalmente percibiéndose como una fibra de lujo de alto precio, siendo el Perú el principal exportador de este producto (SPAR, 2006); donde la industria textil describe a la fibra de alpaca como una fibra especial y las prendas que se confeccionan con ellas, están clasificadas como artículos de lujo (Wang *et al.*, 2003).

En el mercado, el precio de la fibra pilosa está en función a su peso de vellón y diámetro de fibra; es decir, los ingresos económicos de las familias que se dedican a la crianza de alpacas están en función a la cantidad de fibra (peso de vellón) y su calidad (diámetro de fibra). Y si se pretende mejorar dichos ingresos y alcanzar niveles competitivos en la comercialización de la fibra es indispensable incrementar el peso de vellón y disminuir el diámetro de fibra de estos animales, esto por medio de un programa o proyecto de mejora genética (Siguyayro *et al.*, 2010).

Dentro de la caracterización y la producción de animales que tienen como objetivo la producción de fibra, lana o pelos, la densidad de fibras pilosas es un criterio muy importante para la selección animal, siendo necesaria la implementación de metodologías precisas para su medición (Matthews, 1951), la densidad de las fibras y la densidad folicular están relacionadas con la producción y calidad de fibras, de modo que a mayor densidad existe mayor peso y por lo tanto menor diámetro de la fibra (Mathews, 1951; Scobie y Young, 2000).

Por tanto, debido a la necesidad de determinar objetivamente el índice folicular y la densidad de fibra, características cuantitativas importantes para la selección de animales a fin de producir mayor cantidad y calidad de fibra, he creído por conveniente realizar el presente estudio, cuya investigación permitirá iniciar, consolidar o mejorar a futuro los planes de mejoramiento genético en alpacas de la raza Suri, orientando a mejorar la calidad de fibra.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Desarrollo del problema

Los ingresos económicos de las familias que se dedican a la crianza de las alpacas están en función de la cantidad de fibra (peso de vellón) y su calidad (diámetro de fibra). Y si se pretende mejorar dichos ingresos es indispensable incrementar el peso de vellón y disminuir el diámetro de fibra pilosa de estos animales, esto por medio de un programa o proyecto de mejora genética; pero, antes es necesario conocer adecuadamente la estructura del que nace la fibra (folículos pilosos), estudiar sus características cuantitativas (índice folicular, densidad de fibra).

Pese a ser el país con mayor producción de fibra pilosa, los alpaqueros no cuentan con conocimientos ni información sobre la evaluación y determinación de la densidad y calidad de fibra, eso es un gran inconveniente porque a mayor densidad y calidad de fibra mayor peso y finura de vellón; por tanto, mejor precio.

A falta de la poca información existente en nuestro país, los productores de alpacas no pueden hacer una selección adecuada de sus alpacas, por consiguiente, determinan la calidad y cantidad de su fibra pilosa mediante la observación visual y subjetiva.

La fibra pilosa es producida por folículos que se encuentran incrustados en la piel, así las fibras animales de mayor importancia comercial son producidas por los folículos secundarios; cuyo valor depende de la densidad, que afecta la cantidad y el diámetro que afecta la finura de la fibra pilosa (Galbraith, 2010); a este nivel se han realizado diversos estudios referidos a la estructura de la piel de alpacas; dándose sólo una información preliminar. Si se quiere alcanzar niveles competitivos en la comercialización de pelo fino, se requiere mejorar su calidad mediante estudios genéticos, de crianza y producción; pero teniendo una base sólida de la estructura de la piel de alpaca (Torres *et al.*, 2007). Es necesario también tener conocimiento real de las correlaciones que puedan existir entre características foliculares y características de la fibra pilosa de alpaca.

Todo lo anterior indica que la piel de alpaca tiene estudios preliminares a nivel estructural; sin embargo, existen escasos estudios que muestren relaciones entre las características de la piel y la fibra pilosa. Además, está claro que antes de cualquier iniciativa o programa de mejora genética que esté orientado a incrementar la calidad y cantidad de la producción de fibra en alpacas es indispensable conocer las características de los folículos pilosos (índice folicular) y también ver si estas características están correlacionadas con la densidad de fibra pilosa.

Debido a estos aspectos, Y ante la necesidad de realizar estudios relacionados al Progreso Genético y porque existe un vacío en la información científica así como la falta de difusión actualizada de bibliografía sobre índice folicular y densidad de fibra pilosa en alpacas, se realizó el presente trabajo, con el propósito de establecer información objetiva como línea de base para el inicio de un programa de mejoramiento genético de la alpaca específicamente sobre las características cuantitativas como índice folicular y densidad de fibra pilosa en alpacas Suri, lo cual contribuirá en las futuras investigaciones que se puedan realizar respecto al tema y de igual manera al desarrollo del poblador alto andino en especial a los productores alpaqueros de nuestra región y del Perú.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el índice folicular y densidad de fibras en alpacas de la raza Suri machos y hembras de color blanco en las diferentes edades?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál será la relación de folículos secundarios/primarios, área, perímetro y diámetro de folículos de alpacas de la raza Suri machos y hembras de color blanco en las diferentes edades?
2. ¿Cuál será el número de fibras pilosas por mm^2 (densidad de fibra), la desviación estándar y su coeficiente de variabilidad de la fibra pilosa, número de poros (densidad de poros) por mm^2 , la desviación estándar y su coeficiente de variabilidad del poro y la relación del número de

fibras/número de poros, de alpacas de la raza Suri machos y hembras de color blanco en las diferentes edades?

3. ¿Cuál será la correlación entre el índice folicular y la densidad de fibras en el costillar medio de la piel en alpacas de la raza Suri machos y hembras de color blanco?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Determinar el índice folicular y la densidad de fibras en el costillar medio de la piel de alpacas de la raza Suri machos y hembras de color blanco del CICAS-La Raya.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la relación de folículos secundarios/primarios, área, perímetro y diámetro de folículos en el costillar medio de la piel de alpacas de la raza Suri machos y hembras de color blanco en las diferentes edades.
2. Determinar el número de fibras pilosas por mm^2 (densidad de fibra), la desviación estándar y su coeficiente de variabilidad de la fibra pilosa, número de poros (densidad de poros) por mm^2 , la desviación estándar y su coeficiente de variabilidad del poro y la relación del número de fibras/número de poros en el costillar medio de la piel de alpacas de la raza Suri machos y hembras de color blanco en las diferentes edades.
3. Determinar la correlación entre el índice folicular y la densidad de fibras pilosas de alpacas de la raza Suri machos y hembras de color blanco.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El Perú ocupa el primer lugar en el mundo en la producción de alpacas y vicuñas, y el segundo en llamas, después de Bolivia (Quispe *et al.*, 2013), estimándose según la (FAO, 2005) que el 90% de las alpacas y la totalidad de las

llamas se encuentra en manos de pequeños productores; quienes las crían con el objetivo principal de la producción de pelo fino.

En la actualidad el interés por la producción de camélidos sudamericanos ha crecido a nivel mundial, debido principalmente a las características de su fibra que compite en el mercado internacional con las fibras más finas (Quispe, 2010). Esto ha incrementado el interés de productores e investigadores de los principales países actualmente involucrados con la producción de fibra de alpaca (Perú, Estados Unidos y Australia principalmente), por definir objetivamente los caracteres relacionados a la producción de fibra pilosa, sus mecanismos de herencia y estimación de parámetros genéticos con el fin de instaurar programas de mejoramiento (Gutiérrez *et al.*, 2009).

En referencia a los folículos pilosos, Gamarra, (2008) refiere que existen pocos trabajos de investigación sobre este tema en alpacas. Además, es de gran importancia ahondar los conocimientos científicos referido a las correlaciones entre características de la piel (índice folicular) y las características productivas (densidad de fibra) de la fibra de alpacas.

La densidad de fibras pilosas, a pesar de su importancia en el mejoramiento genético, constituye uno de los caracteres poco conocidos y deficientemente valorados probablemente debido a la dificultad que implica su medición. Por ello este trabajo de investigación será de gran utilidad porque dilucidara las correlaciones entre el índice folicular y las características productivas de la fibra de alpaca (densidad de fibra), que nos dará mejor entendimiento sobre el comportamiento conjunto de dichas características; además estos resultados contribuirán al mejor planteamiento de iniciativas o programas de mejora genética enfocados en la mejora de la cantidad y calidad de la fibra pilosa de alpacas; también servirá como una base sólida para futuras investigaciones en este campo.

Por tanto, el presente trabajo de investigación ayudará y complementará los criterios de selección para mejorar no solo la calidad de las fibras que puedan producir las alpacas sino también la cantidad pues es conocida la alta relación existente entre la densidad de fibras y el peso de vellón.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Índice Folicular

Ccalta, (2020) en su trabajo “DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE FOLICULAR Y DENSIDAD DE FIBRA DE ALPACAS HUACAYA DEL CENTRO DE INVESTIGACION DE CAMELIDOS SUDAMERICANOS LA RAYA” utilizo 35 alpacas, para la evaluación del índice folicular obtuvieron muestras de piel en animal vivo, fueron sometidas a una técnica histológica y finalmente realizo el conteo de folículos (s/p) con el software Motic Imagen plus 2.0ML. Donde hallo valores promedio de índice folicular total de alpacas Huacaya machos y hembras de 7,48 s/p, valores promedio según sexo de 7,85 s/p para machos y 7,26 s/p para hembras y los valores promedios según edad en alpacas DL, 2D, 4D y BLL fueron de 7,23 s/p; 7,48 s/p; 7,75 s/p y 7,48 s/p respectivamente. Concluyendo que los machos tienen mayor relación de folículos s/p respecto a las hembras, según edad no encontró diferencias significativas($p > 0,05$).

Molina, G., Teich, I., Antonini, M., Reniere, C., Terza, A., & Balzarini, M. (2016) en alpacas Suri encontraron que la densidad folicular fue de 42,8 f/mm², con un rango de 19 a 58 f/mm², mientras que en alpacas Huacaya la densidad folicular total varia de 23 a 56 f/mm², con un promedio de 41,6 f/mm², la relación folicular secundario/primario en promedio para Huacaya es de $7,21 \pm 0,52$ f/mm², y para las alpacas Suri fue de $7,21 \pm 0,62$ f/mm².

Badajoz, (2007) en su trabajo “Determinación de finura de fibra de alpaca asociado a la relación folículo secundario/primario (s/p) entre las razas Suri y Huacaya”. utilizó 42 crías de alpacas, hembras y machos, de diferentes colores de la raza Huacaya y Suri con el propósito de estudiar la relación de folículos secundarios con primarios (s/p) a fin de determinar el grado de asociación con la medida del diámetro de su respectiva fibra en cada raza y entre ambas razas. Para ello tomaron muestras de fibra y piel mediante biopsia de la zona del costillar medio. Las muestras de fibra fueron medidas a través del laserscan, mientras que las biopsias de piel fueron procesadas mediante estudio histológico. Obteniendo los

siguientes resultados: Los valores promedio de relación folicular (s/p), fueron de $13,9 \pm 4,7$ para la raza Huacaya y de $14,5 \pm 6,3$ para la raza Suri, mientras que el diámetro de fibra para la raza Huacaya fue de $20,8 \pm 1,9$ micras y para la raza Suri de $21,4 \pm 2,0$ micras. No se encontró diferencia estadística para los valores de relación folicular ni para los valores de medida del diámetro medio de fibra entre ambas razas de alpacas. Los valores promedios de relación folicular, donde el mayor coeficiente de variabilidad fue observado en la raza Suri (44%) indicando una mayor presencia de grupos foliculares pilosos heterogéneos que en la raza Huacaya (Tabla 1). Se determinó que la diferencia en los valores de relación folicular entre ambas razas no es estadísticamente significativa. Badajoz también concluye que el factor sexo no influye sobre los valores de relación folicular, debido a que en la raza Huacaya y Suri no hay diferencia estadística significativa entre el grupo de machos y hembras (Tabla 2).

Tabla 1. Comparación del parámetro de relación folicular (s/p) entre las crías de la raza Huacaya y Suri.

Razas	Media relación folicular s/p	DS	CV(%)
Huacaya	13,9	4,7	33,7
Suri	14,5	6,3	44,0

Fuente: Badajoz, (2007).

Tabla 2. Efecto de la raza y sexo sobre la relación folicular(s/p), en alpacas.

Raza	Huacaya			Suri			
	Sexo	Machos	Hembras	Total	Machos	Hembras	Total
n		11	10	21	10	11	21
Promedio		1,38	14	13,9	15	14	14,5
DS		4,6	5	4,7	7,2	5,7	6,3

Fuente: Badajoz, (2007).

Oruna, (2016) en su trabajo de investigación “Caracterización histológica de la piel y su relación con el diámetro de fibra en crías de alpacas del centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos- Lachocc, de la universidad nacional de Huancavelica”. Las muestras de piel y fibra pilosa se obtuvieron del costillar medio de 100 crías de alpacas de un año de edad. Las pieles se extrajeron por punción con un sacabocado de 8 mm de diámetro, siendo procesadas por el

método de la parafina y coloreadas con hematoxilina y eosina. Se usó el axion visión (v.4.7.1) para el conteo folicular, obteniéndose el número de folículos primarios(FP) y secundarios(FS) por mm² de piel, y el diámetro interno de los folículos primarios(DIFP) y secundarios(DIFS), índice folicular(IF), densidad folicular(DF). Concluye que el promedio del índice folicular de las crías de alpacas fue de $9,5 \pm 4,9$ con un máximo y un mínimo de 18,7 y 2,1 respectivamente y un coeficiente de variación de 52,4 %.

Tabla 3. Estadística descriptiva del índice folicular de la piel en las crías de alpacas.

Característica	N	Mínimo	Máximo	Media	DE	CV
IF	100	2,1	18,7	9,5	4,9	52,4%
N	100					

Fuente: Oruna, (2016).

Antonini *et al.*, (2004) realizaron estudios en el Centro de Desarrollo "Alpaquera" de Toca, ubicado en la provincia de Caylloma en Arequipa. Para ello seleccionaron 25 animales: 10 alpacas Huacaya (4 hembras y 6 machos), 5 alpacas Suri (2 hembras y 3 machos) y 10 llamas Chaku (6 hembras y 4 machos). Obtuvieron biopsias del sitio medio del lado derecho del animal por medio de un sacabocado de 8 mm de diámetro, este procedimiento fue realizado a los 2, 4, 6 y 10 meses de edad, las muestras fueron fijadas en solución Bouin y guardadas en alcohol de 80°. El análisis de laboratorio se realizó en Italia. Encontrando los valores del ratio de folículos secundarios sobre los primarios de 7,33; 9,39; 8,81 y 22,30 para alpacas Huacaya de 2, 4, 6 y 10 meses de edad respectivamente; 8,77; 8,83; 7,79 y 6,89 para alpacas Suri de 2, 4, 6 y 10 meses de edad respectivamente; 4,41; 5,87; 4,62 y 4,66 para llamas Chaku de 2, 4, 6 y 10 meses de edad respectivamente. Encontrando diferencias significativas para las diferentes edades de cada especie y también para las diferentes especies; mostrando finalmente que el ratio de folículos secundarios sobre los folículos primarios es fuertemente afectado por la edad y el tipo de camélido sudamericano; demostrando que el aparato folicular llega a la madurez en estas especies a temprana edad.

Tabla 4. Densidad folicular y relación de folículos secundarios/primarios, en camélidos.

CSD/Edad(meses)	Densidad folicular(n/mm ²)					Índice folicular(n/mm ²)				
	2	4	6	10	Prom.	2	4	6	10	Prom
Alpaca Huacaya	26,7	18,27	16,66	22,3	20,98	7,33	9,39	8,81	8,08	8,40
Alpaca Suri	25,24	20,75	15,15	19,9	20,26	8,77	8,83	7,79	6,89	7,84
Llama Ch'aku	14,41	12,49	11,43	17,98	14,08	4,41	5,87	4,62	4,66	5,05

Fuente: Antonini *et al.*, (2004).

Paucar y Sedano, (2014) realizaron estudios en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc (CIDCS - Lachocc) de la Universidad Nacional de Huancavelica con el objetivo de determinar las correlaciones entre índice folicular (IF), peso de vellón sucio (PVS) y media de diámetro de fibra (MDF). Los datos se procesaron por medio de un modelo de regresión lineal múltiple para explicar el peso de vellón a partir de la media de diámetro de fibra pilosa e índice folicular: Los resultados del IF (s/p), PVS (kg) y la MDF (II) fueron 12,81; 2,54 y 21,10 respectivamente, observando que la edad influyó significativamente en el índice folicular de las alpacas ($p < 0,05$), alpacas de 2 años de edad tienen menor índice folicular que los de 1 año; por otro lado, el sexo no logró influir ($p > 0,05$) sobre el índice folicular.

Tabla 5. Promedio (desviación estándar) del IF, PVS y MDF de alpacas del CIDCS-Lachocc en Huancavelica.

Variable	n	IF (S/P)	PVS(kg)	MDF(μ)
Edad*		[0,001]	[0,000]	[0,000]
1 año	41	13,74 (2,76)	2,09(0,42)	19,58 (2,07)
2 años	29	11,49 (2,48)	3,17(0,45)	23,26 (2,34)
Sexo*		[0,156]	[0,032]	[0,612]
Macho	39	12,42 (2,95)	2,63 (0,73)	21,21 (2,83)
Hembra	31	13,30 (2,70)	2,42 (0,63)	20,97 (2,88)
Global	70	12,81 (2,85)	2,54 (0,69)	21,10 (2,83)

Fuente: Paucar y Sedano, (2014).

