



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



**EVALUACIÓN DE DENSIDAD DE FIBRA, DENSIDAD DE
CONDUCTOS PILOSOS EN ALPACAS HUACAYA DE COLOR
DEL CENTRO EXPERIMENTAL LA RAYA – UNA – PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

ARMANDO NERY CENTENO SONCCO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

Gracias Dios por darme el deseo de seguir adelante y sobreponerme ante cualquier obstáculo.
Gracias por mostrarme el bien entre todo el mal.

En memoria de mis señores padres; Papá Hermógenes y Mamá Antonia desde el cielo su amor
y la fuerza siempre me acompaña para seguir adelante.

A mis hermanos, Eulogia, Adrián, Sofía, Porfirio, Demetrio y Alfredo Centeno soncco; por su
incondicional apoyo de mi carrera profesional.

ARMANDO NERY CENTENO SONCCO



AGRADECIMIENTO

A mi alma mater Universidad Nacional Del Altiplano y la Facultad De Medicina Veterinaria y Zootecnia, por mi formación profesional.

Al centro experimental la Raya de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad Nacional del Altiplano. Por permitirme realizar el presente trabajo de investigación.

Al Ing. Edgar Quispe Peña por facilitarme el software (FiberDen2) Proyecto: “Construcción de novedosos equipos para estudio de fibras, lanas, pelos y piel de animales: Su impacto en el mejoramiento genético y conservación de camélidos” sudamericanos” que financiaron el 50 % del trabajo de investigación (Contrato N° 026-2016-INIAPNIA/UPSMI/IE).

A mi director de tesis, Dr. Julio Málaga Apaza mi sincero agradecimiento por su constancia en la ejecución y redacción del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado, Mg.Sc. Faustino Quispe Condori, MVZ. Simón Foraquita Choque, Mg. Francisco Halley Rodríguez Huanca, por las sugerencias correcciones en el presente trabajo de investigación.

Al MVZ. Joel Quina, Ing. Verónica Mg. Uri Harol Pérez por sus sabias orientaciones que permitieron la culminación del presente trabajo de investigación.

A mis compañeros de la Facultad MVZ. Isabel Valeria Mendoza por su gran apoyo durante la ejecución del presente trabajo de investigación Mariam Humeres, por la motivación constante en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

ARMANDO NERY CENTENO SONCCO



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 9

ABSTRACT..... 10

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo de la Investigación 12

1.1.1. Objetivo General..... 12

1.1.2. Objetivos Específicos 13

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes 14

2.1.1. Densidad de fibra..... 14

2.1.2. Correlaciones Entre Las Variables 17

2.2. Marco Teórico 18

2.2.1. Características y estructura histológica de la piel en CSD 18

2.2.2. Índice folicular..... 24

2.2.3. Densidad folicular o conducto..... 25

2.2.3. Densidad de fibra..... 26

2.2.4. Estructura celular de la fibra..... 29



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio	30
3.2. Muestra de estudio	30
3.3. Metodología	32
3.3.1. Uso de FIBER DEN	32
3.3.2. Preparación de la piel del animal.....	32
3.4. Análisis estadístico	33

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Densidad de fibra	35
4.2. Densidad de conductos	36
4.3 Correlación de variables	39
V. CONCLUSIONES	41
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	48

Área : Producción de alpacas.

Tema : Densidad de fibra y de folículos pilosos.

FECHA DE SUSTENTACION: 13 DE ENERO DE 2020.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Densidad de fibra en la piel de alpacas Huacaya de color, según sexo y clase.	35
Figura 2. Densidad de conductos (mm ²) en la piel de alpacas Huacaya de color según sexo y clase	37
Figura 3. Grado de asociación entre densidad de fibra y densidad de conductos en la piel de alpacas Huacaya color.....	39



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Densidad folicular y relación secundarios/primarios, en tres tipos de CSD....	16
Tabla 2. Distribución de animales para el estudio de variables en estudio.....	31
Tabla 3. Densidad de fibra en la piel de alpacas Huacaya de color, según sexo y clase en el CE La Raya UNA – Puno.....	35
Tabla 4. Densidad de conductos (mm ²) en la piel de alpacas Huacaya de color según sexo y clase en el CE La Raya UNA – Puno	36
Tabla 5. Grado de asociación entre densidad de fibra y densidad de conductos en la piel de alpacas Huacaya de color en el CE La Raya UNA – Puno	39



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

mm: milímetros

Prom: Promedio

D.S.: Desviación estándar

SAS: Sistema de análisis estadístico

Cm²: Centímetros cuadrados

CE: Centro experimental

FEBER DEN: Instrumento para medir muestras de fibra

f/mm²: Folículos por milímetro cuadrado de piel

CSD: Camélidos Sudamericanos Domésticos

DFS: Densidad folicular secundario



RESUMEN

El estudio fue realizado en el Centro Experimental La Raya de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Nacional del Altiplano, ubicado a una altitud de 4383 msnm; con los objetivos de determinar la densidad de fibra en alpacas Huacaya de color según sexo y edad, determinar la densidad de conductos pilosos alpacas según sexo y edad; y estimar el grado de correlación entre densidad de fibra y densidad de conductos pilosos en alpacas. Se utilizaron 86 alpacas entre tuis y adultos, para medir la densidad de fibras y densidad de conductos pilosos, para ello se ha preparado la piel del costillar medio de lado derecho de aproximadamente de 10 cm² para la captura amplificada de imágenes mediante el equipo FIBER DEN y finalmente el procesamiento de los imágenes y presentación de datos. Esta información fue procesada en la hoja de cálculos Excel y analizada en el software SAS-STAT ® 9.4. Los resultados en la densidad de fibra en la piel de alpacas Huacaya de color no muestran diferencia entre sexo, pero si entre clase, donde los promedios fueron de 22.15 ± 4.27 y 24.06 ± 4.47 fibras/mm² de la piel de alpacas tuis y adultos, respectivamente. La densidad de conductos en la piel de alpacas Huacaya de color no muestran diferencia entre macho y hembra, ni entre adultos y tuis con promedio de 8.32 conductos/mm² de piel. El grado de asociación entre densidad de fibra y densidad de conductos en alpacas Huacaya de color fue alto y positivo ($r=0.61$); por lo que se debe considerar la densidad de fibra y densidad de conductos pilosos para la selección de reproductores y por ende la producción de fibra.

Palabras Clave: Alpacas, conductos pilosos, densidad, FIBER DEN



ABSTRACT

The study was carried out at the La Raya Experimental Center of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics - Universidad Nacional del Altiplano, located at an altitude of 4383 meters above sea level; with the objectives of determining the density of fiber in Huacaya alpacas of color according to sex and age, determining the density of alpaca hair ducts according to sex and age; and estimate the degree of correlation between fiber density and density of hair ducts in alpacas. 86 alpacas were used between tuis and adults, to measure the density of fibers and density of hair ducts, for this the skin of the right right side rib of approximately 10 cm² has been prepared for the amplified capture of images by means of the FIBER DEN equipment and finally the image processing and data presentation. This information was processed in the Excel spreadsheet and analyzed in the SAS-STAT ® 9.4 software. The results in fiber density in the skin of colored Huacaya alpacas show no difference between sex or class; the averages were 22.15 ± 4.27 and 24.06 ± 4.47 fibers / mm² of the skin of tupa and adult alpacas, respectively. The density of ducts and / or follicles in the skin of colored Huacaya alpacas show no difference between male and female, nor between adults and tuis with an average of 8.32 ducts / mm² of skin. The degree of association between fiber density and duct density in Huacaya alpacas of color was high and positive ($r = 0.61$); Therefore, density should be considered for the selection of breeders and therefore the production of fiber.

Keywords: Alpacas, Density, Hair Ducts, FIBER DEN



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el Perú, la población de alpacas es de 3'685,516, estando conformada por el 12, 79 y 9% de alpacas Suri, Huacaya y Huarizos, respectivamente. Del conjunto, la mayor población de alpacas se concentra por encima de los 3500 msnm distribuida en las regiones Puna (77.3%), Suni (12.4%) y Janca (7.6%); y por debajo del nivel altitudinal en referencia apenas se encuentra el 3% de la población (INEI, 2012).

