UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(CREADA POR LEY Nº 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ZOOTECNIA

TESIS

CORRELACIÓN ENTRE ÍNDICE FOLICULAR, PESO DE VELLÓN Y DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS DE RAZA HUACAYA DE COLOR BLANCO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
MEJORAMIENTO GENÉTICO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR:
Bach. PAUCAR SULLCA, Ysai
Bach. SEDANO DE LA CRUZ, Eloy

ASESOR:
M.Sc. Rufino, PAUCAR CHANCA

CO-ASESOR:
M.V.Z. René, MOLLEPAZA POMA

HUANCAVELICA, PERÚ - 2014

A mi madre Juana Sullca y mi padre Mario Paucar, por su incansable apoyo en mi formación personal y profesional.

Ysai.

A mi madre Cipriana De La Cruz y mi padre Leoncio Sedano, por su incansable apoyo en mi formación personal y profesional.

Eloy.

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a nuestro asesor M. Sc. Rufino Paucar Chanca por habernos guiado en la elaboración, ejecución y redacción del presente trabajo de investigación, además por brindarnos su amistad y apoyo incondicional en nuestra formación profesional; a nuestro co asesor M. V. Z. René Molleapaza Poma por su enseñanza y apoyo en la obtención de muestras de piel.

También agradecemos a las siguientes personas: Ing. Carlos Ventura Ancco, Rolando Rivera Quinto, Kenjy Keyro Requena Guillén, Inrvin Ticlla Leyva, Misael Requena Curasma, Fredy Rivera Contreras, Yedy Ruth Aroni Quintanilla y Marcelino Torres Ccora por brindarnos su apoyo en la obtención de muestras y trabajo de laboratorio.

A todos ellos nuestro sincero agradecimiento por su amistad y apoyo en este trabajo. Finalmente agradecemos a todo el personal trabajador del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos Lachocc (CIDCS - Lachocc) de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Los tesistas.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

Dedicatoria

Agradecimiento

Índice general....4

Resumen....9

Abstract....10

Introducción....11

CAPÍTULO I PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema....12

1.2. Formulación del problema....13

1.3. Objetivo....13

1.3.1. General:....13

1.3.2. Específicos:....13

1.4. Justificación....14

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes....15

2.1.1. Índice folicular....15

2.1.2. Peso de vellón....17

2.1.3. Diámetro de fibra....18

2.1.4. Correlación entre índice folicular y peso de vellón....19

2.1.5. Correlación entre índice folicular y diámetro de fibra....19

2.1.6. Correlación entre diámetro de fibra y peso de vellón....20

2.2. Bases teóricas....22

2.2.1. Generalidades....22

2.2.2. Folículos pilosos en alpaca....23

2.2.3. Características de la fibra de alpaca....25

2.2.4. Medición del diámetro de fibra con ofda 2000....26

2.2.5. Correlación....28

2.3. Hipótesis....29

2.3.1. Hipótesis general....29

2.3.2. Hipótesis específicos....30

2.4. Variables de estudio....30

2.4.1. Variable dependiente 30
2.4.2. Variables independientes 31
2.4.3. Variables intervinientes 31
2.4.4. Definición operativa de variables 31
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO
3.1. Ámbito de estudio 32
3.2. Tipo de investigación 32
3.3. Nivel de investigación 32
3.4. Método de investigación 33
3.5. Diseño de investigación 33
3.6. Población, muestra, muestreo 33
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 34
3.7.1. Técnicas 34
3.7.2. Instrumentos 34
3.8. Procedimiento de recolección de datos 35
3.8.1. Obtención de muestras 35
3.8.2. Procesamiento de muestras 36
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 40
CAPÍTULO IV RESULTADOS
4.1. Presentación de resultados 43
4.1.1. Estadísticos descriptivos de índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra. 43
4.1.2. Correlación entre índice folicular y peso de vellón 44
4.1.3. Correlación entre índice folicular y diámetro de fibra 45
4.1.4. Correlación entre diámetro de fibra y peso de vellón 46
4.1.5. Coeficientes del modelo usado. 47
4.2. Discusión 48
4.2.1. Índice folicular 48
4.2.2. Peso de vellón 49
4.2.3. Diámetro de fibra 50
4.2.4. Correlación entre índice folicular y peso de vellón 51
4.2.5. Correlación entre índice folicular y diámetro de fibra 51
4.2.6. Correlación entre diámetro de fibra y peso de vellón 51
Conclusiones 53

Recomendaciones 54
Referencias bibliográficas 55
Artículo científico 59
Anexos 66
a. Base de datos usado 66
b. Cuadros estadísticos y gráfico de dispersión 67
c. Fotografías. 73

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Operacionalización de variable..... 31