Leyenda: * = Entre corchetes se encuentran los p-valores que evalúan la significación de la edad y sexo sobre las variables estudiadas; n: Número de alpacas.

Escobar y Esteban, (2009) con el objetivo de estudiar la relación entre la media del índice folicular y la media del diámetro de fibra pilosa en alpacas Huacaya en el Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos - Lachocc de la Universidad

Nacional de Huancavelica. Procesaron 80 biopsias mediante medios histológicos y coloración de hematoxilina - eosina; encontraron un promedio general 15,07 folículos secundarios sobre primarios, estos resultados provienen de un área evaluada de 0,2704 mm²; no encontrando diferencias significativas por sexo ni por edad. Con la finalidad de verificar la edad en la que los folículos secundarios alcanzan su madurez y comparar la estructura y actividad folicular en tres diferentes tipos de camélidos del Perú (alpaca Huacaya, alpaca Suri y Llama Chaku).

Carro *et al.*, (2011) al determinar el efecto de la edad sobre la población folicular y su relación con las características de calidad del Mohair del núcleo experimental de caprinos de Angora del INTA Bariloche-Argentina, con seis cabras de ambos sexos y de cinco grupos etarios (n = 30) correspondientes a animales de 5 meses (1), 29 meses (2), 41 meses (3), 53 meses (4) y 65 meses (5) de edad para el estudio de características de la fibra pilosa y de los folículos pilosos, donde se tomaron muestras de piel y fibra pilosa; encontraron que, la densidad folicular disminuyó significativamente a partir de los 53 meses; la relación entre folículos secundarios y primarios alcanzó un valor mínimo a los 41 meses; el diámetro folicular interno se incrementó significativamente hasta los 53 meses para luego decrecer; y el porcentaje de actividad de folículos secundarios mostró un significativo decrecimiento hasta los 65 meses, mientras que los folículos primarios no presentaron diferencias. Se registraron correlaciones significativas entre características foliculares y características del vellón.

Tabla 6. Medidas cuantitativas de las variables de los folículos totales y relación folicular primario/secundarios, por especie.

Carácter	Ovinos		LLamas		Alpacas		Vicuñas
	Corriedale	Lincoln	Ch'aku	K'ara	Huacaya	Suri	
DFT(f/mm ²)	28	14	19	19,4	15,4	16,9	78
R: P/S(f/mm ²)	10	5	3,8	4,3	7,2	4,9	27

Fuente: Rodríguez, (2003).

2.1.2. Densidad de fibra pilosa

En camélidos sudamericanos, no existe mucha información sobre la densidad de fibras pilosas; aunque sí existen reportes sobre la densidad folicular que se encuentra estrechamente relacionada con la densidad de fibra pilosa y la densidad

del vellón (Gamarra, 2008); por tanto, constituye un referente de comparación; sin embargo, existen reportes superficiales acerca de la existencia de haces de fibras pilosas en vicuñas y alpacas; así (Chamut *et al.*, 2016) encontraron en vicuñas, haces compuestos por tres fibras pilosas mostrando diferencias substanciales en tamaño y relación espacial entre pelos, fibras pilosas y lanas, mientras que (Torres de Jasauí *et al.*, 2007 y Badajoz *et al.*, 2009) también reportaron en alpacas haces formadas hasta por tres fibras pilosas.

Ccalta, (2020) en su trabajo “DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE FOLICULAR Y DENSIDAD DE FIBRA DE ALPACAS HUACAYA DEL CENTRO DE INVESTIGACION DE CAMELIDOS SUDAMERICANOS LA RAYA” utilizó 35 alpacas, para la evaluación de la densidad de fibra, realizó la preparación de la piel en alpacas vivas, luego capturó, almacenó y procesó las imágenes mediante el software FIBER DEN. Obteniendo como resultado 29,49 fibras/mm², los valores promedio según sexo fueron de 30,98 fibras/mm² en machos y de 28,50 fibras/mm² para hembras, no hallando diferencias significativas entre ambos sexos y los valores promedio según edad fueron de 34,18 fibras/mm²; 33,06 fibras/mm²; 27,70 fibras/mm² y 26,66 fibras/mm² para alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, concluye que alpacas de DL y 2D resultaron con mayor densidad de fibra pilosa, respecto a las alpacas de 4D y BLL.

Quispe y Quispe, (2019) en su trabajo denominado “Método no invasivo para determinar la densidad y haces de fibras pilosas en piel de animales vivos”, el procedimiento para determinar la densidad de fibras pilosas fue dividido en 4 pasos, iniciándose con: la preparación de la piel del animal, la captura amplificada de imágenes de piel y fibras pilosas en el animal vivo, el almacenamiento de imágenes y finalmente el procesamiento de las imágenes y presentación de datos. El método propuesto permitió obtener imágenes nítidas de fibras pilosas y haces, principalmente para el caso de alpacas, llamas y vacunos, haciendo posible el conteo de la cantidad de fibras pilosas, haces y poros, obteniendo así la densidad de fibras, densidad de poros y fibras/poros. De este modo se ha podido constatar que en caso de alpacas y llamas resulta muy común observar que fibras pilosas de 2, 3 y 4 emergen de un mismo poro al que recubre una vaina, salvo en el caso de pelos o cerdas que emergen solitariamente, tal como sucede también para el caso de vacunos o llamas respectivamente.

Tabla 7. Media y desviación estándar (DE) de la densidad de fibras pilosas y densidad de poros por mm²: También se muestran la relación del Número de fibras/Número de poros en llamas y alpacas.

Característica	Alpaca (n=10)		Llamas (n=9)	
	Media	DE	Media	DE
Densidad de fibras pilosas	19,40a	5,98	12,73b	4,24
Densidad de poros	8,0a	2,25	6,77b	6,77
Relación de fibras/poros	2,38a	0,53	1,89b	1,89

Diferencias estadísticamente significativas para cada característica, entre alpacas y llamas, son indicadas con diferentes letras(P<0,01)

Fuente: Quispe y Quispe, (2019).

Tabla 8. Resumen de estadísticos de la densidad de fibras pilosas, poros y relación Número de fibras/poros, evaluados en 6 vaquillas Holstein.

Característica	n	Media	DE	CV	Min.	Max.
Densidad de fibras pilosas	6	11,78	1,42	12,02	10,80	12,40
Densidad de conductos	6	11,57	1,40	12,25	10,70	12,40
Relación fibras/poros	6	1,03			1,00	1,03

Fuente: Quispe y Quispe, (2019).

Mamani, (2009) reporta 1 677,10 fibras/cm² (16,77 fibras/mm²) en alpacas de 2 años, 1 687,42 fibras/cm² (16,87 fibras/mm²) en alpacas de 3 años, 1 535,98 fibras/cm² (15,36 fibras/mm²) en 4 años y 1 390,32 fibras/cm² (13,90 fibras/mm²) en alpacas de 5 años. Resultando con diferencias estadísticas por el efecto edad. De tal modo se observa que el número de fibras pilosas va disminuyendo a medida que avanza la edad del animal, la razón fundamental de este comportamiento es el crecimiento en todas las direcciones del cuerpo del animal, en razón de que el número de folículos pilosos debe permanecer constante durante toda la vida del animal.

Quispe et al.,(2013) En su artículo titulado Método no invasivo para determinar densidad y haces de fibras en piel de animales vivos, realizó el procedimiento con la utilización del equipo FIBER DEN® en un tiempo alrededor de 6 minutos/animal, obteniendo imágenes nítidas en piel de alpacas, llamas y vacunos vivos, vislumbrándose haces de 1 hasta de 7 fibras en alpacas Huacaya y llamas Ccara, con promedios ± error estándar (EE) para DenFib de 23,60±0,36 y 15 12,73±1,41

fibras/mm², DenCon de 10,50±0,16 y 6,77±2,26 conducto/mm² y Fib/Con de 2,41±0,04 y 1,89±0,63, respectivamente para alpacas y llamas.

En vacunos Holstein, Maia *et al.*, (2003) encontraron densidades promedio desde 920 a 1 309 pelos/cm²(9,2 a 13,29 pelos/mm²) con desviaciones estándar de 381 y 403 pelos/cm² (3,81 y 4,03 pelos mm²), para pelaje blanco y negro respectivamente, mientras que (Bertipaglia *et al.*, 2005) reportaron una densidad de 987 pelos/cm²(9,87 pelos mm²) con una desviación estándar de 374 pelos/cm² (3,74 pelos mm²), para pelaje blanco y negro respectivamente. Por otro lado, (Da Silva *et al.*, 2003) indica que la densidad depende de la raza, reportando que el ganado Simmental tiene menor densidad 940 pelos/cm² (9,40 pelos mm²), Holstein, posee densidad media entre 1 000 a 1 500 pelos/cm² (10 a 15 pelos mm²) y que el ganado cebú como el Nellore tiene mayor densidad entre 1800 a 2080 pelos/cm² (18 a 20,8 pelos mm²).

2.1.3. Densidad de poros

Ccalta, (2020) Halló resultados para densidad de poros de 10,03 poros/mm², los valores promedio según sexo fueron de 10,80 poros/mm² para machos y 9,51 poros/mm² para hembras, concluyendo que los machos tienen mayor densidad de poros por mm² en relación a las hembras, los valores promedio según edad fueron de 13,53 poros/mm²; 11,00 poros/mm²; 9,63 poros/mm² y 8,16 poros/mm² para alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, donde las alpacas de DL presentan mayor densidad de poros por mm² respecto a los de 2D, 4D y BLL.

2.1.4. Ratio (número de fibras por número de poros)

Ccalta, (2020) encontró valores promedio de ratio de 3,02 fibras/poro, los valores promedios para machos fue de 2,96 fibras/poro y para hembras fue de 3,06 fibras/poro, no muestran diferencias estadísticas significativas, los valores promedios según edad fueron de 2,60 fibras/poro; 3,02 fibras/poro; 2,88 fibras/poro y 3,29 fibras/poro para alpacas DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, Ccalta, concluye que alpacas de 2D, 4D y BLL poseen mayor número de fibras por número de poros en relación a las alpacas de DL.

2.1.5. Desviación estándar de fibra.

Ccalta, (2020) encontró el valor promedio de 4,38 fibras en alpacas Huacaya, según edad los valores promedio fueron de 3,87 fibras para machos y 4,72 fibras para hembras, sin diferencias estadísticas entre ambos sexos, los valores promedios encontrados para el efecto edad fueron de 4,70 fibras; 5,00 fibras; 4,95 fibras y 3,71 fibras en alpacas de DL, 2D, 4D y BLL, donde no muestran diferencias estadísticas entre edades.

2.1.6. Coeficiente de variabilidad de fibras

Ccalta, (2020) halló el valor promedio del coeficiente de variabilidad de la fibra fue de 15,48 % en alpacas Huacaya, los valores promedios según sexo fueron de 13,18 % y 17,02 % para machos y hembras respectivamente, para el efecto edad los resultados fueron de 14,48 %; 15,86 %; 18,00 % y 15,06 % para alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente. Ccalta, concluye que no hay diferencias estadísticas para ambos efectos.

2.1.7. Desviación estándar de poros

Ccalta, (2020) en su trabajo encontró el valor promedio de la desviación estándar del poro que fue de 1,55 poros en alpacas Huacaya, los valores promedio según sexo fueron de 1,51 poros en machos y de 1,57 poros en hembras, para el efecto edad los valores promedios encontrados fueron de 2,04 poros; 1,31 poros; 1,52 poros y 1,43 poros para alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente. Ccalta, concluye que ambos efectos no muestran diferencias estadísticas significativas.

2.1.8. Coeficiente de variación de poros

Ccalta, (2020) en su trabajo determinó el valor promedio del coeficiente de variación de poros que fue de 15,91 % en alpacas Huacaya, según sexo los valores promedios encontrados fueron de 13,87 % y 17,27 % para machos y hembras respectivamente, según edad los valores promedios fueron de 15,51 %; 11,79 %; 15,53 % y 18,12 % para alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, ambos efectos de sexo y edad, no mostraron diferencias estadísticas significativas.

2.1.9. Correlación entre el índice folicular y densidad de fibras pilosa

La relación entre la densidad folicular con la densidad de fibra pilosa, tiene un valor positivo (asociación directa), por lo que se deduce que, a mayor densidad

folicular, hay mayor densidad de fibras pilosas con el consiguiente aumento del peso de vellón en los primeros años de vida (Velásquez, 1985).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Generalidades

Los estudios de la piel de alpaca demuestran ciertas particularidades de la especie, entre ellas ausencia del estrato lucido y la presencia de núcleos redondos en el endotelio de los vasos sanguíneos (Torres *et al.*, 2007). El elemento básico de la producción de fibra pilosa es el folículo. Son invaginaciones de la piel constituidas por una túnica periférica, que es continuación de la dermis y por dos vainas centrales que corresponden a las capas de la epidermis. En su interior se encuentra la raíz de la fibra pilosa con un bulbo pilífero rodeando a la papila que nutre y origina el crecimiento del pelo fino por proliferación celular. Existen dos tipos de folículos, los primarios dan origen a los pelos largos y gruesos, los folículos secundarios originan la lana fina y comienzan a desarrollarse alrededor de los folículos primarios, después de éstos durante la vida intrauterina (Siguayro y Aliaga, 2010).

La densidad de la fibra pilosa está relacionada con la producción y calidad de fibras pilosas, resultando importante en última instancia la cantidad de lana o fibra pilosa que puede tener una oveja (Burns, 1937) u otra especie animal, que puede ser predicha por cualquiera de estos indicadores, existiendo también otros como el peso del vellón (que no evalúa la calidad), la densidad folicular, ratio folículos secundarios/primarios, entre otros. Esto resulta ser cierto ya que la cantidad de lana o fibra pilosa producida por las ovejas, camélidos, conejos, cabras, entre otras, está en función a la variación entre animales, por efecto de medio ambiente temporal y el permanente; y que el primer aspecto es influenciado por el área corporal del animal, diámetro de las fibras pilosas, longitud de mecha y la densidad, siendo este último un criterio importante para la selección animal por lo cual resulta necesaria la implementación de metodologías precisas (Mathews, 1951). El peso corporal ha resultado ser un buen indicador del área corporal, mientras que la longitud de mecha es de fácil medición mediante una simple regla, y en la actualidad existen diversos equipos automatizados para medir la fibra pilosa,

sin embargo, la medición de la densidad resulta aun considerablemente más dificultosa (McFadden y Neale, 1954)

Cruz, (2011) indica que, en alpacas, la densidad es referida al número de fibras pilosas que existen por unidad de superficie del vellón (mm^2) y que a mayor densidad existe mayor peso de vellón y también menor diámetro de la fibra pilosa (Torres y Carpio, 1992 y Espinoza, 2009), pudiendo así ésta característica servir como excelente criterio de selección cuando se desea mejorar la cantidad y calidad de fibra pilosa.

2.2.2. La Fibra pilosa de alpaca

La fibra pilosa de alpaca es una estructura organizada, formada principalmente de una proteína llamada queratina que crece desde la raíz de la dermis. La principal característica productiva y económica de la alpaca es su fibra pilosa, que actualmente se caracteriza en el extranjero como una fibra exótica y sus características textiles de calidad hacen que tenga un precio mayor frente a la lana de ovino en el mercado mundial (Kadwell *et al.*, 2001).

2.2.3. Estructura de la piel

La estructura de la piel en alpacas es similar a la de otros mamíferos (Gaitán, 1967), estando formada por tres capas bien definidas: la epidermis, capa delgada externa; la dermis, capa gruesa interna y la hipodermis, capa grasa (Chambilla, 1983 y Bustinza, 2001).

2.2.3.1. La epidermis

Está formada por un epitelio estratificado, plano y queratinizado y contiene cuatro estratos. El estrato Corneo es el más superficial y está formada por una sola capa de células formado por escamas corneas llenas de queratina. El estrato granuloso está formado por una sola capa de células planas, con citoplasma plegado a la superficie y con presencia de granos de queratohialina, los cuales posiblemente participan en la formación de la queratina. El estrato Espinoso, el cual presenta células poliédricas y generalmente forma tres capas, presentando núcleos algo picnoticos: las células superficiales, aplanadas y las profundas, poliédricas. Por último, el estrato Germinativo o Basal, con células cubicas en algunas zonas y en otras de aspecto cilíndrico. También pueden encontrarse células aplanadas los

cuales descansan sobre una fina capa celular, algo brillante. En esta capa, la raza Suri presenta menos grasa que la Huacaya. Esta capa es más delgada en la alpaca que en otras especies (Bustinza, 2001).

2.2.3.2. La dermis

Está compuesta principalmente por tejido conectivo, conteniendo fibras pilosas de colágeno; es bastante gruesa y en su lecho se encuentran folículos pilosos, glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y musculo erector del pelo. La dermis se divide en dos capas. La dermis superficial delgada, caracterizada por la presencia de tejido conectivo laxo, con un número considerable de células conjuntivas o fibrocitos, por lo que toma el nombre de lámina propia, esta capa se hace progresivamente densa hacia la parte profunda, formando líneas y tabiques que separan los nidos foliculares. Por otro lado, tenemos a la dermis profunda, formada por tejido conectivo denso, cuyas fibras pilosas colágenas se presentan en haces gruesos, desordenados, con tendencia a orientarse paralelamente a la superficie de la piel. Es en esta zona donde se presentan los bulbos pilosos (Bustinza, 2001). El límite entre la epidermis y la dermis es bastante liso y no se distinguen con claridad los clavos interpapilares descritos para otros tipos de piel (Bustinza, 2001).