La crianza de camélidos sudamericanos domésticos (alpacas y llamas) constituyen el principal medio de subsistencia para más de un millón de pequeños productores de los andes centrales de Sudamérica (E. C. Quispe, Rodríguez, Iñiguez, & Mueller, 2009). Los productores comercializan la fibra de alpaca, en cuyo mercado el precio está en función a finura de fibra, según Quispe *et al.*, (2013) señala que el ingreso económico está en función al peso del vellón y el diámetro de fibra. La fibra es producida por folículos, conductos pilosos que se evalúan superficialmente y que se encuentran incrustados en la piel, a este nivel se han realizado diversos estudios referidos a la estructura de la piel de alpacas; dándose sólo información preliminar. Si se quiere alcanzar niveles competitivos en la comercialización de la fibra 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 (Ormachea, V., Calsin, Olarte, & Quiñones, 2013; E. C. Quispe *et al.*, 2009).

La piel de alpaca tiene estudios preliminares a nivel estructural; sin embargo, existen escasos estudios que muestran relaciones entre conductos pilosos y la fibra. 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 tener un buen conocimiento de los conductos pilosos. Esta problemática sugiere primero dilucidar la relación que existen entre los conductos pilosos y la densidad de fibra, así como también cuantificar la densidad de fibra, densidad de conductos pilosos y estimar parámetros genéticos para densidad de fibra, densidad de conductos pilosos, diámetro promedio de fibra curvatura de ondulación, factor de confort y longitud de mecha en alpacas Huacaya. (Amador, 2015).

La densidad de fibra, densidad de conductos pilosos 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 se ha optado a utilizar un novedoso procedimiento y equipo fiber DEN y fiber EC con el objetivo de evaluar la densidad, haces de fibras por conductos y la relación número de fibras/ número de conductos en alpacas, en forma no invasiva. El estudio permite obtener resultados para la elaboración de una línea de base en la clasificación de animales élite para dichas características como futuros reproductores. Estableciendo, como el punto de partida para la realización del mejoramiento genético se contará con una nueva tecnología para evaluar y certificar la calidad de la fibra de alpaca. Por lo cual, los objetivos planteados fueron los siguientes:

1.1. Objetivo de la Investigación

1.1.1. Objetivo General

Evaluar de densidad de fibra y densidad de conductos pilosos en alpacas Huacaya de color del Centro Experimental La Raya – UNA – PUNO



1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar la densidad de fibra en la piel de alpacas Huacaya de color según edad y clase.
- Determinar la densidad de conductos pilosos en la piel de alpacas Huacaya de color según edad y clase.
- Estimar el grado de correlación entre densidad de fibra y densidad de conductos pilosos en la piel de alpacas Huacaya de color.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Densidad de fibra

McGregor et al., (2012) Llego a la conclusión de que a medida que incrementa la edad el animal llega a ser más pesado y grande y por tanto se incrementa la superficie de piel, lo que reduce la densidad folicular, haciendo que los folículos lleguen a ser más grandes, que da como resultado la producción de fibras más gruesas .Adicionalmente, el número de folículos activos disminuye con la edad, y aunque no existe evidencia clara del efecto de la edad en la disminución de la habilidad sintética de los folículos; cuando el animal llega a la madurez, a la poca competición de los folículos que cada vez son menos, los bulbos foliculares tendrían mayor abastecimiento de nutrientes. Sin embargo, como a mayor edad al existir cambios en los patrones de alimentación y la selección de dieta, por efecto de desgaste de los incisivos (en caso de ovinos) y por efecto de mal encaje entre los incisivos inferiores y el rodete dentario (en caso de alpacas), el consumo de alimentos es menor, por lo que ya no existiría un mayor incremento como debiera.

Quispe *et al.*,(2013) En su artículo titulado Método no invasivo para determinar densidad y haces de fibras en piel de animales vivos, realizo 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 \pm error estándar (EE) para DenFib de $23,60\pm 0,36$ y



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 los resultados son menores y en la mayoría de los casos cada pelo emerge de un conducto solitariamente. Se concluye que el procedimiento permite obtener tres características de fibras y piel (DenFib, DenCon y Fib/Con con sus respectivas desviaciones estándar) de llamas, alpacas y vacunos, con la posibilidad de extender su uso en otras especies.

(Y. Gamarra, 2008). En estudios de ovinos y camélidos sudamericanos como la llama señala que a mayor densidad folicular menor diámetro de fibra, y con respecto a las alpacas, existen diferencias de densidad folicular entre razas, siendo la raza suri, la que posee una mayor densidad que los ejemplares de raza Huacaya. Así mismo en camélidos se ha determinado que existe una relación entre la densidad y relación folicular con la finura de la fibra.

Encuentran en vicuñas,(Agraria, 2008) haces compuestos por tres fibras mostrando diferencias substanciales en tamaño y relación espacial entre pelos y fibras finas, también reportaron en alpacas haces formadas hasta por tres fibras. En referencia a la densidad folicular total en alpacas y llamas varían entre 14 y 30 folículos/mm²; siendo mayor la densidad folicular, como la relación Secundarios/Primarios en alpacas en comparación con llamas Antonini et al., (2004) Indico que en ovinos y camélidos la densidad folicular, densidad de folículos primarios, densidad de folículos secundarios y relación folículos secundarios/primarios son buenos indicadores de la calidad y cantidad de fibra; sin embargo, su uso como criterio de selección no resulta práctico. La dificultad en la medición, necesidad de varios equipos, alto costo, acción invasiva, necesidad de

personal calificado y demora alrededor de 48 horas; (Antonini *et al.*, 2004; Gamarra, 2008; McGregor *et al.*, 2012).

Tabla 1. Densidad folicular y relación secundarios/primarios, en tres tipos de CSD

CSD / edad (meses)	Densidad folicular (n°/mm ²)				
	2	4	6	10	Prom.
Alpaca Huacayo	26,7	18,27	16,66	22,3	20,98
Alpaca Suri	25,24	20,75	15,15	19,9	20,26
Llama Ch'aku	14,41	12,49	11,43	17,98	14,08

Fuente: Antonini, 2004.

Quispe *et al.*, (2013) Resalta que la nitidez de las imágenes capturadas mediante el Fiber Den podrá permitir elaborar un software para un contaje automático para así obtener datos en tiempo real, y hacer mucho más rápido el procedimiento, pues en la actualidad la utilización de la técnica propuesta permite la evaluación de 60 muestras de animales por día, ésta aún puede incrementarse, sea por la mejora de técnica, pero también por la mejora y destreza del usuario.

Siña, (2012) En un trabajo de investigación titulado Características físicas de la fibra en alpacas huacaya del Distrito de Susapaya, Provincia de Tarata, reporta el promedio general para la densidad de la fibra de alpaca fue de $1\ 709,87 \pm 378,67$ fibras por cada 50 mg y con un coeficiente de variación de 22,15% y una variación de 1025 a 3126 fibras. (Mamani, 2009) reporta que la densidad en alpacas en el distrito de Maranganí de las provincias de Canchis – Cusco, tiene un promedio general de $1\ 572,70 \pm 416,91$ fibras por cada 50 mg con un coeficiente de variación de 26.51 % y con una variación de 868 a 2964 fibras. Y que la densidad promedio del vellón de alpacas hembras de la raza Huacaya, disminuye conforme se incrementa la edad del animal, sin que muestre diferencias con respecto a las regiones corporales.



(Amador, 2015) indica que el peso del vellón sucio de una alpaca, es función del número de fibras y del peso medio de estas fibras. La producción de fibra depende predominantemente del funcionamiento de los folículos pilosos, en periodos largos de crecimiento, pues la fase anágena (con una zona matricial en mitosis) es la que predomina frente a la fase catágena (donde se detiene el crecimiento folicular por estrechamiento del bulbo, reducción de la papila pilosa y arrugamiento del saco piloso y queratinización) y telógena (donde se reduce de tamaño el folículo por reducción de la papila, matriz y saco piloso);(Antonini, et al., 2018) indican que se puede maximizar la producción de vellón en las alpacas jóvenes realizando doble esquila.

(Carhuapoma, 2009) indico que entre los factores internos que afectan el diámetro de fibra y peso de vellón resaltan el sexo, la edad, la raza, sanidad, estado fisiológico condición corporal (Carhuapoma *et al.*, 2009) y color de vellón McGregor et al., (2012).