En la dermis se hallan los capilares sanguíneos los cuales forman grupos tortuosos alrededor de los grupos foliculares. En CSD estos superan en cantidad a los ovinos y cerdos. Los paquetes de capilares en la raza Huacaya no llegan a acercarse a los grupos foliculares, sino que terminan a cierta distancia, por lo que el suministro de sustancias necesarias para estos sería por difusión a través del tejido conectivo. Mientras que en la raza Suri, estos paquetes capilares son más abundantes y se acercan más a los grupos foliculares. Lo anterior lleva a especular que la piel de las alpacas Suri es semejante a la de los animales de climas calurosos, lo que es reforzado por la característica de vellón abierto y su menor resistencia a las condiciones de las zonas altas (Bustinza, 2001).

2.2.3.3. La hipodermis

Es una capa de la piel de CSD formada por tejido conectivo laxo, cuya función es fijar la dermis a los huesos o músculos y cuya principal característica es la presencia de un alto número de células adiposas (Bustinza, 2001).

2.2.4. Folículos Pilosos en Alpacas

La fibra pilosa es producida por los folículos que se encuentran incrustados en la piel, así las fibras pilosas de mayor importancia comercial son producidas por los folículos secundarios; cuyo valor depende de la densidad, que afecta la cantidad y el diámetro que afecta la finura de la fibra pilosa; las alpacas tienen folículos secundarios predominantes, por lo que es considerado como un animal con fibras pilosas de capa simple (Galbraith, 2010). La madurez de los folículos en el caso de alpacas sería a una edad temprana (Antonini *et al.*, 2004 y Antonini, 2010). En el caso de alpacas los folículos pilosos han sido denominados "complejo folicular piloso" por (Badajoz *et al.*, 2009) a causa de su diversa y compleja citoarquitectura y su relación con las glándulas anexas y tejido conectivo subyacente.

La fibra pilosa en formación se halla rodeada por una estructura denominada folículos pilosos. Estos folículos cubren casi todo el espesor de la dermis. El folículo presenta en su base un ensanchamiento que constituye el bulbo piloso, el cual presenta una papila de tejido conectivo con varios capilares. Esta papila invagina profundamente al bulbo formando un área bastante notoria. El bulbo limita con este tejido capilar de la papila por medio de una capa de células alargadas en las que se observan figuras mitóticas.

2.2.4.1. Tipos de Folículos Pilosos

Existen dos tipos de folículos: los folículos primarios (FP) relacionado con la glándula sebácea, la glándula sudorípara y el músculo erector que dan origen a los pelos largos y gruesos. El folículo primario (FP) no está rodeado completamente por folículos secundarios (FS) sino que se localiza a un lado de ellos. Los folículos secundarios (FS) con frecuencia van acompañados de glándulas sudoríparas y originan la fibra pilosa fina y comienzan a desarrollarse alrededor de los folículos primarios (San Martín y Franco, 2007; Rodríguez, 2006 y Bustinza, 2001).

Los folículos se encuentran en grupos foliculares; compuestos por un folículo primario rodeado de 3 a 20 folículos secundarios en alpacas Suri, en cambio en alpacas Huacaya un folículo primario se encuentra rodeado por 3 a 26 folículos secundarios; también pudiéndose encontrar folículos primarios solitarios (folículo primario extra grupo folicular) (Badajoz *et al.*, 2009). Lo que describiremos a continuación se basa en los estudios de (Badajoz *et al.*, 2009).

- a) **Folículos primarios:** Este es el primero en desarrollarse en el feto, de mayor diámetro que los folículos secundarios; también está relacionado con la glándula sebácea, la glándula sudorípara y el músculo erector (Badajoz *et al.*, 2009).
- b) **Folículos secundarios:** Estos empiezan su desarrollo después de los folículos primarios en el feto, tienen menor diámetro y están acompañados con frecuencia de glándulas sudoríparas (Badajoz *et al.*, 2009).
- c) **Grupos foliculares simples:** Estos están formados sólo por folículos secundarios que se encuentran en su mayoría fusionados a través de su vaina radicular externa (Badajoz *et al.*, 2009).
- d) **Grupos foliculares compuestos:** Estos se encuentran formados por folículos primarios y secundarios, delimitados completamente por tejido conectivo denso que se infiltra entre ambos, formando un fino estroma conectivo (Badajoz *et al.*, 2009).

2.2.5. Formación de la fibra pilosa

La formación de la fibra pilosa y su crecimiento está mediada por diversos factores como son las hormonas extra foliculares, factores de crecimiento y también por sustancias generadas por el mismo folículo piloso (Krause y Foitzik, 2006). Los factores endocrinos (andrógenos, estrógenos, prolactina, glucocorticoides) influyen en el crecimiento de la fibra pilosa; los factores locales como el calor y el masaje aumentan la actividad metabólica favoreciendo el rápido crecimiento de la fibra pilosa; los factores genéticos influyen en la textura, coloración y densidad pilosa; finalmente los factores metabólicos, como la nutrición influyen sobre la cantidad y calidad de la fibra pilosa (Sosa, 2006). Entonces la formación y crecimiento de la fibra pilosa tiene dos procesos esenciales; la multiplicación celular y la queratinización de dichas células; las células a medida que van multiplicándose van alargándose, teniendo dentro de ellas ciertas reacciones (queratinización); cuando este proceso se completa, las células mueren y son expulsadas del folículo como fibras pilosas (Gamarra, 2008). Estos procesos requieren de sustancias básicas para la producción de nuevas células y formación de queratina, el folículo extrae dichas sustancias del torrente sanguíneo.

Al nacimiento los folículos pilosos se encuentran bastante compactados en la piel siendo en general muy alta la densidad, a medida que el animal va creciendo, la

densidad folicular disminuye. Asimismo, la densidad folicular está influenciada por la región anatómica debido a que no hay una disminución de ella en la dirección antero posterior y también en el sentido dorso ventral encontrándose que en la zona del costillar medio constituye la zona representativa de la densidad folicular (Carpio, citado por Escobar y Esteban, 2009).

Minola, citado por Sumari, (1986) refiere que, a medida que avanza la edad la cantidad de folículos disminuyen, lo que estaría condicionado al fenómeno de dispersión por estiramiento de la piel en la fase de crecimiento de la cría.

2.2.6. Estructura del Folículo

Scott *et al.*, citado por Escobar y Esteban, (2009) refieren que, el folículo piloso presenta en su base un ensanchamiento que constituye el bulbo piloso, el cual presenta una papila de tejido conectivo con varios capilares. Esta papila invagina profundamente al bulbo formando un área bastante notoria. En dirección longitudinal, el folículo puede dividirse en las siguientes regiones: región del bulbo, región por encima del bulbo y tercio superior del folículo. Región del bulbo dentro de ésta se encuentra la papila, que comprende un grupo de células de la dermis. El bulbo contiene las células germinativas, se multiplican para proveer las células de la fibra pilosa. Las células mueren y son expulsadas del folículo con fibras pilosa de lana. Este proceso de endurecimiento de las células se llama queratinización debido a que se forma una proteína insoluble. Región por encima del bulbo, esta región tiene una forma ligeramente en espiral, y además es más gruesa de un lado que del otro, ya que el folículo tiene una especie de hinchazón en uno de sus lados. Las células de la fibra pilosa están diferenciadas, y la propia fibra pilosa se queratiniza a medida que es rodeada por las capas ya queratinizadas de la vaina interna de la raíz. Tercio superior del folículo, en esta región la vaina externa de la raíz tiene una estructura similar a la epidermis. La membrana del folículo y la parte superior de los ductos de las glándulas sudoríparas y sebáceas, están alineadas con varias capas de células cornificadas y la fibra pilosa está completamente queratinizada.

2.2.7. Diferenciación histológica entre folículos primarios y folículos secundarios

Los folículos de la alpaca por su distribución se clasifican en dos clases: Simples y Compuestos. Los folículos simples contienen una sola fibra pilosa, con diámetro bastante grueso, cuya médula es infalible y están acompañados de una glándula sudorípara, que en algunos casos puede desembocar al folículo o, en otros, emerger libremente y han sido definidos como folículos primarios solitarios. Los folículos compuestos están formados por varios folículos de diferentes tipos y grosores, rodeados por tejido conectivo denso. Estos folículos se compactan y en la zona superficial se fusionan unos con otros y su emergencia es única. Este folículo compuesto toma el nombre de nido folicular, con un folículo primario y varios secundarios. El folículo primario (FP) es el más grande y de mayor diámetro y está relacionado con la glándula sebácea, glándula sudorípara y el musculo erector. El FP no está rodeado completamente por folículos secundarios (FS), sino que se localiza a un lado de ellos. Los FS son de menor diámetro y con frecuencia van acompañados de glándulas sudoríparas (Bustinza, 2001).

Aliaga, (2006) y Bustinza, (2001) coinciden en, describir que el trio de los folículos primarios asociados con sus folículos secundarios, constituyen el grupo folicular, el cual constituye la unidad de producción de lana. Además, los folículos primarios producen fibra pilosa mucho más gruesa que los secundarios, estos carecen de glándulas sudoríparas y del musculo erector de pilli, no así los folículos primarios que los poseen. Sin embargo, ambos tipos de folículos tienen en común glándulas sebáceas. Los folículos secundarios presentan algunas características diferenciales de los primarios. Además de su formación posterior en el feto, se distinguen de los primarios en que no poseen glándulas sudoríparas, ni músculo erector. Además, su glándula sebácea es mucho más pequeña (unilobulada) y en algunos casos no existe. Alcanzan una profundidad menor en la dermis que los primarios y a diferencia de estos nunca producen pelos, ni kemps (Minola y Goyenechea, 1975).

2.2.8. Crecimiento y desarrollo de los folículos pilosos primarios y folículos secundarios en la etapa pre-natal y post-natal

Los diferentes estadios de desarrollo folicular siguen un orden definido y similar a los descritos en ovinos y pueden ser aplicados en alpacas (Hardy y Line, 1956; Hynd y Masters; Yi, 1995; citados por Escobar y Esteban, 2009).

En alpacas, el desarrollo folicular es similar al de los ovinos. Así, el FP inicia su formación entre los 90 y 147 días después de la concepción y la mayor producción se da entre los 187 a 214 días de gestación. El desarrollo de los folículos secundarios originales (FSO) se observa a partir del día 187 y el desarrollo de los folículos secundarios derivados (FSD) se produce a los 264 días de gestación (Yi, citado por Escobar y Esteban, 2009). Cabe resaltar que la maduración folicular sólo alcanza el 75% (Bustinza, 2001).

2.2.9. Densidad folicular y relación folicular secundarios/primarios

La densidad es el número de fibras pilosas por unidad de superficie, al nacimiento los folículos pilosos se encuentran bastante compactados en la piel, siendo en general muy alta la densidad, a medida que el animal va creciendo la piel se expande y la densidad folicular disminuye (Flores *et al.*, 2004). La densidad es una característica que le interesa al productor, porque a mayor densidad obtendrá mayor peso de vellón.

2.2.10. Técnicas histológicas para el procesado de la muestra

Técnica Histológica, abarca varios procedimientos a los que se somete un tejido para proporcionar los cortes como se conocen, montados bajo un cubre objeto con imágenes de estructuras contrastadas, para su estudio bajo microscopía óptica o electrónica.

2.2.10.1. Obtención de muestra

Holt, (2011) menciona que la zona más propicia y representativa para la toma de muestra de piel en todas las especies se encuentra a la altura de los costillares ya que las zonas con mayor amplitud de capas de piel se encuentran a la altura de las palmas de las manos y las plantas de los pies con 4 mm; así también las zonas con menor amplitud de capas de piel se encuentran a la altura de los párpados de los ojos con 5 mm.

Valmi, (2011) Menciona que para empezar con la técnica histológica se debe obtener una muestra del tejido el cual ya fue debidamente extraído, conservado y rotulado.

2.2.10.2. Fijación

Montalvo, (2010) describe que este es un proceso que cuya finalidad es determinar la vida de la célula e impedir las modificaciones post mortem que pueda sufrir la célula, manteniendo la estructura morfológica de células y tejidos sin que ocurran cambios notables en ellos, y esto se consigue inmovilizando (por coagulación o precipitación) las moléculas proteínicas e inhibiendo principalmente las enzimáticas haciéndolas insolubles. Esta acción garantiza la integridad de las células y tejidos, y esto se consigue mediante agentes químicos denominados fijadores. Así el formol es la sustancia elegida y de mayor uso en los laboratorios que realizan técnicas histológicas y para ello se usa el formol al 10% (ósea una solución de 10% de formol con 90% de agua); (Valmi, 2011) ya también dice que este proceso se refiere al tratamiento del tejido con sustancias químicas, de manera que mantenemos las células con las propiedades intactas lo mejor posible. Esto se logra al inactivar ciertas enzimas celulares que de otra manera iniciarían la autólisis y llevarían a la degeneración post mortem. La fijación mantiene las estructuras al estimular la formación de enlaces cruzados entre las proteínas.

2.2.10.3. Deshidratación

Para Montalvo, (2010) y Valmi, (2011) está significa extraer o remover el agua de los tejidos fijados, y esta debe ser completa porque de lo contrario el solvente no actúa. (Valmi, 2011) afirma que el mejor agente para este proceso es el alcohol etílico; (Montalvo, 2010) por esto se sumergen en alcohol etílico y se sigue la secuencia, tiempos y proporciones, (Valmi, 2011) la deshidratación se logra mejor utilizando alcoholes de menor a mayor concentración siguiente:

- ✓ Frasco 1 de alcohol etílico al 70%-----12 horas
- ✓ Frasco 2 de alcohol etílico al 70%-----12 horas
- ✓ Frasco 1 de alcohol etílico al 95%-----1 hora
- ✓ Frasco 2 de alcohol etílico al 95%-----1 hora
- ✓ Frasco 1 de alcohol etílico al 100% -----1 hora
- ✓ Frasco 2 de alcohol etílico al 100% -----1 hora

2.2.10.4. Aclaramiento o Diafanización (Desalcoholización)

Valmi, (2011) comenta que este proceso permite que el alcohol de los tejidos sea reemplazado por un líquido que disuelva la parafina con la cual el tejido va a ser impregnado. Además, muchas de estas sustancias tienen la propiedad de

volver transparente los tejidos; el solvente más usado para la parafina es el xilol. La proporción en relación con la muestra debe de ser 10 veces el volumen del tejido, pero como una dificultad del proceso, es cuando la deshidratación no es completa, el xilol toma un aspecto lechoso cuando se le añade el tejido.

2.2.10.5. Inclusión en Parafina

Montalvo, (2010) dice que la parafina es un hidrocarburo saturado proveniente de la destilación del petróleo, que generalmente son sustancias solidas a temperatura ambiente, como propiedad de la parafina es que esta hierve a 300 °C; ya también (Valmi, 2011) dice que este proceso comprende la impregnación de los tejidos con un medio que llene todas las cavidades naturales, y que proporcione una consistencia firme necesaria para hacer tos cortes bien delgados sin provocar distorsión, (Montalvo, 2010) menciona que el tiempo de permanencia de la muestra dentro del recipiente de parafina dependerá de la naturaleza del tejido y el tamaño de la muestra.

2.2.10.6. Moldes para Bloques

Montalvo, (2010) la formación de bloques de parafina se efectúa empleando moldes de diferentes materiales, áreas y profundidades; los cuales pueden ser de papel metal o plásticos; en este caso (Valmi, 2011) menciona que actualmente utilizan moldes plásticos para inclusión (cassetter) que consiste en una base de plástico en la cual se incluye la pieza tisular. Luego se pone encima una tapa de plástico (Montalvo, 2010) la muestra debe estar correctamente orientada para facilitar la obtención de los cortes.

2.2.10.7. Corte de los Tejidos

Montalvo, (2010) dice que en esta etapa los tejidos y la parafina integran un solo bloque que contiene la dureza y consistencia suficiente para obtener secciones delgadas y transparentes de nuestras muestras, las secciones delgadas o cortes se obtienen usando instrumentos mecánicos diseñados. Para que en forma más o menos automática seccione el bloque de parafina en cortes delgados y de grosor uniforme; el instrumento usado se denomina micrótopo; (Valmi, 2011) dice que este instrumento es un equipo rotatorio semiautomático que se utiliza para el corte donde el bloque se acerca, progresivamente a la cuchilla que se acerca con el filo

hacia arriba rebajando progresivamente el tejido hasta conseguir el corte deseado. (Montalvo, 2010) menciona, que el sistema de funcionamiento de este equipo consta de 4 mecanismos principales que son:

- ✓ Sujeción del bloque de parafina.
- ✓ Sujeción de la navaja.
- ✓ El filo de la navaja permite que el equipo seccione el bloque en cortes delgados y de grosor uniforme.
- ✓ El avance del bloque es uniforme ya que se programa para obtener cortes precisos y del mismo diámetro.

2.2.10.8. Grosor del Corte

Valmi, (2011) menciona que el grosor del corte ideal es de 2 a 3 micras. Esto reduce la superposición de núcleos.

2.2.10.9. Orientación del Bloque

Valmi, (2011) esta debe ser correctamente ubicado en el micrótopo, para tener preparaciones de la superficie, libre de líneas, pliegues, o distorsión celular. Antes de seccionar el bloque, se debe examinarlo y establecer como debe ser cortado en el sujetador del bloque del micrótopo. Una vez que el bloque está seguro en el sujetador, iniciar el corte grueso, avanzando repetidamente el bloque manualmente obteniendo cortes, detenerse cuando la superficie del bloque entera es expuesta. Enfriar la cuchilla y el bloque brevemente con un tubo de hielo. Luego se procede a hacer cortes finos sucesivos que forman una cinta de tejido, para la cual la manija debe ponerse a velocidad lenta. Colocar el corte fino en la superficie del baño de flotación.

2.2.10.10. Flotación

Valmi, (2011) dice que el baño de flotación debe ser calentado a pocos grados bajo el punto de fusión de la parafina. El uso de agua destilada en el baño ayuda a eliminar burbujas (puede usarse agua de caño). Agregar lentamente ácido al agua. Llevar la solución a ebullición. Enfriar y agregar al baño de flotación conforme se necesite. El hervido remueve el CO₂ del agua reduciendo la formación de burbujas de aire. El ácido clorhídrico al 1% previene la precipitación de sales minerales que ocurre luego que el CO₂ ha hervido.

2.2.10.11. Adhesivos para tejidos

Valmi, (2011) El adhesivo más usado es la gelatina. También se utiliza albumina bovina. Se coloca una capa de albumina sobre la lámina en que se recoge el tejido del baño de flotación.

2.2.10.12. Tinción

Montalvo, (2010) Una vez ya obtenidos los cortes y los tejidos ya hayan sido adheridos a los portaobjetos estos están listos para ser coloreados; (Valmi, 2011) dice que la tinción de los cortes histológicos permite estudiar y conocer las características físicas de los tejidos y las relaciones entre las células que los constituyen. (Montalvo, 2010) afirma que el proceso de coloración o tinción consiste en que una estructura celular o tisular adquiera especialmente un color bajo la acción de una sustancia colorante, y se considera que una estructura se a coloreado cuando al lavarse con el líquido que disuelve el colorante no se decolora; (Valmi, 2011) dice que se efectúa generalmente usando mezclas de sustancias químicas denominadas colorantes. Los colorantes usados se pueden clasificar como ácidos, básicos o neutros. Los componentes de los tejidos que se tiñen fácilmente con colorantes básicos se denominan basófilos, reciben el nombre de acidofilos aquellos que se unen a los colorantes ácidos. El azul de toluidina y el azul de metileno son ejemplos de colorantes básicos, así como la hematoxilina. Los componentes más importantes de los tejidos que reaccionan con los colorantes básicos son las nucleoproteínas y las glucosaminas glicano ácido, debido a los grupos ácidos ionizables que contienen. Colorantes ácidos tales como el Orange G, la Eosina y la fucsina ácida tiñen principalmente los componentes básicos de las proteínas citoplasmáticas.

2.2.10.13. Tinción por hematoxilina y eosina (h-e)

Montalvo, (2010) dice que este tipo de coloración es de tipo más frecuente en el estudio de células y tejidos, a través del microscopio fotónico, donde el núcleo de la célula se colorea de azul; el citoplasma y material extracelular se colorea de diferentes tonos rosáceos; (Valmi, 2011) también aporta diciendo que en el servicio tradicionalmente utilizan el método Harris que es un método regresivo, pues tiñen todas las estructuras (núcleo, citoplasma, tejido conectivo) y es seguido por una

decoloración controlada y azuleamiento para llegar al óptimo resultado de tinción nuclear, previo desparafinado.

2.2.10.14. Montaje

Montalvo, (2010) menciona que una vez concluida la tinción de los cortes estos se deben colocar en condición de protección y de poder usarlos ininidad de veces sin que se deterioren y para este fin se debe recurrir al último paso que es el montaje; y para este fin se debe de colocar una gota de una sustancia adherente diluida generalmente en xilol se usa resina natural de bálsamo de canada o resinas sintéticas y encima de ellos una laminilla cubreobjetos cuidando que no queden burbujas de aire entre la resina; de ahí se deja que el xilol evapore y la resina adquiera solidez y para ello la placa se calienta ligeramente entre 45 °C y 50 °C durante 24 a 48 horas; (Valmi, 2011) menciona que este es el paso final de la preparación de las láminas es cubrir la porción que contiene el tejido con una lámina.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Densidad Folicular

Es el número de folículos pilosos por unidad de superficie generalmente expresados en mm² y se obtiene contando los folículos pilosos con énfasis en los folículos secundarios; las pruebas para evaluar la densidad folicular conllevan un procedimiento lento y costoso, por considerar biopsias de piel y equipo científico (Hoffman, citado por Escobar y Esteban, 2009).

Turner, citado por Gamarra, (2008) menciona que la densidad folicular influye en la finura de la fibra pilosa, la uniformidad, la compacticidad y el peso de vellón, además es un componente importante del vellón por cuanto que posibilita implementar sistemas de mejora de la cantidad de fibras pilosas.

2.3.2. Índice Folicular

Este es una característica que se deriva del cociente entre el número de folículos secundarios y folículos primarios en una cierta área de piel; según

(Galbraith, 2010) las fibras pilosas de mayor importancia comercial son producidas por los folículos secundarios. Esto indica que, a mayor índice folicular, la calidad de la fibra pilosa será mejor, tendrá mayor cantidad de fibras pilosas más delgadas (que son producidas por los folículos secundarios).

2.3.3. Densidad de fibra pilosa

La densidad de fibras pilosas (y/o pelos) es el número total de fibras pilosas (y/o pelos) que crecen en una unidad determinada de área de la piel de un animal (Burns y Miller, 1931; Bell *et al.*, 1936; Burns, 1937), (Bosman, 1934) indicó que la mayoría de los investigadores concuerdan que el número de fibras pilosas que crecen en una unidad de área es la base de la densidad; asimismo, considera que el número de fibras pilosas solo, no expresa completamente la densidad y esboza su teoría indicando que la densidad debe considerar el diámetro de fibra pilosa y ser expresado en términos de porcentaje de superficie de área realmente ocupado por las fibras pilosas.

2.3.3.1. Densímetro de fibra (Fiber Den)

El Fiber Den es un equipo que permite capturar imágenes de fibras y pelos en la piel rasurada de diversas especies animales, que luego de ser procesadas semiautomáticamente en una computadora, permite obtener evaluaciones de densidad de fibras pilosa y canales foliculares. Así como también Permite obtener gráficos de la distribución de poros por cantidad de fibras pilosas que emergen de cada uno de ellos. El equipo tiene capacidad de trabajo en campo, desempeñándose satisfactoriamente en condiciones de altitud hasta 5,300 metros sobre el nivel del mar y a temperaturas de -7 °C a 45°C. (Maxcorp Technologies S.A.C. Perú).

2.3.3.2. Características que evalúa el densímetro de fibras.

- ✓ Densidad de poros, bajo dos escenarios: Por 1 mm² y por 9 mm².
- ✓ Densidad de fibras, bajo dos escenarios: Por 1 mm² y por 9 mm².
- ✓ Relación Número de fibras /Número de poros.
- ✓ Desviación estándar de la densidad de fibras.
- ✓ Desviación estándar de la densidad de poros.
- ✓ Coeficiente de variación de la densidad de fibras.
- ✓ Coeficiente de variación de la densidad de poros.

2.3.3.3. Procedimiento para la determinación de densidad de fibras, poros y relación número de fibras/poros en animales vivos

El procedimiento no invasivo para determinar la densidad de poros y fibras en piel de animales vivos considera 4 procesos:

- ✓ La preparación de la piel y fibras del animal para la toma de información.
- ✓ La calibración del área de imagen a capturar.
- ✓ Captura amplificada y almacenamiento de imágenes de piel y fibras en el animal vivo.
- ✓ Procesamiento de las imágenes.

CAPITULO III

DISEÑO DE LA INVESTIGACION

3.1. **Ámbito de estudio**

El presente trabajo de investigación, se realizó en el laboratorio del Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos (CICAS)-La Raya, de la Escuela Profesional de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, localizado en el distrito de Maranganí, provincia de Canchis, región Cusco, con las siguientes coordenadas.

- ✓ Ubicación UTM 19 L0279482m E 8398851m S
- ✓ Latitud Sur. 14° 28.448'
- ✓ Longitud Oeste. 71° 02.753'
- ✓ Altitud. 4 133 m.s.n.m.

Fuente: GPS Garmin© Oregón 300

3.2. **Disponibilidad alimenticia**

En el CICAS La Raya, existen 8 comunidades vegetales predominantes, que están constituidas por especies de *Stipas*, *Festucas*, *Muhlebergias*, *Calamagrostis*, *Distichias*, también existen bofedales donde la vegetación dominante son las *Distichias*, *Plantagos*, *Juncus* y *Scirpus*. (Machaca. *et al.*, 2012)

3.3. **MATERIALES**

3.3.1. **Material biológico**

- Alpacas Suri de color blanco.

3.3.2. **Materiales para la obtención de muestras**

3.3.2.1. **Para la determinación del índice folicular**

- Punch o sacabocado de 5 mm
- Tintura de yodo 30 ml
- Lidocaína 50 ml (Anestésico local)
- Jeringas de tuberculina 0,5 ml
- Algodón 100 g
- Alcohol etílico al 96 %.
- Formol al 10 %.

- Tubos de colección de muestras.
- Guantes quirúrgicos descartables.
- CICLO SAM PLUS de 500 ml(Antibiótico)
- Botas
- Sogas de 3 m
- Cinta Masking Tape
- Rotuladores.
- Mameluco.

3.3.2.2. Para la determinación de la densidad de fibras pilosas

- Tinte sach life for men 35 ml
- Agua oxigenada “Oxigenta” 30 Vol. x 50 ml (Activador en crema)
- Jabón líquido (Shampoo concentrado Bella)
- Asperjador de agua.
- Cuchillas inoxidables.
- Toallas.
- Bol (recipiente).
- Brochas para teñido de cabello.
- Tijeras.
- Papel secante.
- Navaja de afeitar con hojas cambiables.

3.3.3. Del equipo

- Densímetro de fibras (Fiber Den).
- Microscopio digital (Motic Images Plus 2.0ML).
- Impresora.
- Computadora portátil
- Cámara digital

3.3.4. Materiales y equipo de escritorio

- Cuaderno de apuntes.
- Bolígrafos.
- Papel Bond A-4.
- Memoria USB.

3.4. Método

El método que se usó en el presente trabajo fue el analítico explicativo. Analítico, ya que primero se procesó las muestras y luego fueron analizadas en el laboratorio y de ahí se obtuvieron los resultados. Es explicativo porque una vez obtenidos los resultados, estos serán explicados y comparados con otros resultados que brindaron diferentes autores.

3.5. Tipo y nivel de investigación

Según la finalidad, es una investigación básica porque busca ampliar los conocimientos científicos y no tiene un propósito práctico inmediato, según Carrasco, (2005).

3.6. Variables de estudio

3.6.1. Variables Independientes

- ✓ Edad.
- ✓ Sexo.

3.6.2. Variables dependientes

- ✓ Índice folicular.
- ✓ Densidad de fibra.
- ✓ Densidad de conductos.
- ✓ Relación del número de fibras/número de conductos.

3.6.3. Definición operativa de variables

Tabla 9. Operacionalización de variables.

Variables	Tipo de variable	Naturaleza	Medición	Indicador
Edad	Independiente	Cuantitativa	De razón	Dientes de leche, 2 Dientes, 4 Dientes y Boca Llena.
Sexo	Independiente	Cualitativa	Nominal	Hembra y macho
Índice folículoar	Dependiente	Cuantitativa	De razón	Relación s/p, en un área determinada de piel (mm ²).
Densidad de fibra	Dependiente	Cuantitativa	De razón	número de haces de fibra por poro en un área de 1mm ² .
Densidad de conductos	Dependiente	Cuantitativa	De razón	Cantidad de poros por un área determinada (mm ²).
Relación del número de fibras/número de poros	Dependiente	Cuantitativa	De razón	Número de fibras/números de poros en un área de 1mm ² .

3.7. Metodología

La metodología de investigación del presente estudio, se realizó en las etapas siguientes

3.7.1. Determinación de la población muestra

Para el presente trabajo de investigación se utilizó alpacas de la raza Suri, hembras y machos en 4 categorías (dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena), del CICAS-La Raya, el trabajo tuvo una muestra poblacional de 30 alpacas, para el tamaño de muestra se consideró que el 60% de la población eran hembras y 40% machos, teniendo así a 18 hembras y 12 machos, según la estructura de rebaño descrita por (Novoa, 1987) se seleccionó la cantidad de alpacas por edades, teniendo la siguiente clasificación:

Tabla 10. Tamaño de muestra poblacional.

MACHOS		HEMBRAS	
Categoría	Numero de alpacas	Categoría	Numero de alpacas
Dientes de leche	3	Dientes de leche	4
2 Dientes	2	2 Dientes	3
4 Dientes	2	4 Dientes	3
Boca llena	5	Boca llena	8
TOTAL	12	TOTAL	18

3.7.2. Determinación del índice folicular

Las biopsias de piel se obtuvieron por punción con un sacabocado denominado punch para biopsia de 5 mm de diámetro, de la región medio costal derecha de cada alpaca, es decir aproximadamente de la décima costilla, en la mitad del cuerpo (Frank y otros 1993). Se considera esta parte del cuerpo por ser la más representativa que otras en cuanto a características de pelaje (Martínez, 1997).

3.7.2.1. Obtención de las muestras de piel

Se sujetó a las alpacas de manera individual para obtener las muestras de piel a la altura de la zona central entre la línea superior e inferior de la alpaca, costillar medio; se rasuró un área suficiente como para obtener la muestra, se desinfecto usando alcohol al 90 % como antiséptico y luego se colocó 2 ml de lidocaína para anestésiar localmente la zona indicada, la biopsia se obtuvo por punción con un sacabocado de 5 mm de diámetro previamente desinfectado, las muestras se colocaron inmediatamente en un frasco ya condicionado que contenía formol al 10%(solución fijadora) para su conservación y posterior estudio (cada frasco fue debidamente rotulado con la información de cada animal: arete, sexo y edad), luego la herida se atendió con mucho cuidado a fin de evitar alguna posible infección, para ello primero se aplicó tintura de yodo y luego un antibiótico. después dichas muestras fueron trasladadas al laboratorio de Patología “Medic Lab”.

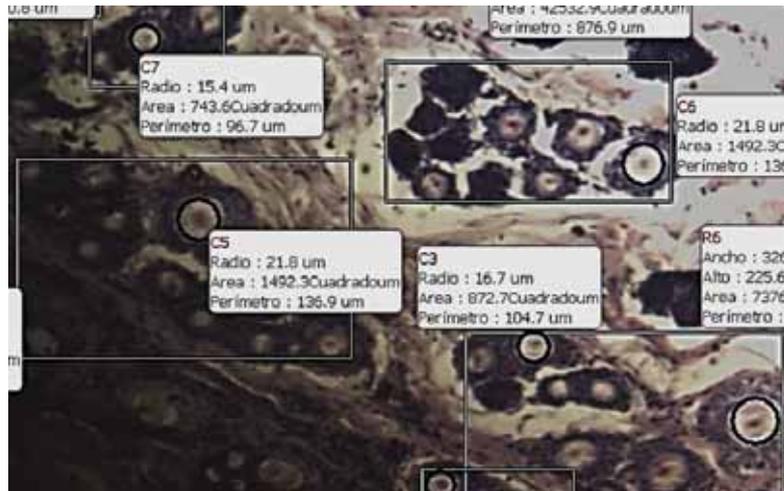


Fotografía 1. Tubos de colección debidamente rotulados con la información de cada animal: arete, sexo y edad.

3.7.2.2. Procesamiento de las muestras en el laboratorio

Las muestras de piel fueron entregadas al laboratorio “Medic Lab”, donde fueron procesadas por la técnica de inclusión en parafina; para el estudio de las muestras usaron el protocolo elaborado por el laboratorio.

Finalmente se hizo la lectura de las muestras ya procesadas en el laboratorio del Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos CICAS “La Raya”, donde primero se realizó el conteo de folículos primarios y secundarios, luego se procedió a la medición del área, perímetro y diámetro de los folículos con el objetivo de 100X de cada muestra con el microscopio compuesto modelo MOTIC, que cuenta con un programa (Motic Images Plus 2.0ML). Luego de obtener las mediciones, obtuvimos los datos, dicha información fue ordenada en cuadros Excel, así mismo los resultados de área, perímetro y diámetro del folículo se le multiplico por (0,84), coeficiente de corrección, esto debido a que la piel se encoge por efecto de la fijación y por el proceso de deshidratación (Gamarra, 2008). Y finalmente los datos son procesados en el SAS.



Fotografía 2. Conteo de folículos primarios y secundarios en el software Motic Images Plus 2.0 ml.



Fotografía 3. Medición de área, perímetro y diámetro de folículos a 100 X, en el software Motic Images Plus 2.0ML.

3.7.3. Determinación de la densidad de fibras pilosas

Para el procedimiento de la determinación de la densidad de fibras pilosas, conductos y la relación del número de fibras/número de poros se siguió el mismo procedimiento que utilizaron (Quispe y Quispe, 2019) para lo cual consideraron 3 procesos:

3.7.3.1. Preparación de la piel y fibras de los animales, captura de imágenes y procesamiento de imágenes

Se inició con el corte de las fibras pilosas con una tijera, en una zona del costillar medio derecho de cada alpaca de un área aproximada de 100 x 100 mm, Luego se procedió al lavado de la zona con agua y Shampoo, seguidamente se

procede al secado y luego al teñido, utilizando una mezcla de tinte y oxidante para dichos efectos, el tinte sobre la zona se dejó actuar por un promedio de 25 a 30 minutos, después de este tiempo se procede al lavado y secado (con papel secante y toalla). Luego de esto fue rasurada la zona teñida con el uso de una navaja provista de hoja de afeitar, dejando entre 0,2 a 0,4 mm de largo de la fibra pilosa desde el nivel de cada poro.



Fotografía 4. Corte de fibras en un área aproximada de 100 mm, en el costillar medio derecho de cada animal.



Fotografía 5. Lavado y secado de la zona a teñir.