2.1.2. Correlaciones Entre Las Variables

En un trabajo realizado en 74 alpacas Huacaya blancas de un año de edad en el Centro Experimental de Camélidos Sudamericanos Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica, para determinar las correlaciones fenotípicas entre el peso vellón sucio y parámetros tecnológicos en fibra de alpacas. Las correlaciones fenotípicas fueron: -0.96 y -0.90 para la media del diámetro de fibra e índice de curvatura (MDF-IC) y -0.69 y -0.62 para la media del diámetro de fibra y el factor o índice de confort (MDF-ICF), así mismo, 0.70 y 0.55 (IC-ICF) para índice de curvatura y factor o índice de confort (Ticlla *et al* 2015; Quispe, *et al* 2017) en machos y hembras respectivamente.



El estudio se realizó entre diciembre de 2009 y diciembre de 2010 en alpacas de la comunidad campesina de Santo Domingo de Cachi, en el distrito de Yanacancha, provincia de Chupaca y departamento de Junín- Perú, con la finalidad de estimar componentes de varianza fenotípica, correlación fenotípica y repetibilidad de media de diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación de MDF (CV MDF), peso de vellón (PVe), índice de curvatura (IC) y longitud de mecha (LM), donde se encontró la correlación fenotípica entre el promedio de diámetro de fibra y el índice de curvatura en -0.69 para alpacas del sexo macho y para alpacas del sexo hembra fue de -0.62 , esto nos indica que a medida que aumenta el promedio de diámetro de fibra disminuye el índice de curvatura.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Características y estructura histológica de la piel en CSD

La piel protege al cuerpo de los agentes térmicos, mecánicos, químicos y microbiológicos, mediante su epidermis cornificada, donde se encuentran varios tipos de fibra, pelos y glándulas de secreción externa (Junqueira y Carneiro, 2015; Vélez et al., 2016). El estudio de los folículos de la piel de los mamíferos, especialmente en ovinos, ha sido seguido con interés desde el siglo pasado, encontrándose cambios en las diversas etapas de crecimiento, factores que podrían tomarse en cuenta en los programas de selección con fines de aumentar la producción de lana por animal (Carter, y Clarke, 1957; Badajoz et al., 2009)

La estructura de la piel en alpacas es similar a la de otros mamíferos, estando formada por tres capas bien definidas: la epidermis tiene una capa delgada externa; la



dermis posee capa gruesa interna y la hipodermis, capa grasa (Chambilla, 1983; Bustinza, 2001).

La epidermis está formada por un epitelio estratificado, plano y queratinizado y contiene cuatro estratos: El estrato Córneo es el más superficial y está formado por escamas córneas 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 queratina. El estrato Espinoso, el cual presenta células poliédricas y generalmente forma tres capas, presentando núcleos algo picnóticos: las células superficiales, aplanadas y las profundas, poliédricas. Por último, el estrato Germinativo o Basal, con células cúbicas 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).

La dermis está compuesta principalmente de tejido conectivo, en donde están las fibras de colágeno; es bastante gruesa y en su lecho se encuentran folículos pilosos, glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y músculo 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 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). Además, el límite entre la



epidermis y dermis es bastante liso y no se distinguen con claridad los clavos interpapilares descritos para otros tipos de piel. Por lo tanto, el folículo piloso, es una invaginación de la piel, en donde se forman las fibras (Calle, 1982).

En la dermis se hallan los capilares sanguíneos los cuales forman grupos tortuosos alrededor de los grupos foliculares. En camélidos sudamericanos éstos 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 éstos 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 su vellón abierto y su menor resistencia a las condiciones de las zonas altas. Por último, se tiene la hipodermis que es una capa de la piel de camélidos sudamericanos 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).

La epidermis está formada por un epitelio estratificado, plano y queratinizado y contiene cuatro estratos. El estrato Córneo es el más superficial y está formado por escamas córneas 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 queratina. El estrato Espinoso, el cual presenta células poliédricas y generalmente forma tres capas, presentando núcleos algo picnóticos: las células superficiales,



aplanadas y las profundas, poliédricas. Por último, el estrato Germinativo o Basal, con células cúbicas 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 (Bustanza, 2001) citado por (Franco , 2006).

Entonces, la fibra 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; las alpacas tienen predominantemente folículos secundarios, por lo que es considerado como un animal con fibra de capa simple (Galbraith, 2010). La madurez de los folículos en el caso de alpacas sería a una edad temprana (Badajoz *et al.*, 2009) 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 invaginación de los folículos y las depresiones de la epidermis en la dermis donde se origina la fibra. Lo cual los folículos son elementos básicos en la producción de la fibra (Aliaga, 2012)

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). Lo que describiremos a continuación se basa en los estudios de (Araos, 2000).

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

La formación de la fibra 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, 2006). Los factores endocrinos (andrógenos, estrógenos, prolactina, glucocorticoides) influyen en el crecimiento de la fibra; los factores locales como el calor y el masaje aumentan la actividad metabólica favoreciendo el rápido crecimiento de la fibra; 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 (Sosa, 2006)

Entonces la formación y crecimiento de la fibra 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 (P. Y. 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.

Los folículos de la alpaca por su distribución se clasifican en dos clases: simples y compuestos. Los folículos simples contienen una sola fibra, 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, la glándula sudorípara y el músculo 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).



2.2.2. Índice folicular

La fibra en formación se halla rodeada por una estructura denominada folículo piloso. 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 (Franco, 2006).

Existen diversos factores que influyen en la producción de fibra, muchos de ellos interrelacionados. La evaluación de los animales con respecto a estas características se realiza directamente a través del fenotipo del individuo, o se estima a través de la genealogía o de su descendencia. Al seleccionar animales por una determinada característica, se debe considerar que, indirectamente, otras variables estarán siendo afectadas. Las correlaciones fenotípicas permiten predecir cambios de una característica en el rebaño actual, cuando se selecciona animales por una u otra característica (Cordero *et al* 2011).

El porcentaje de los folículos de la piel puede ser medido, además por la proporción de los folículos secundarios frente a los primarios (S/P) o por la densidad de folículos en un área determinada de la piel. Sin embargo, emplear la fórmula de proporción de S/P resulta, a menudo, más adecuado que gestionar subvenciones económicas para poder hacer el seguimiento y las mediciones de la expansión de la piel durante el crecimiento del animal y su encogimiento durante en la etapa de procesamiento; por ello la proporción S/P ha sido usado de manera intensiva incluso



en estudios de crianza de ovinos para comparar los grados de maduración de los folículos secundarios desde el nacimiento. Los camélidos alcanzan la madurez folicular a temprana edad y, por lo tanto, los productores deberían adelantar sus programas de esquila (Antonini *et al.*, (2004).

2.2.3. Densidad folicular o conducto

La densidad de conductos pilosos, es el número de conductos que existen en una unidad determinada de superficie; además menciona que la densidad de conductos pilosos influye en la finura de la fibra, 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 fibra (P. Y. Gamarra, 2008).

La densidad constituye uno de los caracteres del vellón menos conocidos, para algunos completamente ignorados y por otros deficientemente valorado, a pesar de su fuerte intervención en los rendimientos cuantitativos y cualitativos de la producción de lana. Se trata de un carácter de exclusiva competencia ganadera, porque sus relaciones con las cualidades textiles de la lana, sobre todo aquellas que entran en la campaña de la industria manufacturera, son muy reducidas, y es por ello la inferioridad bibliográfica que padece en relación con otros caracteres de la lana (Sanchez, 1955).

Al nacimiento los folículos se encuentran bastante compactados en la piel, haciendo muy alta la densidad folicular. El número de folículos por mm puede estar entre 30 y 40 en la raza Southdown, mientras que en el Merino Australiano la



densidad folicular al nacimiento puede ser mayor de 100. A medida que el animal va creciendo la piel se expande y la densidad folicular disminuye, de manera que el promedio para un animal adulto figura alrededor de 10 folículos por mm en las razas como las Caras Negras, cerca de 15 en razas de fibra larga, de 20 a 30 en razas Down y entre 50 a 100 en las diferentes clases de Merino. En general, la mayor densidad folicular corresponde a un vellón más fino (Novoa y Florez, 1991).

La densidad folicular promedio en el cuerpo de la alpaca es de 18 folículos por mm² pero pueden variar de 15 hasta 26. La densidad disminuye en sentido dorsoventral y postero-anterior. La zona del cuello tiene la mayor densidad (mayor que 20 folículos por mm²). Las partes más bajas y los flancos (zonas inguinal y axilar) tienen la menor densidad (10 folículos por mm²). Existe una alta correlación negativa entre densidad folicular y diámetro (-0.8); es decir, a mayor densidad folicular mayor finura de fibra (Bustinza, 2001).

2.2.3. Densidad de fibra

Tal vez el atributo más importante, determina la comercialidad de un vellón. La densidad mide la cantidad de fibras que crecen dentro de un vellón, lo que determina la cantidad de vellón vendible que se produce. Una densidad más alta también protege el vellón contra la penetración de la suciedad y la humedad, y promueve la alineación de las fibras dentro de cada fibra (AAA). Está determinado por el número de conducto de la piel de donde emergen las fibras en número de variable de 1 hasta 8 (Quispe y Quispe, 2019) En camélidos sudamericanos, no existe aún información sobre la densidad de fibras, aunque si existen reportes sobre la



densidad folicular que se encuentra estrechamente relacionada con la densidad de fibras y la densidad del vellón (P. Y. Gamarra, 2008).

La densidad es el número total de fibras que crecen en una unidad definida de área de piel, usualmente en un animal vivo y otros generalmente refieren a la densidad como el número de fibras por unidad de área en la superficie de la piel. considera que la mayoría de los investigadores concuerdan que el número de fibras que crecen en una unidad de área es la base de la densidad; asimismo, considera que el número fibras solo no expresa completamente la densidad, y cita su propio trabajo conectando con su teoría que la densidad debería considerar el diámetro de fibra y ser expresado en términos de porcentaje de superficie de área realmente ocupado por las fibras (Quispe y Quispe, 2019).

La densidad es el número de fibras 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 (Gambetta R.;Pueyo, 2004).

Mientras la relación de folículos secundarios y primarios (S/P) tiene un promedio general de 7, cuya variación es relativamente grande y que va por cada folículo primario, desde 2 a 17 secundarios. No existe diferencia de esta relación por efecto de la raza, sin embargo, lo más resaltante es que no existen los tríos foliculares (dos secundarios y un primario) como en el caso del ovino, (Huapaya, 1980).



La densidad es una característica que le interesa al productor, porque a mayor densidad obtendrá mayor peso de vellón. Como la densidad está en dependencia de la concentración folicular que existe en las distintas zonas de la piel; donde en la región costillar, en el que se ha encontrado 15 f/mm² siendo la de mayor densidad el cuello con 20 f/mm² y, la menor densidad las axilas y extremidades, con 10 f/mm². Mientras los grupos foliculares en la alpaca, se hallan constituidos por un folículo primario y un número variable de secundarios; que raramente se observó el trío de los folículos de la formación típica de los ovinos. Que los folículos primarios están acompañados de las glándulas sudoríparas y del músculo correspondiente, mientras que los folículos secundarios carecen de dicha estructura, aunque ambos folículos tienen glándulas sebáceas, pero en menor cantidad comparado con los ovinos. Que la densidad es de 16.93 f/mm², con una relación folicular de 7.18 secundarios por cada primario (Calle, 1982).

El promedio de la densidad folicular en alpacas macho fue de 35.54 folículos por mm² con una desviación estándar de ± 5.35 y un coeficiente de variabilidad de 15.05%, resultado que fue mayor al de las hembras en las que se encontró un promedio de 32.36 folículos por mm² con una desviación estándar de ± 7.14 y con un coeficiente de variabilidad de 22.08% (Prado, 1985a)

La densidad folicular total, a los 10 meses de edad en alpacas Huacaya, alpaca Suri y llamas Chaku es de: 22.30 f/mm², 19.90 f/mm², y 17.98 f/mm², respectivamente para cada especie; sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en la proporción entre folículos secundarios y primarios entre machos y hembras de los tres tipos de CSD. A los 10 meses se alcanza valores de 8.08, 6.89



y 4.66 f/mm², para Huacayo, suri y ch'acu, respectivamente. En proporción, los valores mínimos de actividad folicular se registraron a los dos meses para los tipos Huacaya y Ch'acu, y a los 10 meses para el tipo suri. Aunque los tres tipos presentaron valores máximos al cuarto mes, el tipo muestra apenas un incremento mínimo frente a su valor registrado al segundo mes, una vez alcanzado los valores máximos, estos empezaron a decrecer hasta el final de las observaciones en el décimo mes en el caso de raza Huacaya y suri, hasta el sexto mes en el caso de ch'acu, cuyos valores permanecen en el mismo rango al décimo mes, la proporción de folículos siempre difiere uno del otro salvo en el cuarto mes para los Huacaya y Suri, de los tres, el tipo ch'acu es el que muestra, en todos los casos, los valores de proporción más bajos, mientras que la raza Huacaya los más alto, excepto en el segundo mes, Antonini, *et al.*, (2006) Entonces queda demostrado que los CSD alcanzan, a temprana edad, la madurez completa del aparato folicular de la piel, con valor S/P (4.89) observado en la población de llamas lanudas peruanas Antonini *et al.*, (2004).

2.2.4. Estructura celular de la fibra

La estructura de la fibra son tres capas distintas vistos de exterior al interior.

- a. **Capa cuticular:** La cutícula forma el (10 %) en fibras finas. Está formada por células planas superpuestas a manera de escamas de pescado
- b. **Corteza:** Llamado también como el cuerpo de la fibra es la mayor parte del volumen de la fibra.
- c. **Medula:** Es la parte central de la fibra, aparece en las fibras gruesas mas no así en las finas y se encuentran tres tipos de medulas, la fragmentada, discontinua y continua (Aliaga, 2012)



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El trabajo de investigación fue realizado en el Centro Experimental La Raya perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado a una altitud de 4238 m, y se encuentra en el distrito de Santa Rosa Provincia de Melgar Región Puno.

3.2. Muestra de estudio

Tamaño de muestra se determinó mediante el método de muestreo al azar estratificado, considerando 34 % de animales presenta buena densidad en estudios anteriores, con un nivel de confianza de 95 % y un error de precisión de 10 %, mediante la siguiente fórmula (Calzada, 1982).

a) Cálculo de la muestra

$$n_i = \frac{Z^2(p \times q)}{d^2}$$
$$n_i = \frac{(1.96)^2(0.34 \times 0.66)}{(0.01)^2} \quad n_i = 86.30$$

Donde:

n_i = tamaño inicial de la muestra.

Z^2 = nivel de confianza 95 %.

p = proporción de la población objeto de estudio, prevalencia.

q = complemento (1-p)



d^2 = precisión con la que se generaliza los resultados, margen de error (10 %).

La muestra estimada fue de 86 animales.

Tabla 2. *Distribución de animales para el estudio de variables en estudio*

Sexo/clase	Machos			Hembras		
	Tuis	Adultos	Total	Tuis	Adultos	Total
N° Animales	14	12	26	22	38	60
Total						86

Fuente: Elaboración propia

El total de unidades de estudio fueron con diferente número de repeticiones por tratamiento.

3.3. Materiales

Equipos

- FIBER DEN®.
- Cámara fotográfica.

Materiales

- Registros de muestro de fibra.
- Registros de análisis de fibra.
- Protector de polvo y anti réflex
- Atomizador de agua
- Bol
- Brocha
- Cuchilla inoxidable
- Navaja de afeitar
- Oxigenta
- Tinte



- Gel
- Tijeras
- Paño de microfibrina para ópticos
- Guantes descartables
- Bolsas de polietileno.
- Lapiceros.
- Tijeras.

3.3. Metodología

Los animales objetos a investigación fueron debidamente identificados mediante el aretado.

3.3.1. Uso de FIBER DEN

Basado en la captura de imágenes de la superficie de piel de la alpaca a la que se adiciona un *software* propietario, el FIBER-DEN es un método no invasivo (Quispe Peña y Quispe Quintanilla, 2018).

3.3.2. Preparación de la piel del animal

- a) Se hizo el corte de la fibra en el costillar medio
- b) Luego se ha jabonado el área
- c) Posteriormente se realizó el afeitado con la navaja y/o guelite
- d) Se hizo el teñido de la parte afeitada, un área aproximada de 10 cm²
- e) Luego pasado dos horas se realizó la captura de imágenes de la piel teñida
- f) Lectura mediante el conteo de número de fibras, número de conductos/mm²
- g) Procesamiento de imágenes



Fuente: Manual de FIBER-DEN (Quispe peña y Quispe Quintanilla, 2018).