Fotografía 6. Aplicación del tinte más el agente oxidante sobre la zona de muestreo de cada animal.



Fotografía 7. Tinte sobre el costillar medio derecho por 30 min.



Fotografía 8. Rasurado de la zona teñida.

3.7.3.2. Preparación del Fiber Den y captura de imágenes

Se instaló una superficie adecuada(silla), donde tuvimos instalada el equipo (Fiber-Den), luego se procedió al enfoque y una vez enfocada procedimos a la calibración en un área de trabajo de $1 \times 1 \text{ mm}^2$ para la captura de imágenes, con el enfoque y la calibración determinada, colocamos el microscopio manual en la zona rasurada, limpia seca y fuimos capturando las imágenes, en forma manual y automática. La altura de corte de las fibras pilosas, de 0,2 a 0,4 mm permitió una adecuada toma de imágenes, puesto que, si las fibras pilosas son mayores a 0,4 mm impedirían por obstrucción el adecuado conteo de las fibras pilosas, poros y haces; mientras que, si es menor a 0,2 mm, no se visualizarían las fibras pilosas que constituyen los haces (pues al quitar toda la fibra pilosa, no existiría elemento a teñirse para realizar el recuento).



Fotografía 9. Captura de imágenes de forma manual y automática con el programa software Fiber Den.



Fotografía 10. Imágenes capturadas de haces de fibras.

3.7.3.3. Procesamiento de las imágenes

En esta etapa se realizó el conteo de las fibras pilosas por conducto en cada una de las imágenes debidamente identificadas. El conteo se realizó partiendo de la zona superior hacia la zona inferior alrededor de 1mm^2 hasta culminar toda la imagen. Al momento del conteo se tuvo en cuenta las fibras pilosas por cada conducto de donde emergen (haces), marcándose los válidos mediante un símbolo determinado y de esta manera se evitaron los dobles conteos. Luego de terminar el conteo de las fibras pilosas por cada conducto en una imagen se realizó las anotaciones respectivas (en forma automática). De esta forma el procedimiento y el equipo permitieron obtener las siguientes características: Promedio y desviación estándar de la densidad de fibras/ mm^2 ; Promedio y desviación estándar de la densidad de conductos/ mm^2 ; relación número fibras/número de conductos; y adicionalmente las características de los haces por número de fibras pilosas que contienen.



Fotografía 11. Conteo de fibras por conducto en un área de 1mm^2 .

3.8. Diseño estadístico

Estadística descriptiva, Se determinó los datos mediante medidas de tendencia central (promedio), y de dispersión (desviación estándar, valor mínimo, valor máximo y coeficiente de variabilidad) utilizando el procedimiento univariante del Statical Analysis System (S.A.S. for Windows versión 9.4 en castellano 2010), de igual forma se determinó la normalidad de datos a través del test de kolmogrov-Smirnov. Los datos se analizaron en un arreglo factorial en bloques completamente al azar. Para ello se empleó el procedimiento GLM del SAS, la comparación de medias se realizó utilizando la prueba de comparaciones múltiples de Duncan con un nivel de significancia de 0,05 y para la correlación entre el índice folicular y densidad de fibras pilosa se utilizó el cuadrado de Pearson, donde:

Para determinar el grado de asociación de las variables: índice folicular y densidad de fibra pilosa, fueron analizados mediante el cuadrado de Pearson a través del programa estadístico S.A.S. Windows 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.

∑x_i= Sumatoria de la variable "x"

∑y_j= Sumatoria de la variable "y"

El valor del coeficiente de correlación se encuentra en el rango de -1 hasta +1; los significados del resultado del coeficiente de correlación se interpretan de la siguiente manera: (Córdova, 2003).

- Si r = -1, se dice que hay una correlación perfecta negativa.

- Si $r = 0$, se dice que no existe correlación lineal.
- Si $r = 1$, se dice que hay una correlación perfecta positiva.

El nivel de la correlación se clasifica, según (Hernández et al., 2003), de la siguiente manera:

- -1.00: Correlación negativa perfecta.
- -0.90: Correlación negativa muy alta.
- -0.75: Correlación negativa alta.
- -0.50: Correlación negativa moderada.
- -0.10: Correlación negativa baja.
- 0.00: No existe correlación alguna entre las variables.
- +0.10: Correlación positiva baja.
- +0.50: Correlación positiva moderada.
- +0.75: Correlación positiva alta.
- +0.90: Correlación positiva muy alta.
- +1.00: Correlación positiva perfecta.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Determinar la relación de folículos secundarios/primarios

4.1.1. Relación folículos secundarios/ primarios (s/p)

En la **Tabla 11**, se determinó que la relación de folículos s/p en alpacas Suri, fue de 6,97 s/p. El valor obtenido es inferior a lo reportado por (Ccalta, 2020) que encontró para índice folicular 7,48 s/p, esto probablemente se deba a que el estudio fue realizado en alpacas de la raza Huacaya, (Badajoz, 2007) a su vez obtuvo 14,5 s/p para índice folicular, (Antonini *et al.*, 2004) en su estudio reporta un promedio de 7,84 s/p para índice folicular, (Paucar y Sedano, 2014) reportan 12,81 s/p. Estas diferencias de resultados se deben a que los estudios realizados por los autores mencionados fueron en crías de alpacas, al respecto (Apaza *et al.*, 1998) mencionan que, al nacimiento, los folículos están bastante compactados en la piel haciendo muy alta la densidad folicular; a medida que el animal crece la piel se expande de manera que la densidad folicular disminuye. Otra razón del porque los valores obtenidos son inferiores, es debido al número de animales estudiados, donde los animales trabajados por los diferentes autores mencionados fueron superiores a los nuestros.

Tabla 11. Efecto del sexo en la relación de folículos secundarios/primarios (Índice folicular) en alpacas Suri de color blanco.

Sexo	n	Media s/p	DS (±)s/p	CV (%)	Min s/p	Max s/p
Hembras	18	7,13a	1,73	24,30	4,52	10,88
Machos	12	6,74a	1,70	25,27	3,95	9,47
Total	30	6,97	1,70	24,40	3,95	10,88

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias estadísticas ($p > 0,05$).

Efecto sexo.

No se hallaron diferencias significativas entre hembras y machos ($p > 0,05$), lo cual creemos que se deba a que los animales del CICAS-La Raya son bastante homogéneos en la calidad de fibra pilosa. Para el efecto sexo (Ccalta, 2020) obtuvo resultados de 7,85 y 7,26 s/p para machos y hembras respectivamente, resultando superiores a nuestros promedios, esto probablemente se deba a que las alpacas

seleccionadas para este trabajo son de la raza Huacaya, se podría inferir también que la cantidad de alpacas seleccionadas para este trabajo influyeron, al ser superiores en relación a los nuestros.

Al respecto Paucar y Sedano,(2014) reportaron 12,42 s/p para machos y para hembras 13,30 s/p, a su vez (Badajoz, 2007) reporta 15 y 14 s/p para machos y hembras respectivamente, siendo estos valores superiores a nuestros resultados, se difiere que probablemente se deba al número superior de alpacas trabajadas por los autores mencionados, también se puede deber a la influencia que existe por los factores fisiológicos, medio ecológico y a la alimentación empleados en dichas zonas, sin embargo para este efecto (Ccalta, 2020), halló diferencias significativas entre ambos sexos, donde los machos poseen mayor relación folicular s/p respecto a las hembras, al contrario (Badajoz, 2007), (Paucar y Sedano, 2014); (Escobar y Esteban, 2009) concluyeron que el sexo no logró influir sobre la relación folicular s/p, esto es similar a nuestros resultados.

Efecto edad

Para el efecto edad los resultados indican que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) en la relación de folículos s/p entre edades (**Tabla 12**), la razón, probablemente se deba a la homogeneidad de las alpacas CICAS-la Raya.

Los valores promedios encontrados en el presente trabajo de investigación son inferiores a los que reporta (Ccalta, 2020) que halló promedios para la relación folicular s/p de 7,23 s/p; 7,48 s/p; 7,75 s/p y 7,48 s/p, para alpacas Huacaya de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, donde la edad no logró influir sobre la relación folicular s/p, podemos inferir que la razón este en la raza y la cantidad de alpacas seleccionadas para este trabajo de investigación, asimismo (Paucar y Sedano, 2014), reportan valores para alpacas de 1 año de 13,74 s/p y para alpacas de 2 años 11,49 s/p, concluyen que alpacas de 2 años de edad tienen menor índice folicular que los de 1 año, esto es superior a lo obtenido en el presente trabajo de investigación, ello probablemente se deba al número superior (70) de alpacas trabajadas, así como también se presume que la diferencia de valores se deba a las condiciones de clima, manejo, alimentación y selección que se les da a las alpacas en esa zona. Cabe mencionar que nuestro estudio utilizó alpacas de todas

las edades lo contrario sucedió con Paucar y Sedano, (2014) quienes solo trabajaron con alpacas Huacaya de 1 año y 2 años.

Otros estudios en alpacas de mayor edad muestran valores por debajo del promedio obtenido en el presente estudio. Así tenemos que (Tapia, 1977) obtuvo una relación folicular s/p de 4,92 para alpacas Huacaya de 1 año de edad y (Gaitán, 1967) reporta una relación folicular s/p de 7,18 en alpacas de la misma raza de 4 años de edad. Por otro lado, en alpacas Suri (Tapia, 1969) obtuvo una relación folicular s/p de 4,94, de manera similar a la relación folicular encontrada por (Tapia, 1977) quien obtuvo un promedio de 5,19 secundarios por cada primario. Las diferencias entre los resultados encontrados en el presente trabajo y los valores reportados en estudios anteriores podrían deberse a los diferentes ambientes de cada estudio. Asimismo, se debe destacar que nuestro estudio utilizó alpacas de todas las edades. Se sabe que el máximo valor de relación folicular s/p se obtiene a una edad muy temprana como son los 4 meses en los camélidos sudamericanos, sin embargo, esta no permanece constante a medida que maduran en el tiempo como lo determinó (Antonini, *et al.*, 2005).

Tabla 12. Efecto de la edad en la relación de folículos secundarios/primarios de alpacas Suri de color blanco.

Edad	n	Media s/p	DS (\pm)s/p	CV (%)	Min s/p	Max s/p
DL	7	6,39a	1,59	24,97	4,60	9,47
2D	5	8,41a	1,82	21,59	6,33	10,88
4D	5	7,57a	1,53	20,18	5,63	9,85
BLL	13	6,50a	1,55	23,82	3,95	8,89

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias estadísticas($p>0,05$).

4.1.2. Área de folículo piloso.

Para la característica área de folículo piloso de la piel en alpacas Suri de color blanco, se calculó un promedio de 548,09 μm^2 (**Tabla 13**). Estos datos son inéditos, pues a la fecha no existe información científica sobre dichas características en alpacas, abriéndose un vasto campo de estudio alrededor de ella.

Tabla 13. Efecto del sexo para el área de folículos pilosos en alpacas Suri de color blanco.

Sexo	n	Media (μm^2)	DS (\pm)(μm^2)	CV (%)	Min (μm^2)	Max (μm^2)
Hembras	18	527,01a	120,91	22,94	379,39	781,33
Machos	12	579,72a	191,20	32,98	319,55	1024,86
Total	30	548,09	152,07	27,75	319,55	1024,86

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias estadísticas($p>0,05$).

Efecto sexo

Los resultados de nuestro trabajo de investigación indica, que no existen diferencias significativas($p>0,05$) para el efecto sexo, esto nos permite concluir que el sexo no logro influir sobre la característica área de folículo piloso. No existen reportes sobre esta característica por lo cual nos imposibilita hacer una comparación de estudios.

Efecto edad

Los valores promedios obtenidos para esta variable según edad fueron de 496,89 μm^2 ; 454,13 μm^2 ; 482,06 μm^2 y 637,19 μm^2 para alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente (**Tabla 14**), encontrando diferencias significativas($p<0,05$) para el efecto edad, donde alpacas de 2D y 4D tienen el área de folículo más pequeña en relación a las alpacas de DL y BLL. Aún no existen estudios sobre esta variable con los que se pueda discutir.

Tabla 14. Efecto de la edad para el área de folículo piloso en alpacas Suri de color blanco.

Edad	n	Media (μm^2)	DS (\pm)(μm^2)	CV (%)	Min (μm^2)	Max (μm^2)
DL	7	496,89a	84,46	17,00	381,28	632,12
2D	5	454,13b	86,01	18,94	319,55	555,72
4D	5	482,06b	169,09	35,08	379,39	781,33
BLL	13	637,19a	157,16	24,66	384,43	1024,86

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias estadísticas($p<0,05$).

4.1.3. Perímetro del folículo piloso

Para la variable perímetro de folículo piloso de la piel en alpacas Suri de color blanco, se calculó un promedio de 81,44 μm (**Tabla 15**), según nuestros resultados no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) para hembras y machos. No existe ningún reporte para esta característica por lo cual no se puede hacer una discusión respecto al tema.

Tabla 15. Efecto del sexo para el perímetro de folículos pilosos en alpacas Suri de color blanco.

Sexo	n	Media (μm)	DS (\pm)(μm)	CV (%)	Min (μm)	Max (μm)
Hembras	18	79,31a	9,73	12,27	64,60	100,20
Machos	12	84,63a	15,80	18,66	59,57	116,83
Total	30	81,44	12,54	15,39	59,57	116,83

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias estadísticas ($p > 0,05$).

Efecto sexo.

El sexo no logra influir ($p > 0,05$) sobre la variable perímetro de folículo piloso. Aún no existen estudios sobre esta variable con los que se pueda discutir.

Efecto edad.

En la siguiente (**Tabla 16**), se aprecia el efecto de la edad sobre la característica perímetro de folículo piloso de la piel en alpacas Suri de color blanco, hallándose valores promedios de 78,46 μm ; 71,56 μm ; 75,10 μm y 89,27 μm , para DL, 2D, 4D Y BLL respectivamente, estos resultados muestran que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre edades, donde las alpacas de DL y BLL poseen mayor perímetro de folículo piloso, en relación a las alpacas de 2D y 4D. No se hallaron reportes de estudios en relación a esta característica, por lo tanto, no se puede hacer una discusión comparativa.

Tabla 16. Efecto de la edad para el perímetro de folículos pilosos en alpacas Suri de color blanco.

Edad	n	Media (µm)	DS (±)(µm)	CV (%)	Min (µm)	Max (µm)
DL	7	78,46a	7,69	9,80	69,34	91,56
2D	5	71,56b	7,14	9,98	59,57	78,50
4D	5	75,10b	14,28	19,01	64,60	100,20
BLL	13	89,27a	11,67	13,08	68,51	116,83

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias estadísticas($p < 0,05$).

4.1.4. Diámetro del folículo piloso

Para la característica diámetro de folículo piloso de la piel en alpacas Suri de color blanco, se obtuvo el promedio de 22,12 µm, con un valor mínimo de 17,42 y un valor máximo de 26,99 con un coeficiente de variabilidad del 12,75% (**Tabla 17**). No se hallaron estudios para esta variable.

Tabla 17. Efecto del sexo para el diámetro de folículos pilosos en alpacas Suri de color blanco.

Sexo	n	Media (µm)	DS (±)(µm)	CV (%)	Min (µm)	Max (µm)
Hembras	18	21,71a	2,35	10,84	17,73	26,06
Machos	12	22,73a	3,43	15,08	17,42	26,99
Total	30	22,12	2,82	12,75	17,42	26,99

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias estadísticas($p > 0,05$).

Efecto sexo

Según estos resultados se difiere que no existen diferencias estadísticas significativas($p > 0,05$) para ambos sexos. No existen aún reportes para esta característica.

Efecto edad

En la (**Tabla 18**), se refleja el efecto de la edad sobre la característica diámetro del folículo piloso de la piel en alpacas de la raza Suri de color blanco, obteniéndose valores promedios de 21,69 µm; 20,42 µm; 20,37 µm y 23,67 µm, para DL, 2D, 4D y BLL respectivamente. Se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) donde alpacas de DL y BLL tienen mayor diámetro de folículo

piloso respecto a las alpacas de 2D y 4D. Aún no existen estudios sobre esta variable con los que se pueda discutir.

Tabla 18. Efecto de la edad para el diámetro del folículo piloso en alpacas Suri de color blanco, para cuatro categorías.

Edad	n	Media (µm)	DS (±)(µm)	CV (%)	Min (µm)	Max (µm)
DL	7	21,69a	2,17	10,03	19,71	24,77
2D	5	20,42b	1,73	8,45	17,61	22,09
4D	5	20,37b	3,36	16,51	17,42	26,06
BLL	13	23,67a	2,62	11,09	17,73	26,99

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias estadísticas($p < 0,05$).

4.2. Determinar el número de fibras pilosas por mm² (densidad de fibra), la desviación estándar y su coeficiente de variabilidad de la fibra pilosa, número de poros por mm² (densidad de poros), la desviación estándar y su coeficiente de variabilidad del poro y la relación del número de fibras/número de poros, en un área de 1mm²

4.2.1. Número de fibras por mm²(densidad de fibra pilosa)

Para la característica número de fibras pilosas por mm² de la piel en alpacas Suri de color blanco, se obtuvo un promedio de 21,51 fibras/mm², variando de un mínimo de 10,00 y un máximo de 31,40, con un coeficiente de variación del 24,04% (Tabla 19).

Al respecto Calta, (2020) encontró 29,49 fibras/mm² en alpacas Huacaya, este resultado es superior a nuestro promedio, esto probablemente se deba a la raza de alpacas(Huacaya) utilizadas por el autor. Asimismo, Quispe y Quispe, (2019) reportaron promedios de 19,40 fibras/mm², siendo inferiores a nuestros resultados, se cree que la razón probablemente se deba principalmente al número de muestras estudiadas (10 alpacas) y a la raza de alpacas(Huacaya) utilizadas por Quispe y Quispe, (2019).

Por otro lado (Maia *et al.*, 2003) en vacunos Holstein, encontraron densidades promedio desde 9,2 pelos/mm² a 13,09 pelos/mm² con desviaciones estándar de 3,81 pelos/mm² y 4,03 fibras/mm², para pelaje blanco y negro

respectivamente, esto resulto ser inferior en comparación a nuestros resultados la causa la atribuimos a la especie animal.

Tabla 19. Efecto del sexo sobre el número de fibras pilosas por mm² (densidad de fibra pilosa) en alpacas Suri de color blanco.

Sexo	n	Media Fibras/mm²	DS (±)Fibras/mm²	CV (%)	Min Fibras/mm²	Max Fibras/mm²
Hembras	18	19,76b	4,87	24,65	10,00	29,20
Machos	12	24,13a	4,61	19,12	14,40	31,40
Total	30	21,51	5,17	24,04	10,00	31,40

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias estadísticas(p<0,05).

Efecto sexo

El resultado para los machos fue de 24,13 fibras/mm² y para las hembras de 19,76 fibras/mm², estos resultados muestran diferencias estadísticas significativas(p<0,05) entre ambos sexos, teniendo con mayor densidad a los machos en relación a las hembras.

Al respecto Ccalta, (2020) encontró valores promedios, para machos de 30,98 fibras/mm² y 28,50 fibras/mm² para hembras, estos promedios son superiores a nuestros resultados, la diferencia se debería a la raza de alpacas utilizadas en ambos estudios.

Efecto edad

Para la característica número de fibras pilosas por mm² (densidad de fibra pilosa) en alpacas Suri de color blanco, los resultados fueron de 25,57 fibras/mm²; 22,08 fibras/mm²; 21,20 fibras/mm² y 19,22 fibras/mm² para DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, encontrando diferencias significativas(p<0,05) para el efecto edad (**Tabla 20**). Estos resultados confirman que la densidad va disminuyendo a medida que pasan los años, probablemente debido al desarrollo corporal al que se ve sometido el animal.

Para esto Ccalta, (2020) hallo valores promedios de 34,18 fibras/mm²; 33,06 fibras/mm²; 27,70 fibras/mm² y 26,66 fibras/mm² para alpacas de DL, 2D, 4D y BLL

respectivamente, resultados que son mayores a los nuestros, se infiere que la diferencia radica en la raza del animal usado para dicho trabajo de investigación.

Asimismo, los resultados son inferiores a lo reportado por Mamani, (2009) quién encontró 1 677,10 fibras/cm² (16,77 fibras/mm²) en alpacas de 2 años; 1 687,42 fibras/cm² (16,87 fibras/mm²) en alpacas de 3 años; 1 535,98 fibras/cm² (15,36 fibras/mm²) en 4 años y 1 390,32 fibras/cm² (13,90 fibras/mm²) en alpacas de 5 años. (Mamani, 2009) concluye que, existen diferencias estadísticas por el efecto edad. La diferencia de resultados probablemente se deba al número de alpacas, edad, lugar de estudio y sobre todo al método empleado para dicho trabajo.

Tabla 20. Efecto de la edad sobre el número de fibras por mm² (densidad de fibra pilosa) en alpacas Suri de color blanco.

Edad	n	Media Fibra/mm ²	DS (±)Fibra/mm ²	CV (%)	Min Fibra/mm ²	Max Fibra/mm ²
DL	7	25,57a	1,78	6,94	24,00	29,20
2D	5	22,08a	2,87	13,01	18,00	25,80
4D	5	21,20b	6,60	31,15	14,40	31,40
BLL	13	19,22b	5,50	28,62	10,00	28,60

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias estadísticas (p<0,05).

4.2.2. Desviación estándar de la fibra pilosa

Para esta característica se obtuvo el promedio de 3,19 fibras para alpacas Suri de color blanco (**Tabla 21**). Al respecto Ccalta, (2020) determino 4,38 fibras en alpacas Huacaya, resultando superior en relación a nuestro resultado, se podría inferir que pudo haber influido la raza de las alpacas estudiadas en ambos trabajos de investigación.

Tabla 21. Efecto del sexo sobre la desviación estándar de la fibra pilosa, en alpacas Suri de color blanco.

Sexo	n	Media Fibras	DS (±)Fibras	CV (%)	Min Fibras	Max Fibras
Hembras	18	2,66b	1,09	40,79	1,10	4,87
Machos	12	3,99a	1,80	45,04	2,14	8,21

Total	30	3,19	1,54	48,06	1,10	8,21
--------------	----	------	------	-------	------	------

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias estadísticas(p<0,05).

Efecto sexo

Estos resultados muestran diferencias estadísticas significativas(p<0,05) entre ambos sexos, resultando con una alta desviación estándar de la fibra pilosa en machos en relación a las hembras.

Para esta variable de estudio Ccalta, (2020) reporto 3,87 fibras y 4,72 fibras para machos y hembras respectivamente, resultando superiores en relación a los nuestros, esto probablemente es debido a la influencia del número de muestras estudiadas, también podríamos atribuirla a la raza de alpacas evaluadas en ambos estudios.

Efecto edad

Los resultados para esta variable de estudio, según edad fueron de 3,95 fibras; 2,44 fibras; 3,94 fibras y 2,79 fibras, para alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, demostrándose así que no existen diferencias estadísticas significativas entre edades (**Tabla 22**). Al respecto Ccalta, (2020) determino valores promedios de 4,70 fibras; 5,00 fibras; 4,95 fibras y 3,71 fibras para alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente. La diferencia de resultados probablemente se deba a la raza de alpacas utilizadas en ambos trabajos de investigación.

Tabla 22. Efecto de la edad sobre la desviación estándar de la fibra pilosa, en alpacas Suri de color blanco.

Edad	n	Media Fibras	DS (±)Fibras	CV (%)	Min Fibras	Max Fibras
DL	7	3,95a	0,59	14.88	2,97	4,67
2D	5	2,44a	1,19	48.89	1,41	4,45
4D	5	3,94a	2,70	68.61	1,74	8,21
BLL	13	2,79a	1,28	45.92	1,10	6,43

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias estadísticas(p>0,05).

4.2.3. Coeficiente de variabilidad de la fibra pilosa

Para esta característica el valor promedio fue de 14,70 %, con un valor mínimo de 7,86 % y un valor máximo de 26, 15 %(**Tabla 23**). Para esto Ccalta, (2020) encontró un promedio de 15,48 % en alpacas Huacaya, siendo superior a

nuestros resultados, se infiere que probablemente se deba a la raza de alpacas utilizadas por Ccalta, (2020) que fueron alpacas de la raza Huacaya.

Tabla 23. Efecto del sexo sobre el Coeficiente de variabilidad de la fibra pilosa, en alpacas Suri de color blanco.

Sexo	n	Media (%)	DS (±)(%)	CV (%)	Min (%)	Max (%)
Hembras	18	13,66a	4,99	36,53	7,86	25,39
Machos	12	16,26a	5,14	31,58	9,80	26,15
Total	30	14,70	5,13	34,87	7,86	26,15

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias estadísticas($p>0,05$).

Efecto sexo

Estos resultados indican que no existen diferencias estadísticas significativas($p>0.05$) entre ambos sexos.

Al respecto Ccalta, (2020) halló valores promedios de 13,18 % para machos y 17,02 % para hembras, esta diferencia de resultados básicamente se debería a la raza de alpacas utilizadas en ambos trabajos de investigación.

Efecto edad

En la (Tabla 24), se observa promedios de 15,46 %; 10,70 %; 18,06 % y 14,54 % para alpacas de DL,2D,4D y BLL respectivamente; estos datos, muestran diferencias significativas ($p<0,05$); por lo que podría afirmarse que esta variable estaría influenciada por el factor edad. Al respecto Ccalta, (2020) encontró 14,48 %; 15,86 %; 18,00 % y 15,06 % en alpacas Huacaya de DL,2D, 4D y BLL respectivamente. La diferencia de valores promedios probablemente se deba a la raza de alpacas utilizadas en ambos trabajos de investigación.

Tabla 24. Efecto de la edad sobre el Coeficiente de variabilidad de la fibra, en alpacas Suri de color blanco.

Edad	n	Media (%)	DS (±)(%)	CV (%)	Min (%)	Max (%)
DL	7	15,46a	2,33	15,05	12,36	18,44

2D	5	10,70b	3,80	35,60	7,86	17,23
4D	5	18,06a	8,60	47,61	7,86	26,15
BLL	13	14,54a	4,42	30,43	9,80	22,81

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias estadísticas($p < 0,05$).

4.2.4. Número de Poros por mm² (densidad de poros)

La densidad de poros por mm² obtenidas en la piel de alpacas Suri fue de 8,59 poros/mm² (**Tabla 25**). Para esta variable de estudio (Ccalta, 2020) encontró 10,03 poros/mm² en alpacas Huacaya machos y hembras, resultando un promedio superior a lo hallado, esto probablemente debido a la raza de alpaca utilizada en el trabajo de investigación. al mismo tiempo nuestros resultados son similares a lo reportado por (Quispe y Quispe, 2019) quienes obtuvieron el promedio de 8,20 poros/mm², esto se podría deber a la misma técnica utilizada durante el trabajo de investigación.

Tabla 25. Efecto del sexo sobre el número de poros por mm² (densidad de poros) en alpacas Suri de color blanco.

Sexo	n	Media Poros/mm ²	DS (±) Poros/mm ²	CV (%)	Min Poros/mm ²	Max Poros/mm ²
Hembras	18	7,96b	2,79	35,06	3,60	14,00
Machos	12	9,55a	1,60	16,80	7,00	12,40
Total	30	8,59	2,48	28,90	3,60	14,00

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias estadísticas($p < 0,05$).

Efecto sexo

Para el efecto sexo se tuvo como resultado con mayor densidad de poros a los machos en comparación a las hembras, existiendo diferencias significativas($p < 0,05$) entre ambos sexos.

Para lo cual Ccalta, (2020) reporto 10,80 poros por mm² para machos y 9,51 poros por mm² para hembras, resultando superiores a nuestros resultados y se puede inferir que se deba a la raza de alpacas estudiadas por dicho autor. Sin embargo, se coincide en la conclusión de que los machos poseen mayor densidad de poros en relación a las hembras, esto probablemente a que se tiene una selección metódica de machos reproductores en el CICAS-La raya.

Efecto edad

Para la característica densidad de poros por mm² en la piel de alpacas Suri de color blanco, se calculó valores promedios para las edades DL, 2D, 4D y BLL hallando promedios de 11,20 poros/mm²; 8,92 poros/mm²; 8,44 poros/mm² y 7,12 poros/mm² respectivamente (**Tabla 26**), donde el efecto edad influyó sobre esta variable, esto nos lleva a la conclusión de que alpacas de DL tienen alta densidad de conductos en comparación a las alpacas de 2D, 4D y BLL.

Resultando inferiores a lo reportado por Ccalta, (2020) que halló valores promedios de 13,53 poros por mm²; 11,00 poros por mm²; 9,63 poros por mm² y 8,16 poros por mm² en alpacas Huacaya de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, y se difiere que la raza estudiada por el autor es la razón de la diferencia de valores, empero concluimos de la misma forma que (Ccalta, 2020), alpacas de DL tienen la mayor densidad de poros, esto a razón de que las alpacas seleccionadas para este trabajo de investigación están sometidas a las mismas condiciones de clima, manejo, alimentación y selección.

Tabla 26. Efecto de la edad sobre el número de poros por mm² (densidad de poros) en alpacas Suri de color blanco.

Edad	n	Media Poros/mm ²	DS (±)Poros/mm ²	CV (%)	Min Poros/mm ²	Max Poros/mm ²
DL	7	11,20a	1,72	15,33	9,60	14,00
2D	5	8,92b	1,53	17,19	6,60	10,80
4D	5	8,44b	2,35	27,81	6,40	12,40
BLL	13	7,12b	2,11	29,64	3,60	11,40

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias estadísticas(p<0,05).

4.2.5. Desviación estándar del poro

Para esta característica, el promedio fue de 1,20 poros, con un valor mínimo de 0,40 y un valor máximo de 2,42, con un coeficiente de variabilidad de 50,94 % (**Tabla 27**). Este resultado es inferior a la encontrado por Ccalta, (2020) quien reportó 1,55 poros en alpacas Huacaya. Esto probablemente se deba a la raza de alpaca usadas en ambos estudios.

Tabla 27. Efecto del sexo sobre la desviación estándar del poro, en alpacas Suri de color blanco.

Sexo	n	Media	DS	CV	Min	Max
------	---	-------	----	----	-----	-----

		Poros	(±)Poros	(%)	Poros	Poros
Hembras	18	1,16a	0,61	52,68	0,40	2,32
Machos	12	1,27a	0,64	50,20	0,40	2,42
Total	30	1,20	0,61	50,94	0,40	2,42

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias estadísticas($p>0,05$).

Efecto sexo

No existen diferencias estadísticas significativas($p>0,05$) entre ambos sexos. Para esta variable de estudio según sexo Ccalta, (2020) reporto 1,51 poros y 1,57 poros para machos y hembras respectivamente. Para esta disparidad de resultados, inferimos que influyo la raza de alpacas evaluados en ambos estudios.

Efecto edad

En la **(Tabla 28)**, se observa promedios de 1,58 poros; 0,91 poros; 1,54 poros y 0,98 poros en alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente; estos datos, no muestran diferencias significativas ($p>0,05$), donde el efecto edad no logro influir sobre esta característica.

Ccalta, (2020) determino valores promedios para esta variable de 2,04 poros; 1,31 poros; 1,52 poros y 1,43 poros para alpacas Huacaya de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, estos promedios son superiores en comparación a los nuestros, esto probablemente se deba a la raza de alpacas utilizadas en ambos estudios.

Tabla 28. Efecto de la edad sobre la desviación estándar del poro, en alpacas Suri de color blanco.

Edad	n	Media Poros	DS (±)Poros	CV (%)	Min Poros	Max Poros
DL	7	1,58a	0,35	22,18	1,17	2,28
2D	5	0,91a	0,45	49,65	0,40	1,36
4D	5	1,54a	0,85	55,25	0,49	2,42
BLL	13	0,98a	0,56	57,19	0,40	2,33

Letras iguales en columna indican que no existen diferencias estadísticas($p>0,05$).

4.2.6. Coeficiente de variabilidad del poro

Para esta característica se obtuvo un valor promedio de 13,90 % con un valor mínimo de 4,55 y un valor máximo de 28,23; con un coeficiente de variabilidad de 40,14 % **(Tabla 29)**. Al respecto Ccalta, (2020) hallo 15,91 %, siendo superior en

relación a nuestro resultado, se difiere que la raza de alpacas utilizadas por el autor podría haber influido en esta diferencia de resultados.

Tabla 29. Efecto del sexo sobre el Coeficiente de variabilidad del poro, en alpacas Suri de color blanco.

Sexo	n	Media (%)	DS (±)(%)	CV (%)	Min (%)	Max (%)
Hembras	18	14,54a	5,99	41,22	4,55	28,23
Machos	12	12,95a	5,00	38,58	4,55	20,46
Total	30	13,90	5,58	40,14	4,55	28,23

Letras iguales en columna indican que no existen diferencias estadísticas($p>0,05$).

Efecto sexo

No se encontraron diferencias estadísticas significativas($p>0,05$) entre ambos sexos. Con referencia a esta variable de estudio Ccalta, (2020) reporto 13,87 % para machos y 17,27 % para hembras, la diferencia de resultados probablemente se deba a la raza de alpacas utilizadas en ambos trabajos de investigación.

Efecto edad

En la (Tabla 30), se observa los resultados para la variable coeficiente de variabilidad de poros y los promedios fueron de 14,05 %; 10,05 %; 17,53 % y 13,91 % para alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente; estos datos, muestran diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$), concluyéndose que alpacas de 2D tienen el menor coeficiente de variabilidad de poros en comparación a las alpacas de DL, 4D y BLL. Resultados contrarios obtuvo Ccalta, (2020) quien reporto promedios de 15,51 %; 11,79 %; 15,53 % y 18,12 % para alpacas Huacaya de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, la diferencia de resultados probablemente se deba básicamente a la raza de alpacas estudiadas en ambos estudios.

Tabla 30. Efecto de la edad sobre el Coeficiente de variabilidad del poro, en alpacas Suri de color blanco.

Edad	n	Media (%)	DS (±)(%)	CV (%)	Min (%)	Max (%)
DL	7	14,05a	1,54	10,95	11,90	16,29
2D	5	10,05b	4,47	44,52	4,55	15,08

4D	5	17,53a	7,79	44,40	7,65	28,23
BLL	13	13,91a	5,96	42,84	4,55	22,22

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias estadísticas ($p < 0,05$).

4.2.7. Ratio (relación del número de fibras/número de conductos)

En la (Tabla 31) se determinó que la relación de número de fibras/número de poros, en alpacas Suri de color blanco fue de 2,55 fibras/poros, variando de un mínimo de 1,94 y un máximo de 3,13; con un coeficiente de variación de 11,66%.

Para esto Ccalta, (2020) reportó 3,02 fibras/poros en alpacas Huacaya, resultando superior a nuestros resultados, la razón, probablemente se deba a la raza de alpacas utilizadas por el autor. Sin embargo, nuestros resultados son similares a lo reportado por (Quispe y Quispe, 2019) quienes encontraron 2,38 fibras/poros en alpacas. La similitud de resultados se debe a que se empleó la misma técnica de determinación en el estudio. Mientras que en vacunos Holstein Quispe y Quispe, (2019) hallaron 1,03 pelos/poro, siendo inferior a nuestro resultado y la clara diferencia se debería a la especie animal empleados en ambos trabajos de investigación.