3.4. Análisis estadístico

a) Análisis de varianza

Los datos fueron analizados bajo un arreglo factorial de 2 (sexo) x 2 (clase) conducido al diseño completamente al azar, cuyo modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta (densidad de fibra, conductos pilosos).

μ = Media de la población.

α_i = Efecto del i-ésimo sexo animal (1, 2)

β_j = Efecto del j-ésima clase (1, 2)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo sexo, en la j-ésima clase.

ε_{ijk} = Efecto del error experimental

Se utilizaron el análisis de varianza (ANVA) para cada variable (densidad de fibra y densidad de conductos) con el arreglo factorial de dos factores (2A x 2B), y la diferencia entre los promedios de los niveles (macho y hembra) de cada factor fue



contrastado a través de la Prueba Múltiple de Significación de Duncan, con el nivel de confianza de 95% ($\alpha=0.05$).

b) Análisis de correlación

Para analizar las correlaciones entre densidad de fibra y conductos pilosos, se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson, cuya fórmula es la siguiente:

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Donde:

X: Variable 1

Y: Variable 2

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Densidad de fibra

Tabla 3. Densidad de fibra en la piel de alpacas Huacaya de color, según sexo y clase en el CE La Raya UNA – Puno.

Sexo/clase	Tuis			Adultos		
	n	Prom \pm	D.S.	n	Prom \pm	D.S.
Macho	14	22.27 ^a \pm	4.15	12	23.82 ^a \pm	4.86
Hembra	22	22.03 ^a \pm	4.40	38	24.32 ^a \pm	4.09
Prom.	36	22.15 ^b \pm	4.27	50	24.06 ^a \pm	4.47

Fuente: Elaboración propia

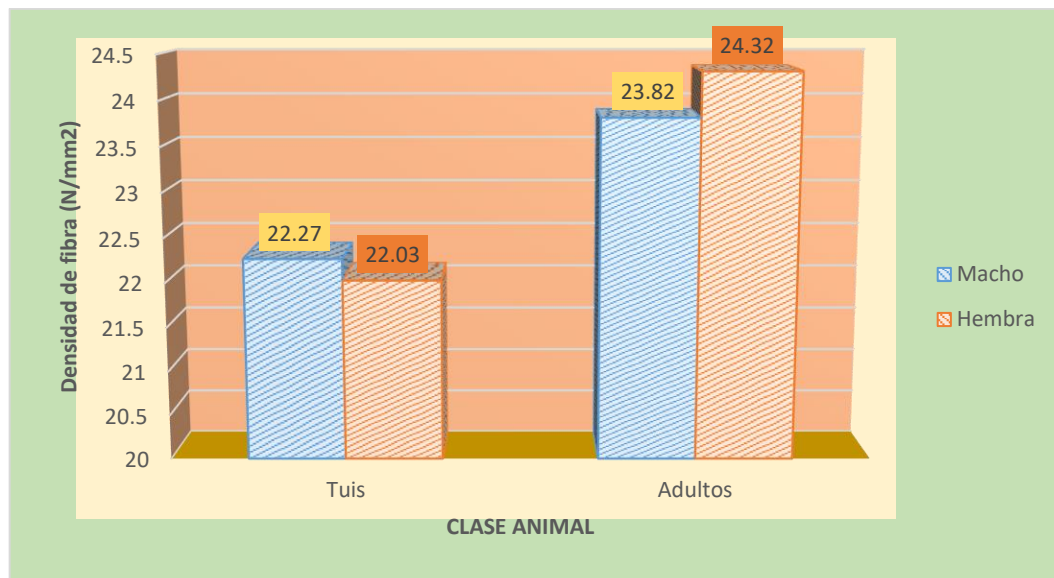


Figura 1 Densidad de fibra en la piel de alpacas Huacaya de color, según sexo y clase.

En la tabla 3 y figura 1, se evidencia que, la variable densidad de fibra en la piel de alpacas Huacaya de color no muestran diferencia entre sexo ($P \geq 0.05$), pero sí entre clase ($P \leq 0.05$); esta semejanza de los resultados por efecto sexo, no influye en la variabilidad de densidad de fibra. Mientras, los valores encontrados en el presente estudio

como promedio fueron de 22.15 ± 4.27 y 24.06 ± 4.47 fibras/mm² de la piel de alpacas tuis y adultos, respectivamente ($P \leq 0.05$).

Los valores encontrados en el presente estudio son semejantes al reporte de Quispe *et al.*, (2013) quién encontró para alpacas 23.60 ± 0.36 fibras/mm², y en llamas 12.73 ± 1.41 fibras/mm², con el procedimiento del equipo FIBER DEN® en un tiempo alrededor de 6 minutos/animal, obtuvo imágenes nítidas en la piel de alpacas. Y (Calle, 1982) manifiesta que, la densidad de fibra es una característica que le interesa al productor, porque a mayor densidad obtendrá mayor peso de vellón.

4.2. Densidad de conductos

Tabla 4. Densidad de conductos (mm²) en la piel de alpacas Huacaya de color según sexo y clase en el CE La Raya UNA – Puno

Sexo/clase	Tuis			Adultos		
	n	Prom ±	D.S.	n	Prom ±	D.S.
Macho	14	8.94 ^a ±	2.18	12	8.20 ^a ±	1.92
Hembra	22	7.86 ^a ±	1.37	38	8.27 ^a ±	1.28
Prom.	26	8.40 ^a ±	1.78	40	8.22 ^a ±	1.60

Fuente: Elaboración propia

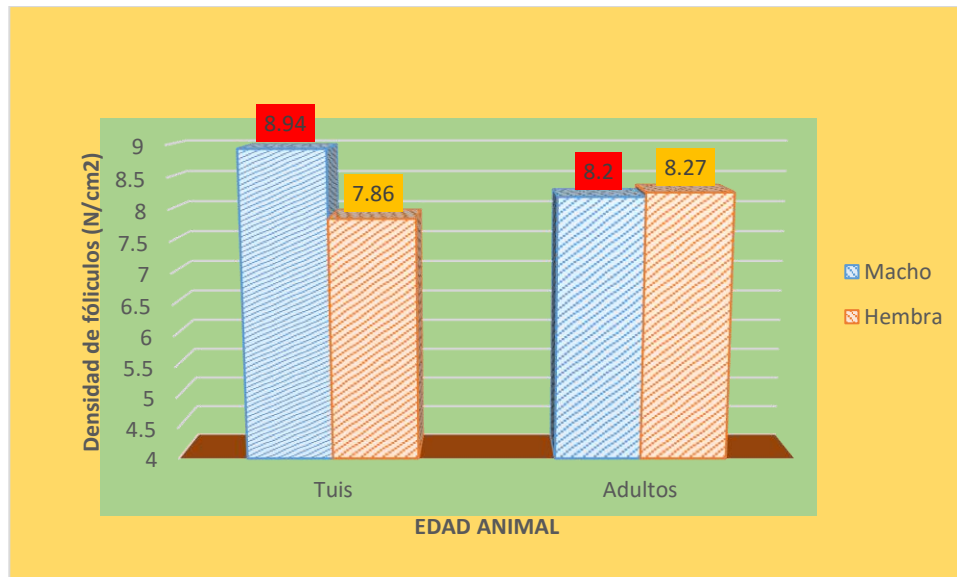


Figura 2: Densidad de conductos (mm²) en la piel de alpacas Huacaya de color según sexo y clase

En la tabla 4 y figura 2, se evidencia que, la variable densidad de conductos por mm² en la piel de alpacas Huacaya de color no muestran diferencia entre macho tuis (8.94) y hembra tuis (7.86), ni entre adultos machos (8.2) y adultos hembra (8.27) ($P \geq 0.05$); este resultado indica que no está influenciado la variación de la variable por efecto sexo y clase animal. Los valores encontrados como promedio en el presente estudio fueron de 8.40 ± 1.78 y 8.22 ± 1.60 conductos/mm² de la piel de alpacas tuis y adultos, respectivamente.

Los valores del presente estudio son inferiores al reporte de Quispe et al.,(2013) como 10.50 ± 0.16 conductos/mm² en alpacas y llamas 6.77 ± 2.26 conductos/mm² determinado por el Método no invasivo con la utilización del equipo FIBER DEN®, donde obtiene imágenes nítidas en la piel de alpacas.

No obstante, que los valores encontrados en el presente estudio es inferior a lo que reporta (Prado, 1985b), quién registra el promedio de la densidad folicular en alpacas macho 35.54 ± 5.35 folículos por mm² de piel; resultado que fue mayor al de las hembras en las que se encontró un promedio de 32.36 ± 7.14 folículos por mm² de piel; diferencia



que podría deberse a la técnica utilizada en el estudio, ya que el autor mencionado utilizó técnica de corte histológica; mientras en el presente estudio fue a través de Feber Den.

Referente a la variable estudiado, (Calle, 1982) manifiesta, que la concentración folicular varía en las distintas zonas de la piel; como en la región costillar se ha encontrado 15 f/mm²; siendo la de mayor densidad en el cuello con 20 f/mm² y, la menor densidad las axilas y extremidades, con 10 f/mm². Mientras los grupos foliculares en la alpaca, se hallan constituidos por un folículo primario y un número variable de secundarios; que los folículos primarios están acompañados de las glándulas sudoríparas y del músculo correspondiente, mientras que los folículos secundarios carecen de dicha estructura, aunque ambos folículos tienen glándulas sebáceas, pero en menor cantidad.

Los valores encontrados en el presente trabajo de investigación fue inferior a la de (Marco Antonini, 2018), quién reporta la densidad folicular total, a los 10 meses de edad en alpacas Huacaya, alpaca Suri y llamas Chaku de 22.30 f/mm², 19.90 f/mm², y 17.98 f/mm², respectivamente; no obstante que, no se encontraron diferencias significativas en la proporción entre folículos secundarios y primarios entre machos y hembras de los tres tipos de CSD. A los 10 meses se alcanza valores de 8.08, 6.89 y 4.66 f/mm², para Huacayo, Suri y Ch'acu, respectivamente. Por tanto, (Antonini, M.; Gonzales, M. y Valvonesi, 2004a). concluye, indicando que los CSD alcanzan, a temprana edad, la madurez completa del aparato folicular de la piel, con valor S/P (4.89) observado en la población de llamas lanudas peruanas. Esta diferencia podría deberse al tipo de equipo utilizado en la medición de variables de estudio, como es estudio histológico y Feber Den.

4.3 Correlación 2 de variables

Tabla 5. Grado de asociación entre densidad de fibra y densidad de conductos en la piel de alpacas Huacaya de color en el CE La Raya UNA – Puno

VARIABLES	n	r	Coefficiente de determinación
DF/DC	86	0.61	37.21 %

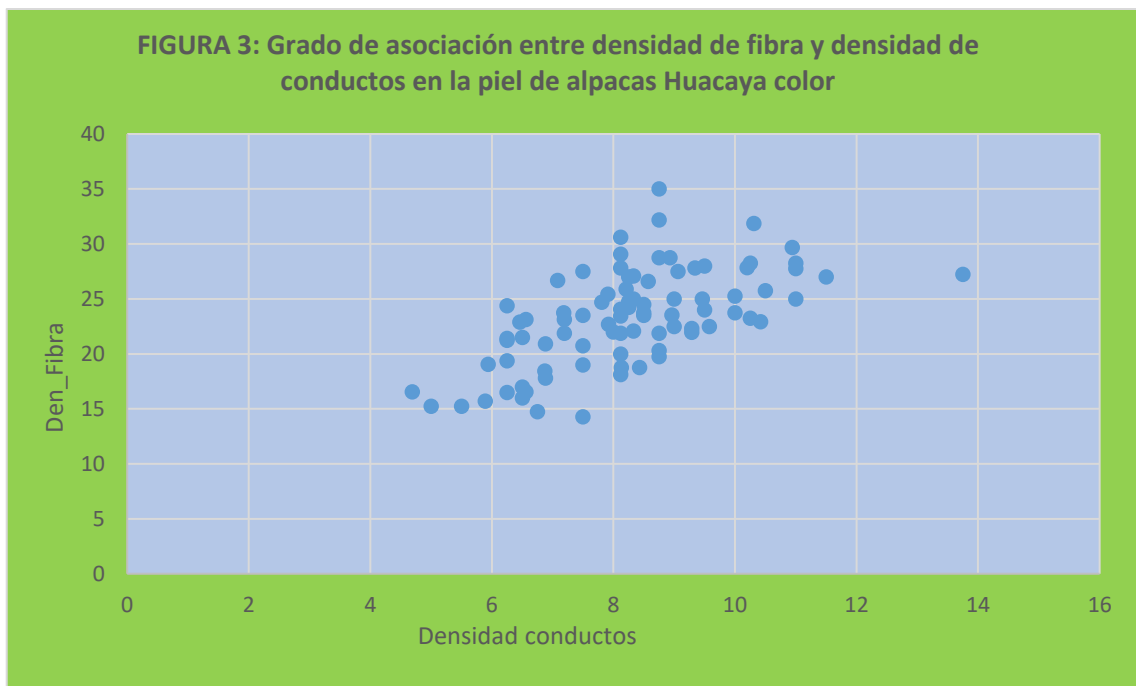


Figura 3: Grado de asociación entre densidad de fibra y densidad de conductos en la piel de alpacas Huacaya color

En la tabla 5 y figura 3, muestra grado de asociación y coeficiente de determinación entre densidad de fibra y densidad de conductos en la piel de alpacas Huacaya de color; donde la correlación entre dos las variables evidencia positivo y alto. Este resultado nos induce a aplicar en la selección de reproductores tomando en cuenta densidad de fibra y la otra variable automáticamente está asociado.

El valor encontrado en el presente estudio es diferente al de (Bustinza, 2001) quién reporta una correlación negativa ($r = - 0.8$), lo que quiere decir a mayor densidad folicular



la fibra tiene un menor diámetro; esta asociación alta y negativa favorece en la selección de reproductores de reemplazo. Mientras, (Paucar. y Sedadano, 2014) quién encuentra una correlación entre índice folicular y peso de vellón sucio para alpacas de un año de edad, dos años de edad, machos y hembras fueron 0.172, -0.030, -0.348 y -0.057 respectivamente; por ello, el autor citado indica que no existe correlación entre índice folicular y peso de vellón sucio en alpacas de 1 año, 2 años.



V. CONCLUSIONES

- La densidad de fibra en la piel de alpacas Huacaya de color no muestra diferencia entre sexo, pero si existe diferencia entre tuis y adultos.
- La densidad de conductos en la piel de alpacas Huacaya de color no muestran diferencia entre macho y hembra, ni entre adultos y tuis.
- El grado de asociación entre densidad de fibra y densidad de conductos en alpacas Huacaya de color fue alto y positivo; por lo que se debe considerar la densidad de conductos para la selección de reproductores con fines de producción de fibra.



VI. RECOMENDACIONES

- Tomar en cuenta densidad de conductos de la piel de alpaca para la selección de reproductores con fines de implementar programas de mejora genética en producción de fibra de calidad.
- Realizar estudios similares en alpacas Huacaya y Suri blancas del Centro Experimental La Raya y en otros centros de la Región Puno, utilizando el equipo FEBER DEEN.
- Realizar estudios en alpacas en diferentes zonas del cuerpo para relacionar densidad folicular y diámetro de fibra, utilizando el equipo FEBER DEEN.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria, M. de agricultura innovacion. (2008). *produccion de fibra de vicuña*.
- Aliaga, J. (2012). *produccion de ovinos* (Primera ed).
- Amador, Q. (2015). *Abc de las Fibras de los Camelidos Andinos* (J. r Impresiones, Ed.).
Macusani.
- Antonini, M.; Gonzales, M. y Valvonesi, A. (2004a). *Relacion enrte la edad y el desarrollo folicular de la piel postnatal en tres tipos de camélidos domésticos de América del sur*.
- Antonini, M.; Gonzales, M. y Valvonesi, A. (2004b). 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*, 90, 241–246.
- Antonini, M.; Pacheco, C.; Eliphas, C.; Pazzagliia, I. y Valaesi, A. Antonini, M.; Pacheco, C.; Eliphas, C.; Pazzagliia, I. y Valaesi, A. (2018). Efecto del doble corte en la calidad del vellón y en la actividad folicular en alpacas (llama pacos). ñauparis, 1(1).
(2018). efecto del doble corte en la calidad del vellón y en la actividad folicular en alpacas (llama pacos). *Ñauparisun - Revista de Investigacion Cientifica*, 1(1).
- Antonini, M.; Pacheco, C. y Valvonesi, A. (2006). Efecto de la doble esquila sobre la calidad del vellón y la actividad folicular en alpacas (Llamas pacus). *En II Simposio Internacional de Investigación Sobre Camélidos Sudamericanos, Arequipa, Perú.*, 189 – 198.
- Araos, R. (2000). *Relación entre densidad folicular, diámetro de fibra, longitud de mecha y peso vellón en alpacas de primera y segunda esquila, en el modulo de reproductores coarita - paratía*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Badajoz, L. E.; Sandoval, Ch. N.; García. V. W. y Pezo, C. D. (2009). Descripción