Tabla 31. Efecto del sexo sobre la relación de número de fibras/número de poros, en alpacas Suri de color blanco.

Sexo	n	Media Fibra/Poro	DS (±)Fibra/Poro	CV (%)	Min Fibra/Poro	Max Fibra/Poro
Hembras	18	2,57a	0,32	12,65	1,94	2,97
Machos	12	2,53a	0,26	10,39	2,06	3,13
Total	30	2,55	0,30	11,66	1,94	3,13

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias estadísticas ($p > 0,05$).

Efecto sexo

El efecto sexo no logró influir en la relación de número de fibras/número de poros en alpacas Suri de color blanco. Al respecto Ccalta, (2020) encontró 2,96 fibras/poros para machos y 3,06 fibras/poros para hembras, siendo superiores a los nuestros, la diferencia de resultados, probablemente sea debido a la raza de alpacas estudiadas en ambos trabajos de investigación.

Efecto edad

Para la característica relación de número de fibras/número de poros, en alpacas Suri de color blanco, los valores promedios fueron de 2,32 fibras/poros; 2,50 fibras/poros; 2,51 fibras/poros y 2,72 fibras/poros en alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente (**Tabla 32**), los resultados indican que existen diferencias estadísticas significativas para el efecto edad, donde alpacas de DL tienen menor relación de número de fibras pilosas por número de poros en comparación a las alpacas de 2D, 4D y BLL. Estos resultados son inferiores con respecto a lo reportado por (Ccalta, 2020) quien encontró valores promedios de 2,60 fibras/poros; 3,02 fibras/poros; 2,88 fibras/poros y 3,29 fibras/poros en alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente y de la misma manera la razón probablemente se deba a la raza de alpacas evaluadas en ambos estudios.

Tabla 32. Efecto de la edad sobre la relación de número de fibras/número de poros, en alpacas Suri de color blanco.

Edad	n	Media Fibra/Poro	DS (\pm)Fibra/Poro	CV (%)	Min Fibra/Poro	Max Fibra/Poro
DL	7	2,32b	0,27	11,68	1,94	2,73
2D	5	2,50a	0,19	7,57	2,29	2,73
4D	5	2,51a	0,32	12,82	2,06	2,88
BLL	13	2,72a	0,26	9,49	2,13	3,13

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias estadísticas($p < 0,05$).

4.3. Determinar la correlación entre el índice folicular y la densidad de fibras

La correlación entre el índice folicular y la densidad de fibras pilosas en alpacas Suri de color blanco fue de -0,01901 (**Tabla 33**), los resultados muestran que no existen diferencias estadísticas significativas($p > 0,05$).

Al respecto Velásquez, (1985) concluye que la relación entre la densidad folicular con la densidad de la fibra pilosa, tiene un valor positivo (asociación directa), por lo que se deduce que, a mayor densidad folicular, hay mayor densidad de fibra pilosa con el consiguiente aumento del peso de vellón en los primeros años de vida. De esto se infiere que la cantidad de muestras evaluadas probablemente no fueron suficientes y es por esta razón, la correlación entre el índice folicular y la densidad de fibra pilosa resulto negativa. Sobre el tema no existe información científica, por lo que la medición de ésta característica obtenida con el procedimiento descrito, resulta innovador y muy útil para el mejoramiento de la producción animal,

esperándose brindar una apertura de uso y estudio para productores, académicos e investigadores.

Tabla 33. Correlación(r) entre el índice folicular y la densidad de fibras pilosas en alpacas Suri de color blanco.

Variables	n	r	Sign.
f. s/p fibras/poro	30	-0,01901	0,9206

f. s/p: relación de folículos secundarios y primarios.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

1. Al determinar el índice folicular(s/p) en alpacas Suri de color blanco, encontramos que el factor sexo no influye significativamente($p>0,05$) sobre la relación de folículos secundarios sobre folículos primarios. Por otro lado; lo mismo se obtuvo para el efecto edad no habiendo diferencias significativas($p>0,05$), para alpacas de Dientes de leche, Dos dientes, cuatro dientes y Boca llena. Esto se debería a que las alpacas del CICAS-La Raya son animales que están dentro de los estándares de la raza.

Para la característica área, perímetro y diámetro del folículo piloso en alpacas Suri, se determinó que el sexo no influye significativamente ($p>0,05$), sin embargo; para el factor edad sucedió lo contrario donde si existen diferencias significativas ($p<0,05$) sobre estas características.

2. Para la variable densidad de fibras (número de fibras pilosas por mm^2), se determinó que los machos tienen alta densidad de fibras en relación a las hembras, del mismo modo; el factor edad influyo significativamente($p<0,05$) sobre esta variable. Esto se debería a que la densidad va disminuyendo a medida que pasan los años.

Por otro lado; el sexo influyo significativamente($p<0,05$) sobre las variables: densidad de poros y sobre la desviación estándar de la fibra pilosa. Lo contrario resulto para la relación del número de fibras pilosas/número de poros, coeficiente de variabilidad de la fibra pilosa, desviación estándar del poro y el coeficiente de variabilidad del poro donde no hubo diferencias significativas($p>0,05$) para el efecto sexo.

En referencia a la edad se obtuvo diferencias significativas($p<0,05$) para las características: densidad de poros, fibras/poros, coeficiente de variabilidad de la fibra pilosa y el coeficiente de variabilidad del poro. La edad no influyo ($p>0,05$) sobre la desviación estándar de la fibra pilosa, así como también sobre la desviación estándar del poro.

3. La correlación entre el índice folicular y la densidad de fibras pilosas resulto ser negativa y muy baja (-0.01901), no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) para esta relación. La razón probablemente se debería a la cantidad de muestras seleccionadas para este estudio.

RECOMENDACIONES.

1. Realizar estudios más profundos y concisos sobre el índice folicular en alpacas, específicamente en las diferentes edades así se podría dilucidar con exactitud a que edad alcanzan su mayor relación de folículos secundarios/primarios.
2. Realizar trabajos similares referidos a la densidad de fibras pilosas, considerando mayor cantidad de población a evaluar con efectos a nivel de edad y sexo, con la finalidad de establecer indicadores de productividad para su difusión y mejoramiento. Así tener información completa y esto sería de mucha utilidad para un nuevo criterio de selección de alpacas y por lo tanto se podría emprender programas de mejora genética con toda la información brindada, ya que aún no se tienen muchos estudios ni reportes sobre estos trabajos de investigación
3. Conviene seguir investigando en base al presente trabajo, sobre la correlación de ambas variables (índice folicular, densidad de fibra) en alpacas, para tener más amplio conocimiento y sobre todo tener información de base y así poder hacer una comparación con diferentes trabajos. con la finalidad que con estos indicadores o índices se lleve a cabo Planes de Mejoramiento Genético.
4. Finalmente recomendamos que sería interesante aplicar este trabajo de investigación en alpacas de color y evaluar si hay diferencias en relación con las alpacas de color blanco.

BIBLIOGRAFIA

- Aliaga, J. (2006).** *Producción de Ovinos*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Editorial Juan Gutenberg – impresores. Lima-Perú.
- Antonini, M. (2010).** *Características del folículo piloso y producción de fibra en camélidos sudamericanos*.
- Antonini, M.; Gonzales, M. y Valbonesi, A. (2004).** *Relación entre la edad y el desarrollo folicular de la piel postnatal en tres tipos de camélidos domésticos de América del Sur*. Ciencia de la Producción Ganadera.
- Antonini, M.; Pacheco, C. y Valbonesi, A. (2005).** *Efecto de la doble esquila sobre la calidad del vellón y la actividad folicular en alpacas (Llama pacos)*. En: II Simposio Internacional de investigación sobre camélidos sudamericanos. Arequipa-Perú.
- Apaza, E.; Olarte, U. y Clavetea, L. (1998).** *Densidad folicular y diámetro de fibra en alpacas Huacaya*. ALPAK'A. volumen VII, revista de IIPC – FMVZ UNA – Puno-Perú.
- Apaza, E. y L. G. Pérez. (2006).** *Influencia de la edad de la madre sobre el peso vivo al nacimiento y peso al destete en llamas*. En ALLPAK'A Revista de Investigación sobre Camélidos Sudamericanos. Instituto de Investigación y Promoción de los Camélidos Sudamericanos. IIPC. Vol. 11 N° 1. Puno-Perú.
- Badajoz, E. (2007).** *Determinación de finura de fibra de alpaca asociado a la relación folículo secundario / folículo primario (s/p) entre las razas Suri y Huacaya*. Tesis MV. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.
- Badajoz, L.; Sandoval, Ch.; García, V. y Pezo, C. (2009).** *Descripción histológica del complejo folicular piloso en crías de alpacas*. Rev. Investig. Vet. Perú, 20 (2): 154-164.
- Bell, D.S.; Spencer, D.A. y Hardy, J.A. (1936).** *La influencia de varios factores sobre el crecimiento y la calidad de la lana fina obtenida de Merino sheep*, Ohio Agricultural Experiment Station, Boletín 571.
- Bertipaglia, E.C.; Silva, R.G. y Maia, A.S. (2005).** *Fertilidad y características del pelaje de las vacas Holstein en un ambiente tropical*, Reproducción Animal 2(3): 187-194.
- Bosman, V. (1934).** *La determinación de la densidad del vellón en la oveja merina*, Journal of Veterinary Science and Animal Industry, 3(1): 217-221.

- Burns, R. H. (1937).** *Densidad de vellón de oveja.* La pinza de vellón Wydesa. El diario del instituto textil, 28:133.
- Burns, R.H. y Miller, W.C. (1931).** *Instrumentos de muestreo para determinar la densidad del vellón en las ovejas.* El diario del instituto textil, 12: 547-564.
- Bustinza, V. (2001).** *La Alpaca.* Conocimiento del gran potencial andino. Libro N° 1, IIPC, impresiones O.R.A. sección publicaciones, UNA-Puno, Perú.
- Ccalta, A. (2020).** *Determinación del índice folicular y densidad de fibra de alpacas Huacaya del centro de investigación de camélidos sudamericanos la raya.* Tesis de grado de la escuela profesional de zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del cusco. Cusco-Perú.
- Carpio, M. y Solari, Z. (1981).** *Estudios preliminares sobre folículos pilosos en la piel de la vicuña.* En: Informe de trabajos de investigación en vicuña, Vol. I. programa de ovinos camélidos sudamericanos. Serie ciencia y practica Zootécnica, pp 104 – 136.
- Carrasco Días, S. (2005).** *Metodología de la Investigación Científica,* 1ra edición. Editorial San Marcos, Perú.
- Carro, N. D.; Debenedetti, S. y Taddeo, H. R. (2011).** *Efecto de la edad sobre la población de folículos pilosos y su relación con características de mohair en caprinos de Angora.* InVet. 2010.
- Chambilla, V. (1983).** *Estructura histológica de la piel de llama (Lama Glama).* Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. UNA-Puno, Perú.
- Chamut, S.; Cancino, A. y Black-Decima, P. (2016).** *La base morfológica de la lana de vicuña: estructura de la piel y las glándulas en Vicugna Vicugna,* Investigación de pequeños rumiantes, vol. 137, pp. 124–129.
- Cruz, A. (2011).** *Estimación de parámetros genéticos para caracteres productivos en alpacas (Vicugna pacos),* Perú.
- Da Silva, R.G.; La Scala, N. y Tonhati, H. (2003).** *Propiedades radiactivas de la piel y pelaje del ganado y otros animales,* Sociedad Americana de Ingenieros Agrónomos y Biológicos 46: 913-918.
- Escobar, M. y Esteban, L. (2009).** *Relación entre el índice folicular y diámetro de fibra en alpacas Huacaya color blanco en el centro de investigación de camélidos sudamericanos - Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica.* Tesis de

grado de la Escuela Académico Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.

- Espinoza, J. (2009).** *Uso de marcadores genéticos de ADN en el mejoramiento genético de la alpaca.* INCAGRO en convenio con la Universidad Cayetano Heredia, Perú.
- FAO, (2005).** *Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú.* Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación, Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina. TCP/RLA/2914.
- Flores, R.; Gutiérrez, W.; Horna, R.; Urbano, P.; Viñas, G.; Méndez, A.; Moreno, J.; Rodríguez, C. y Soriano, E. (2004).** *Manual de crianza de alpacas.* Página 24-25.
- Frank, E. N. y Parisi de Fabro, S. G. (1993).** *Aspectos morfológicos y variables del grupo folicular en camélidos sudamericanos domésticos,* actas VII C. I. E. C. S. (separatas).
- Gaitán, M. R. (1967).** *Estudio preliminar de los folículos pilosos en alpacas Huacaya.* Tesis de Ing. Zoot., Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú.
- Galbraith, H. (2010).** *Biología fundamental del folículo piloso y producción de fibras finas en animales.* Animal; 4:9, 1490-1509.
- Gamarra, Y. (2008).** *Comparación del desarrollo de los folículos pilosos e indicadores productivos en crías de alpacas Huacaya alimentadas en el último tercio de gestación con pasturas asociadas ryegrass-trébol y pastos naturales.* Tesis de grado de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú.
- Gutiérrez, J. P.; Goyache, F.; Burgos, A. y Cervantes, I. (2009).** *Análisis genético de seis rasgos de producción en alpacas peruanas.*
- Hardy, H. y Lyne, A. (1956).** *Desarrollo prenatal de folículos de lana en ovejas merinas.*
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003).** *Metodología de la investigación* (3ª ed.), Editorial Mc Graw-Hill. México.
- Hoffman, E. (2003).** *Fibra.* En: El libro completo de alpaca, EE. UU: Ed. Bonny Doon. p 235 - 322.
- Holt, C. (2011).** *Procedimientos para tomar muestras de piel de alpacas,* Escuela Internacional de las Fibras, Australia.

- Huanca, T.; Apaza, N. y Lazo, A. (2007).** *Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa – Puno, Perú.* Arch. Latinoamer. Prod. Anim. 15(Supl. 1):480.
- Hynd, P. I. (1994).** *Determinación folicular de la longitud y el diámetro de las fibras de lana II. Comparación de ovejas que difieren en el estado de la hormona tiroidea.* Aust. J. Agric. Res., 45:1149-1157.
- Hynd, P. I. y Masters, D. G. (2002).** *Nutrición y crecimiento de la lana en la nutrición ovina.* Ed. Freer M. Y H. Dove. CAB Internacional p 165-185.
- Kadwell, M.; Fernández, M.; Stanley, H.; Baldi, R.; Wheeler, J.C.; Rosadio, R. y Bruford, M.W. (2001).** *El análisis genético revela los ancestros salvajes de la llama y la alpaca.* Acts de la Royal Society of London B 268: 2575-2584.
- Krause, Karoline y Foitzik, Kerstin. (2006).** *Biología del folículo piloso: Los básicos seminarios en Medicina y Cirugía Cutánea* 25: 2-10.
- Machaca, A., Ordoñez, C., Ampuero, E., Antezana, W., & Cucho, H. (2012).** *Propuesta de implementación y funcionamiento del Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos. "CICAS - La Raya" FAZ – UNSAAC.* Cusco.
- Maia, A.S.C.; Silva, R.G.D. y Bertipaglia, E.C.A. (2003).** *Rasgos de pelaje en vacas Holstein en ambientes tropicales: un estudio genético y adaptativo,* Revista Brasileira de Zootecnia, 32(4): 843-853.
- Mamani, A. (2009).** *Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra, según región corporal.* Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista de la FMVZ de la UNA-Puno, Perú.
- Martínez, Z.; Iñiguez, L.C. y Rodríguez, T. (1997).** *Influencia afecta los rasgos de calidad y las relaciones entre los rasgos del vellocino de llama.*
- Matthews, D. (1951).** *Una evaluación de los procedimientos de muestreo de densidad de lana cuando se utiliza el calibrador de lana Wira,* Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Estatal de Agricultura de Utah.
- McFadden, Win. D. by Neale, P.E. (1952).** Informe no publicado. Estación Experimental Agro cultural de Nuevo México. Universidad Estatal Nuevo México.
- Minola, J. y Goyenechea, J. (1975).** *Praderas y lanares, Producción de alto nivel.* Ed, Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay.

- Molina, G.; Teich, I.; Antonini, M.; Reniere, C.; Terza, A. y Balzarini, M. (2016).** *Estructura espacial de folículos de piel en alpacas de Suri y Huacaya.* Investigación de pequeños rumiantes pág. 22 – 26.
- Montalvo, A.C. (2010).** *Técnicas histológicas.*
- Montesinos, I.S.; Catachura, A.; Perezgrovas, R.G.; Fioravanti, M.C.S. y Sereno, J.R.B. (2018).** *Caracterización macroscópica y microscópica de lana de oveja en la costa sur del Perú,* Archivos de Zootecnia, 67: 324-331.
- Nagorcka, B.N., Dollin, A.E., Hollis, D.E. y Beaton, A.E. (1995).** *Una técnica para cuantificar y caracterizar la densidad de fibras y folículos en la piel de las ovejas,* Revista Australiana de Investigación Agrícola, 46: 1525-34.
- Novoa, C. (1987).** *Mejoramiento de camélidos andinos.* En: J. Hodges, ed. Recursos genéticos animales. Estrategias para un mejor uso y conservación. FAO, Animal Prod.
- Oruna, E.J. (2016).** *Caracterización histológica de la piel en crías de alpacas (Vicugna Pacos) del centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos-Lachocc.* Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Trujillo-Perú.
- Paucar, S. y Sedano, D. (2014).** *Correlación entre índice folicular, peso de vellón y diámetro de fibra en alpacas de raza Huacaya de color blanco.* Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.
- Quispe Peña, E.; Poma Gutiérrez, A. y Purroy Unanua, A. (2013).** *Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya.* Revista Complutense de Ciencias Veterinarias; 7(1): 1-29.
- Quispe, E.C. (2010).** *Estimación del progreso genético de seis esquemas de selección en alpacas (Vicugna pacos L.) Huacaya con tres modelos de evaluación en la región alto andina de Huancavelica.* Tesis para optar el Grado de Doctor. UNALM. Lima, Perú.
- Quispe, E.C. y Quispe, M. D. (2019).** *Método no invasivo para determinar la densidad y haces de fibra en piel de animales vivos.* Archivos de zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de Chota. Perú. Operaciones Maxcorp Technologies S.A.C. Perú.
- Quispe, E.C., Rodríguez, T.C., Iñiguez, L.R. y Mueller, J.P. (2009).** *Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica.* Información sobre recursos zoogenéticos; 45, 1.14.