- histológica del complejo folicular piloso en crías de alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 20((2)), 154–164.
- Bustinza, V. (2001). La Alpaca: Conocimiento del gran potencial andino. *Libro N° 1, IIPC, Impresiones O.R.A. Sección Publicaciones, UNA-Puno, Perú.*
- Calle, R. (1982). *Producción y mejoramiento de la alpaca*. 201 – 224.
- Calzada, B. (1982). *Metodos Estadisticos para la Investigacion* (4ta. Edici; E. M. S. A. L. Peru, Ed.).
- Carhuapoma, P.; Saenz, A. y Quispe, E. C. (2009). Efecto de la condición corporal sobre el peso de vellón y finura de fibra en alpacas Huacaya (vicugna pacos) color blanco en Huancavelica Perú. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*.
https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCCV.2013.v7.n1.41413
- Carhuapoma. (2009). *n.d.*
- Carter, H. y Clarke, W. (1957). Hair follicle group and skin follicle population of Australian Merino sheep. *Journal of Agricultural Research.*, 8(1), 91–108.
- Chambilla, V. (1983). Estructurahistológica de la piel de llama (Lamaglama). *Tesis*, 45.
- Cordero, F. A.; Contreras, P. J.; Mayhua, M. P.; Jurado, E. M.; y Castrejón, V. M. (2011). Correlaciones fenotípicas entre características productivas en alpacas Huacaya. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 22(1), 15–21.
- Franco Febres, F. E. (2006). Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. para optar el grado académico de Magister en Producción y Reproducción, Universidad Nacionala Mayor de San Marcos Lima, Lima, Peru.
- Galbraith, H. (2010). *Fundamental of hair follicle biologi in fine fibre production in animals*.
- Gamarra, P. Y. (2008). Comparacion del desarrollo de los foliculos pilosos e indicadores productivos en crías de alpacas huacaya alimentadas en el ultimo tercio de gestacion



- con pasturas asociadas Rye Grass-Trebol Blanco y pastos naturales. para optar el Título profesional de Ingeniero Zootecnista, UNSAAC, Cusco, Perú.
- Gamarra, Y. (2008). *comparacion del desarrollo de los foliculos pilosos e indicadores productivos en crias de alpacas Hacaya alimentadas en el ultimo tercio de gestacion con pasturas asociadas Rye gras - Trebol y pastos naturales.*
- Gambetta R.;Pueyo, J. (2004). *Produccion de Ovinos en la Mesopotamia Argentina* (Idia XXI).
- Huapaya, G. (1980). *Icremento de la relacion folicular S/P desdee el nacimiento hasta la esquila a los ocho meses de los ovinos de raza Junin.*
- INEI. (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario.* Retrieved from <http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/>
- Junqueira, L.C. y Carneiro, J. (2015). *Histología Básica. Texto y Atlas.* In M. Panamericana (Ed.), *Histología Básica* (Ed., 12a). México.
- Krause, K. (2006). *biology of the hair follicle.*
- Mamani, A. (2009). “Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra, según región corporal.” de Médico Veterinario y Zootecnista de la FMVZ de la UNA-Puno.
- Marco Antonini. (2018). *Efecto de la doble esquila sobre la calidad del vellón y la actividad folicular en alpacas (Llamas pacus).* (pp. 189 – 198). pp. 189 – 198.
- McGregor, B. A., Butler, K. L., & Ferguson, M. B. (2012). The allometric relationship between mean fibre diameter of mohair and the fleece-free liveweight of Angora goats over their lifetime. *Animal Production Science*, 52(1), 35. <https://doi.org/10.1071/AN11086>
- Novoa M., C., & Florez M., A. (1991). *Produccion de Rumiantes Menores Alpacas.* Lima. Recuperado El Mayo de 2018.



- Ormachea, V., C., Calsin, D., Olarte, U., & Quiñones, G. (2013). *Diámetro de fibra, factor de confort y índice de curvatura en alpacas huacaya de las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani – Carabaya.*
- Paucar, J. y Sedadano, E. (2014). *Correlacion entre indice follicular, peso de vellon y diametro de fibra en alpacas de raza huacaya de color blanco.*
- Prado, F. 1985. (1985a). *Determinacion de la maduracion del foliculo piloso y diametro de fibra en alpacas huacaya en alfalfa – dactylis.* Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ. UNA. Puno.
- Prado, F. 1985. (1985b). *Determinacion de la maduracion del foliculo piloso y diametro de fibra en elpacas huacaya en alfalfa - dactylis.*
- Quispe, E. C., Poma, A. y, & Purroy, 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., Rodríguez, T. C., Iñiguez, L. R., & Mueller, J. P. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information*, 45, 1–14. <https://doi.org/10.1017/S1014233909990277>
- Quispe, M. D., Benavidez, G., Sauri, R. A., Bengoechea, J. J., & Quispe, E. C. (2017). Development and preliminary validation of an automatic digital analysis system for animal fibre analysis. *South African Journal of Animal Science*, 47(6), 822. <https://doi.org/10.4314/sajas.v47i6.10>
- Quispe, P. E. C. Y. Q. B. M. D. (2019). Método no invasivo para determinar densidad y haces de fibras en piel de animales vivos. *Archivos De Zootecnia*, 55(February), 127–138.
- Quispe Peña, E., y Quispe Quintanilla, M. (2018). *Manual del Usuario FIBER DEN.*
- Siña, M. M. (2012). Características físicas de la fibra en alpacas huacaya del distrito de



- Susapaya, provincia de Tarata (Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia Tacna - Peru). Retrieved from <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1650>
- Sosa, C. M. (2006). *determinacion de receptores para prolactina en celulas epiteliales de folículos pilosos y secundarios de piel de alpaca (Lama pacus) mediante inmunohistoquímica.*
- Ticlla, I., Mendoza. G., Paucar. R., Espinoza. M., & Paucar. Y. (2015). Correlaciones fenotípicas entre el peso de vellón sucio y los parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos-huancavelica. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1–5.
- Vélez, V.M.; Salazar Begazo, J.S.; Pacheco Curie, J.; Pezo Carreón, D.; Franco Febres, F. (2016). Histología Cuantitativa de la piel de la alpaca diferenciada por calidad de fibra. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24(1), 7–10.



ANEXOS

DATOS DE LAS VARIABLES ESTUDIADO

N°	clase	Sexo	Dens_Conductos	Den_Fibra
1	Tuis	M	6.25	16.5
2	Tuis	M	13.75	27.25
3	Tuis	M	8	22
4	Tuis	M	5.5	15.25
5	Tuis	M	9.5	24
6	Tuis	M	6.56	16.56
7	Tuis	M	11.5	27
8	Tuis	M	10.25	28.25
9	Tuis	M	8.75	19.75
10	Tuis	M	8.5	23.5
11	Tuis	M	10	23.75
12	Tuis	M	8.12	20
13	Tuis	M	8.25	24.75
14	Tuis	M	10.25	23.25
15	Tuis	H	9	25
16	Tuis	H	10.2	27.85
17	Tuis	H	7.5	14.28
18	Tuis	H	9.06	27.5
19	Tuis	H	6.25	21.42
20	Tuis	H	7.92	22.7
21	Tuis	H	6.46	22.91
22	Tuis	H	6.88	20.93
23	Tuis	H	8.13	18.75
24	Tuis	H	8.57	26.61
25	Tuis	H	7.5	23.5
26	Tuis	H	9.46	25
27	Tuis	H	8.21	25.89
28	Tuis	H	8.93	28.75
29	Tuis	H	7.19	23.12
30	Tuis	H	6.75	14.75
31	Tuis	H	9.29	22.32
32	Tuis	H	9.29	21.96
33	Tuis	H	5.89	15.71
34	Tuis	H	8.96	23.54
35	Tuis	H	6.5	17
36	Tuis	H	5	15.25
37	Adultos	M	9	22.5
38	Adultos	M	7.5	19
39	Adultos	M	7.5	27.5
40	Adultos	M	4.69	16.56
41	Adultos	M	6.25	19.37