- Quispe, J.; Apaza, E.; Morocco, N. y Quispe, D. (2016).** *De vuelta a la Alpaca: La producción primaria en una perspectiva empresarial y competitiva*. Primera. UNA (Ed), Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú.
- Rodríguez, T. (2006).** *Producción de fibra de camélidos, calidad de fibra de llama descordada y clasificada*. Edit. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Facultad de Agronomía, UMSA. Bolivia.
- Rodríguez, T., (2003).** *Calidad de fibra de llama descordada y clasificada*, En: Memorias del III congreso mundial sobre camélidos, Potosí, Bolivia.
- San Martín, Howard, F., Franco, F. y Febres, E. (2007).** *Efecto del nivel alimenticio Sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas*. Edit. Sirivs Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima-Perú.
- SAS (Statistical Analysis System). (2013).** *Guía de usuario* (Versión 9.4). Cary, Carolina del Norte, EE. UU: Instituto SAS.
- Scobie, D.R. y Young, S.R. (2000).** *La relación entre la densidad del folículo de lana y el diámetro de la fibra es curvilínea*, Actas de la Sociedad de Producción Animal de Nueva Zelanda, 6: 162-165.
- Scott D.W., Muller, W.H. y Kirk, R.W. (2002).** *Dermatología en pequeños animales*, 6ta ed. p 42-60. Editorial Inter-médica. Buenos Aires, Argentina.
- Siguayro, R. y Aliaga, J. L. (2010).** *Comparación de las características físicas de las fibras de llama Chaku (Lama Glama) y alpacas Huacaya (Lama Pacos) del centro experimental Quimsachata del INIA, Puno*. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>. [Accesado el 4 de julio del 2013].
- Sosa Navarro, C. M. (2006).** *Determinación de receptores para prolactina en células epiteliales de folículos pilosos primarios y secundarios de piel de alpaca (Lama pacos) mediante inmunohistoquímica*. Tesis de Médico Veterinario de la Universidad Mayor de San Marcos, Lima-Perú.
- SPAR. (2006).** Boletín informativo Miski Paqu. Nº 02. Febrero del 2006. http://www.cepes.org.pe/cendoc/cultivos/camelidos/20060200/Boletin_SPAR_febrero_2006.doc [Accesado el 25 de mayo del 2009].
- Sumari, M. R. (1986).** *Densidad y maduración del folículo piloso; densidad y diámetro de fibra en llamas variedad tapada*. Tesis MV. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.

- Tapia, C. (1969).** *Estudio preliminar de la densidad y relación folicular de alpacas de la variedad Suri.* Tesis MV. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú.
- Tapia, I. (1977).** *Determinación de la estructura folicular en la piel de alpacas.* Tesis MV. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú.
- Torres de Jasauí; Vélez, V.; Zegarra, J. y Díaz, G. (2007).** *Caracterización de la histología de la piel de alpaca.* Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>. [Accesado el 5 de julio Del 2013].
- Torres, H. y Carpio, M. (1992).** *Camélidos sudamericanos: Un plan de acción para su conservación.* UICN (Unión Internacional para la Conservación) Nat. y Nat. Resour. Camélidos sudamericanos. Especulación. Grupo. Gland, Suiza. 58 pp.
- Turner, (1958).** *La aplicación de medidas como una ayuda en la selección para la producción de lana.* Manejo Lanar. Montevideo, Uruguay.
- Valmi, L. F. (2011).** *Manual de procedimientos de laboratorio para el diagnóstico Histopatológico.*
- Velásquez, Q. M. (1985).** *Determinación de la relación densidad folicular, densidad de fibra y relación densidad folicular por diámetro de fibra de alpacas de raza Suri.* Tesis de Médico Veterinario FMVZ Univ. Nacional del Altiplano, Puno-Perú.
- Yi, P. (1995).** *El desarrollo prenatal del folículo fibroso en alpaca (Lama Pacos).* Noticias de fibra fina.
- Wang, X.; Wang, L. y Liu, X. (2003).** *La calidad y el rendimiento de procesamiento de las fibras de alpaca: Industria australiana de la fibra de alpaca y las propiedades de la fibra.* pdf.

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de varianza de la relación de folículos secundarios sobre primarios.

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr>F
Edad	3	17,394 520 88	5,798 173 63	2,12	0,126 2
Sexo	1	1,067 271 2	1,067 271 2	0,39	0,538 3
Edad*Sexo	3	5,424 172 09	1,808 057 36	0,66	0,584 1
Error	22	60,069 515 83	2,730 432 54		
Total corregido	29	83,955 480 00			

R-cuadrado

0,284 508

Coefficiente de Variación

23,700 55

ANEXO 2. Análisis de varianza del área del folículo piloso.

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr>F
Edad	3	187502,825 6	62500,941 9	3,99	0,020 8
Sexo	1	23099,536 7	23099,536 7	1,47	0,237 7
Edad*Sexo	3	115072,705 6	38357,568 5	2,45	0,090 8
Error	22	344980,549 9	15680,934 1		
Total corregido	29	670655,617 8			

R-cuadrado **Coefficiente de Variación**

0,485 607

22,847 19

ANEXO 3. Análisis de varianza del perímetro del folículo piloso.

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr>F
Edad	3	1548,306 756	516,102 252	5,54	0,005 5
Sexo	1	228,152 397	228,152 397	2,45	0,132 0
Edad*Sexo	3	730,369 618	243,456 539	2,61	0,076 9
Error	22	2050,454 525	93,202 478		
Total corregido	29	4557,283 297			

R-cuadrado **Coefficiente de Variación**

0,550 071

11,854 84

ANEXO 4. Análisis de varianza del diámetro del folículo piloso.

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Edad	3	62,504 107 55	20,834 702 52	4,17	0,017 5
Sexo	1	8,239 706 77	8,239 706 77	1,65	0,212 2
Edad*Sexo	3	50,152 423 18	16,717 474 39	3,35	0,037 5
Error	22	109,812 829 2	4,991 492 2		
Total corregido	29	230,709 066 7			

R-cuadrado Coeficiente de Variación

0,524 020

10,101 72

ANEXO 5. Análisis de varianza del número de haces de fibras pilosa (densidad de fibras).

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Edad	3	186,019 457 9	62,006 486	3,60	0,029 6
Sexo	1	127,237 213 7	127,237 213 7	7,39	0,012 6
Edad*Sexo	3	83,049 995 1	27,683 331 7	1,61	0,216 4
Error	22	379,032 000 0	17,228 727 3		
Total corregido	29	775,338 666 7			

R-cuadrado Coeficiente de Variación

0,511 140 19,299 83

ANEXO 6. Análisis de varianza del número de poros por 1mm²

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Edad	3	76,315 589 74	25,438 529 91	10,21	0,000 2
Sexo	1	15,815 702 84	15,815 702 84	6,35	0,019 5
Edad*Sexo	3	31,984 040 75	10,661 346 92	4,28	0,016
Error	22	54,803 333 3	2,491 060 6		
Total corregido	29	178,918 666 7			

R-cuadrado Coeficiente de Variación

0,693 697

18,366 67

ANEXO 7. Análisis de varianza de la relación del número de fibras/número de poros.

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Edad	3	0,773 974 47	0,257 991 49	4,50	0,013 2
Sexo	1	0,007 330 92	0,007 330 92	0,13	0,724 1
Edad*Sexo	3	0,523 164 61	0,174 388 20	3,04	0,050 5
Error	22	1,262 146 67	0,057 370 30		
Total corregido	29	2,566 616 67			

R-cuadrado Coeficiente de Variación

0,508 245 9,386 845

ANEXO 8. Análisis de varianza de la desviación estándar de la fibra pilosa.

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Edad	3	11,669 737 88	3,889 912 63	2,11	0,127 4
Sexo	1	12,139 204 00	12,139 204 00	6,60	0,017 5
Edad*Sexo	3	4,069 495 63	1,356 498 54	0,74	0,541
Error	22	40,474 991 7	1,839 768 60		
Total corregido	29	68,353 346 67			

R-cuadrado Coeficiente de Variación

0,407 858 42,457 66

ANEXO 9. Análisis de varianza del coeficiente de variabilidad de la fibra pilosa.

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr>F
Edad	3	140,889 202 2	46,963 067 4	2,13	0,125 8
Sexo	1	47,799 995 7	47,799 995 7	2,16	0,155 4
Edad*Sexo	3	87,560 995 4	29,186 998 5	1,32	0,292 6
Error	22	485,756 103 3	22,079 822 9		
Total corregido	29	762,006 296 7			

R-cuadrado Coeficiente de Variación

0,362530 31,96470

ANEXO 10. Análisis de varianza de la desviación estándar del poro.

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Edad	3	2,656 861 50	0,885 620 50	2,53	0,083 4
Sexo	1	0,065 360 81	0,065 360 81	0,19	0,669 8
Edad*Sexo	3	0,482 829 35	0,160 943 12	0,46	0,713 1
Error	22	7,698 245 00	0,349 920 23		
Total corregido	29	10,903 296 67			

R-cuadrado Coeficiente de Variación

0,293 953

49,144 88

ANEXO 11. Análisis de varianza del coeficiente de variabilidad del poro.

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Edad	3	140,220 337 5	46,740 112 5	1,46	0,253 3
Sexo	1	18,295 876 9	18,295 876 9	0,57	0,458 0
Edad*Sexo	3	39,381 511 3	13,127 170 4	0,41	0,747 8
Error	22	705,392 170 8	32,063 280 5		
Total corregido	29	903,289 896 7			

R-cuadrado Coeficiente de Variación

0,219 086

40,726 27

ANEXO 12. Base de datos de la relación de folículos secundarios/primarios, área, diámetro y perímetro de folículos pilosos de alpacas Suri de color blanco en hembras y machos de cuatro categorías.

Alpaca Suri	Edad	Sexo	Relación s/p	Area(μm^2)	Perímetro(μm)	Diámetro(μm)	Area corregida(μm^2)	Perímetro Corregido(μm)	Diámetro Corregido(μm)
HS0518	DL	H	6.63	516.22	86.49	24.04	433.62	72.65	20.19
HS0521	DL	H	7.14	605.93	93.17	23.46	508.98	78.27	19.71
HS0530	DL	H	5.72	453.90	82.54	23.48	381.28	69.34	19.72
HS0539	DL	H	5.74	626.96	95.47	28.56	526.65	80.19	23.99
HS0479	2D	H	6.41	526.38	86.24	25.42	442.16	72.44	21.35
HS0488	2D	H	9.17	661.57	93.45	26.30	555.72	78.50	22.09
HS7793	2D	H	10.81	565.98	89.07	24.92	475.43	74.82	20.93
HS0409	4D	H	7.87	531.00	81.69	23.27	446.04	68.62	19.55
HS0433	4D	H	7.56	930.15	119.28	31.03	781.33	100.20	26.06
HSSA	4D	H	9.75	451.66	76.90	22.02	379.39	64.60	18.50
HS0006	BLL	H	4.93	704.87	102.90	25.98	592.09	86.43	21.83
HS0008	BLL	H	4.50	789.44	107.76	28.17	663.13	90.52	23.66
HS0069	BLL	H	6.70	615.22	92.84	27.75	516.79	77.99	23.31
HS0262	BLL	H	8.78	516.82	81.56	23.50	434.13	68.51	19.74
HS0320	BLL	H	5.75	812.02	106.70	28.75	682.10	89.63	24.15
HS0358	BLL	H	6.46	669.59	96.80	28.91	562.46	81.31	24.28
HS0376	BLL	H	8.19	457.66	94.36	21.11	384.43	79.26	17.73
HS0386	BLL	H	6.10	857.63	112.17	28.58	720.41	94.23	24.01
MS0496	DL	M	4.70	658.46	100.29	27.43	553.10	84.24	23.04
MS0500	DL	M	9.40	526.79	86.91	24.26	442.50	73.00	20.38

Alpaca Suri	Edad	Sexo	Relación s/p	Area(μm^2)	Perímetro(μm)	Diámetro(μm)	Area corregida(μm^2)	Perímetro Corregido(μm)	Diámetro Corregido(μm)
MS0504	DL	M	5.67	752.52	109.00	29.49	632.12	91.56	24.77
MS0478	2D	M	8.61	380.42	70.91	20.96	319.55	59.57	17.61
MS0491	2D	M	6.92	568.80	86.27	23.94	477.79	72.46	20.11
MSR0079	4D	M	7.15	470.78	84.36	24.19	395.46	70.86	20.32
MSR0081	4D	M	5.44	485.83	84.81	20.74	408.10	71.24	17.42
MS0147	BLL	M	6.66	844.06	115.28	32.13	709.01	96.84	26.99
MS0279	BLL	M	6.25	832.13	114.61	30.09	698.99	96.27	25.27
MSR0052	BLL	M	7.84	1220.07	139.08	31.92	1024.86	116.83	26.81
MSR0070	BLL	M	4.25	777.19	110.49	30.50	652.84	92.81	25.62
MSR5272	BLL	M	8.42	764.64	107.02	29.00	642.29	89.90	24.36

ANEXO 13. Base de datos de alpacas Suri por edad y sexo, de hembras y machos del número de poros, fibras, la relación de número de fibras/número de poros y parámetros estadísticos de la fibra y el poro.

Alpaca Suri	Edad	Sexo	Número de Poros	Número de Fibras	Fibras /Poros	Desviación estándar Fibras	Coefficiente de Variación Fibras	Desviación Estándar Poros	Coefficiente de Variación Poros
HS0518	DL	H	13.20	25.60	1.94	4.67	18.26	1.72	13.03
HS0521	DL	H	14.00	29.20	2.09	3.97	13.60	2.28	16.29
HS0530	DL	H	10.40	24.00	2.31	2.97	12.36	1.36	13.04
HS0539	DL	H	11.00	24.40	2.22	3.44	14.10	1.55	14.08
HS0479	2D	H	6.60	18.00	2.73	1.41	7.86	0.49	7.42
HS0488	2D	H	8.80	21.20	2.41	1.72	8.12	1.33	15.08
HS7793	2D	H	8.80	23.40	2.66	2.42	10.33	0.40	4.55
HS0409	4D	H	6.40	17.40	2.72	1.74	10.02	0.49	7.65
HS0433	4D	H	8.20	23.60	2.88	1.85	7.86	1.60	19.51
HSSA	4D	H	8.20	19.20	2.34	4.87	25.39	2.32	28.23
HS0006	BLL	H	6.00	17.80	2.97	1.94	10.89	0.89	14.91
HS0008	BLL	H	4.20	11.00	2.62	1.10	9.96	0.40	9.52
HS0069	BLL	H	3.60	10.00	2.78	2.00	20.00	0.80	22.22
HS0262	BLL	H	6.00	16.80	2.80	3.19	18.97	0.89	14.91
HS0320	BLL	H	6.20	17.60	2.84	2.06	11.70	0.40	6.45
HS0358	BLL	H	8.00	17.00	2.13	3.46	20.38	1.41	17.68
HS0376	BLL	H	6.20	18.20	2.94	2.48	13.64	1.17	18.81
HS0386	BLL	H	7.40	21.20	2.86	2.64	12.44	1.36	18.33
MS0496	DL	M	9.60	26.20	2.73	3.97	15.15	1.50	15.59
MS0500	DL	M	10.40	24.40	2.35	4.50	18.44	1.50	14.39
	Edad	Sexo			Fibras /Poros				

Alpaca Suri			Número de Poros	Número de Fibras		Desviación estándar Fibras	Coefficiente de Variación Fibras	Desviación Estándar Poros	Coefficiente de Variación Poros
MS0504	DL	M	9.80	25.20	2.57	4.12	16.34	1.17	11.90
MS0478	2D	M	10.80	25.80	2.39	4.45	17.23	0.98	9.07
MS0491	2D	M	9.60	22.00	2.29	2.19	9.96	1.36	14.13
MSR0079	4D	M	7.00	14.40	2.06	3.01	20.88	0.89	12.78
MSR0081	4D	M	12.40	31.40	2.53	8.21	26.15	2.42	19.49
MS0147	BLL	M	11.40	28.60	2.51	3.56	12.43	2.33	20.46
MS0279	BLL	M	8.80	23.00	2.61	2.68	11.67	0.40	4.55
MSR0052	BLL	M	9.00	28.20	3.13	6.43	22.81	1.41	15.71
MSR0070	BLL	M	8.80	21.80	2.48	2.14	9.80	0.40	4.55
MSR5272	BLL	M	7.00	18.60	2.66	2.65	14.27	0.89	12.78