42	Adultos	M	11	28.25
43	Adultos	M	9.5	28
44	Adultos	M	8.75	32.19
45	Adultos	M	5.94	19.06
46	Adultos	M	8.75	21.88
47	Adultos	M	8.5	23.75
48	Adultos	M	11	27.75
49	Adultos	H	6.56	23.12
50	Adultos	H	8.12	27.81
51	Adultos	H	8.12	21.88
52	Adultos	H	6.25	21.25
53	Adultos	H	6.5	21.5
54	Adultos	H	8.25	24.25
55	Adultos	H	8.75	35
56	Adultos	H	8.12	18.12
57	Adultos	H	8.33	25
58	Adultos	H	9.34	27.81
59	Adultos	H	8.12	29.06
60	Adultos	H	8.25	27
61	Adultos	H	10	25.25
62	Adultos	H	8.43	18.75
63	Adultos	H	6.5	16
64	Adultos	H	8.33	27.08
65	Adultos	H	8.33	22.08
66	Adultos	H	8.12	23.44
67	Adultos	H	8.75	20.31
68	Adultos	H	7.19	21.88
69	Adultos	H	7.5	20.75
70	Adultos	H	6.25	24.38
71	Adultos	H	10.94	29.69
72	Adultos	H	8.12	24.06
73	Adultos	H	6.87	18.44
74	Adultos	H	10.31	31.88
75	Adultos	H	8.5	24.5
76	Adultos	H	8.12	30.62
77	Adultos	H	7.91	25.42
78	Adultos	H	11	25
79	Adultos	H	10.5	25.75
80	Adultos	H	6.88	17.81
81	Adultos	H	9.58	22.5
82	Adultos	H	7.18	23.75
83	Adultos	H	7.81	24.69
84	Adultos	H	7.08	26.68
85	Adultos	H	8.75	28.75
86	Adultos	H	10.42	22.92



ANEXO 02: Análisis de Varianza

Den_Fibra

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Den Fibra	86	0,06	0,02	18,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	92,77	3	30,92	1,68	0,1774
Edad	64,83	1	64,83	3,53	0,0640
Sexo	0,31	1	0,31	0,02	0,8972
Edad*Sexo	2,43	1	2,43	0,13	0,7173
Error	1508,01	82	18,39		
Total	1600,78	85			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,86471

Error: 18,3903 gl: 82

Edad	Medias	n	E.E.
Tuis	22,15	36	0,73 A
Adultos	24,07	50	0,71 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,00302

Error: 18,3903 gl: 82

Sexo	Medias	n	E.E.
M	23,04	26	0,84 A
H	23,18	60	0,57 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,78496

Error: 18,3903 gl: 82

Edad	Sexo	Medias	n	E.E.
Tuis	H	22,03	22	0,91 A
Tuis	M	22,27	14	1,15 A
Adultos	M	23,82	12	1,24 A
Adultos	H	24,32	38	0,70 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



Análisis de la varianza

Dens_Foliculo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Dens Foliculo	86	0,05	0,01	19,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,05	3	3,35	1,35	0,2626
Edad	0,51	1	0,51	0,20	0,6521
Sexo	4,54	1	4,54	1,83	0,1794
Edad*Sexo	5,81	1	5,81	2,35	0,1292
Error	202,83	82	2,47		
Total	212,89	85			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,68388

Error: 2,4736 gl: 82

Edad	Medias	n	E.E.
Adultos	8,23	50	0,26 A
Tuis	8,40	36	0,27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,73461

Error: 2,4736 gl: 82

Sexo	Medias	n	E.E.
H	8,06	60	0,21 A
M	8,57	26	0,31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,38813

Error: 2,4736 gl: 82

Edad	Sexo	Medias	n	E.E.
Tuis	H	7,86	22	0,34 A
Adultos	M	8,20	12	0,45 A
Adultos	H	8,27	38	0,26 A
Tuis	M	8,94	14	0,42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



Coeficientes de correlación

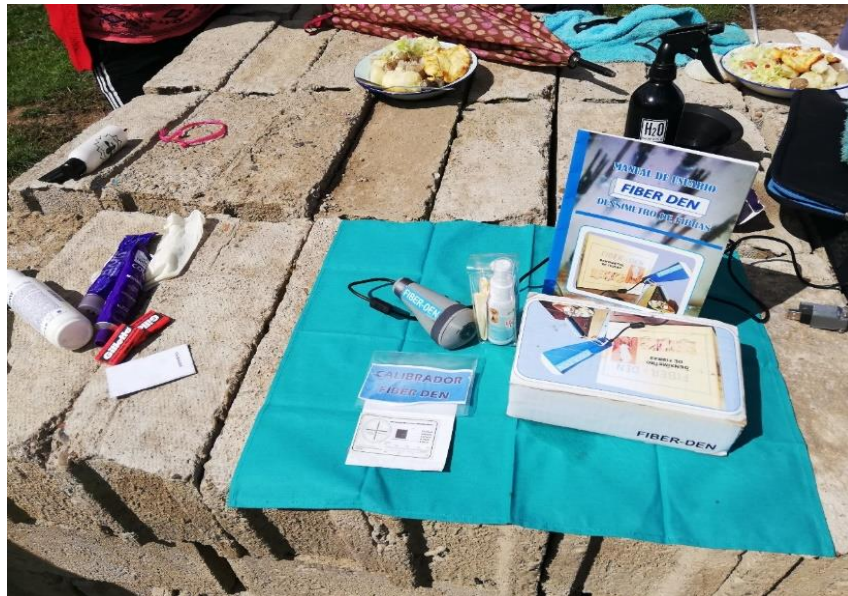
Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Dens Foliculo	Den Fibra
Dens_Foliculo	1,00	4,5E-10
Den Fibra	0,61	1,00

FOTOGRAFIAS



Majada de alpacas



Materiales para preparar zona de estudio



Alpaca para preparar la piel



Rasurado de la piel



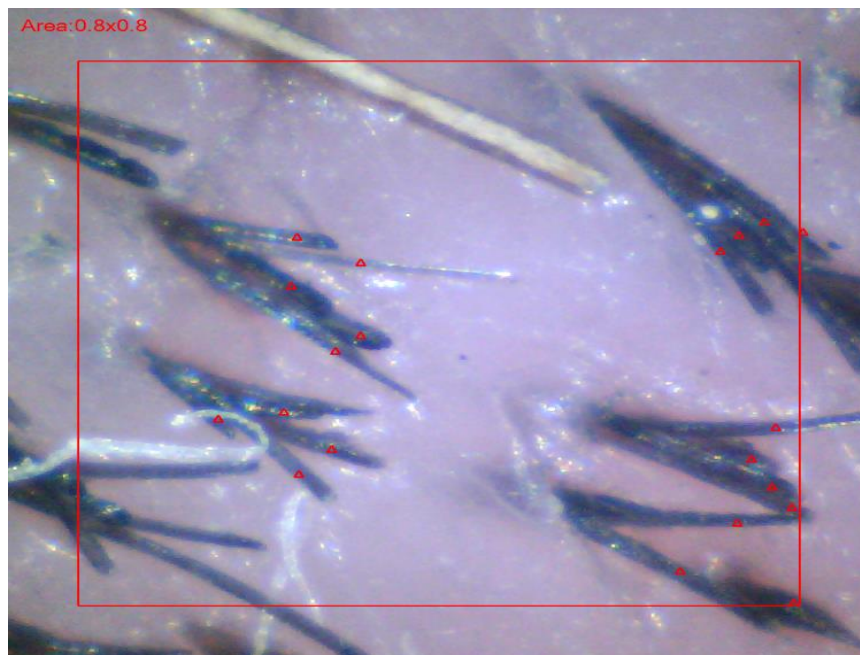
Limpieza de la zona rasurada en la piel de la alpaca



Lectura del indicador de las variables



Lectura en la piel rasurada



Lectura de densidad de fibra y/o conductos