Tabla 2. Distribución de alpacas en la población y muestra..... 34

Tabla 3. Programa usado en el procesador de tejidos STP 120.....37

Tabla 4. Promedio (desviación estándar) del índice folicular (IF), peso de vellón sucio (PVS) y media de diámetro de fibra (MDF) de alpacas en el CIDCS - Lachocc..... 43

Tabla 5. Correlación (r) entre índice folicular y peso de vellón sucio en alpacas del CIDSC - Lachocc por edad y sexo..... 44

Tabla 6. Correlación (r) entre índice folicular y la media de diámetro de fibra en alpacas del CIDSC - Lachocc por edad y sexo..... 45

Tabla 7. Correlación (r) entre media de diámetro de fibra y peso de vellón sucio en alpacas del CIDSC - Lachocc por edad y sexo..... 46

Tabla 8. Resumen de los coeficientes de la media de diámetro de fibra (MDF) e índice folicular (IF) en los modelos por edad y sexo..... 48

Tabla 9. Base de datos de la tesis..... 66

Tabla 10. Análisis de varianza del modelo de regresión lineal múltiple del total de datos..... 67

Tabla 11. Análisis de varianza del modelo de regresión lineal múltiple para alpacas de 1 año de edad..... 68

Tabla 12. Análisis de varianza del modelo de regresión lineal múltiple para alpacas de 2 años de edad..... 69

Tabla 13. Análisis de varianza del modelo de regresión lineal múltiple para alpacas macho..... 70

Tabla 14. Análisis de varianza del modelo de regresión lineal múltiple para alpacas hembra..... 71

Tabla 15. Análisis de varianza del índice folicular..... 72

Tabla 16. Análisis de varianza del peso de vellón sucio..... 72

Tabla 17. Análisis de varianza del diámetro de fibra..... 72

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1. Dispersión de las variables de estudio para el total de datos..... 67
Gráfico 2. Dispersión de las variables de estudio para para alpacas de 1 año de edad..... 68
Gráfico 3. Dispersión de las variables de estudio para para alpacas de 2 años de edad..... 69
Gráfico 4. Dispersión de las variables de estudio para para alpacas macho... 70
Gráfico 5. Dispersión de las variables de estudio para para alpacas hembra.. 71

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "Correlación entre índice folicular, peso de vellón y diámetro de fibra en alpacas de raza huacaya de color blanco" se realizó 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). Para ello se obtuvieron muestras de fibra y piel del costillar medio y se pesaron los vellones de 70 alpacas de uno y dos años de ambos sexos. Las muestras de piel se obtuvieron por punción con un sacabocado de 8 mm de diámetro, se sumergieron en formol (al 10%) y fueron procesados por la técnica de inclusión en parafina, se hizo la tinción de hematoxilina - eosina y posteriormente se realizó el conteo de folículos con ayuda del software AxioVision (v. 4.7.1), obteniéndose finalmente el índice folicular; en cambio los vellones de las alpacas se pesaron con una balanza electrónica y las muestras de fibra se analizaron con el OFDA - 2000. Los datos se procesaron por medio de un modelo de regresión lineal múltiple para explicar el peso de vellón sucio a partir de la media de diámetro de fibra e índice folicular. Los resultados del IF (s/p), PVS (kg) y la MDF (μ) fueron 12.81, 2.54 y 21.10 respectivamente. Las correlaciones entre IF - PVS, IF - MDF y MDF - PVS, fueron -0.25, -0.38 y 0.55 respectivamente, estos fueron significativos ($p<0.05$) a la prueba de correlaciones. Mostrando que el índice folicular tiene correlación negativa baja con el peso de vellón sucio y la media de diámetro de fibra, mientras que la correlación entre la media de diámetro de fibra y el peso de vellón sucio es positiva moderada.

Palabras clave: Alpaca huacaya, correlación, índice folicular, media de diámetro de fibra, peso de vellón sucio.

ABSTRACT

The present research "correlation between follicular index, fleece weight and fiber diameter in white alpacas huacaya" was developed in Research Center and Development of South American Camelids - Lachocc of the National University of Huancavelica to determining the correlations between follicular index (IF), dirty fleece weight (PVS) and mean of fiber diameter (MDF). For it, we obtained fiber and skin samples of the mid - side and were weighed their fleeces of 70 alpacas. The specimens of skin were obtained by puncture with hollow punch of 8 mm of diameter, the specimens were fixed in formol (10%) and were processing by the technique of inclusion in paraffin, hematoxylin - eosin staining and the count of follicles were accomplished with help of AsioVision (v. 4.7.1) software obtaining finally the follicular index; the fleeces were weighed with electronic scales and the fiber samples were analyzed with the OFDA - 2000. The data were processed by a multiple linear regression model to explain the dirty fleece weight from the mean of fiber diameter and follicular index. The results of the IF (s/p), PVS (kg) and the MDF (μ) were 12.81, 2.54 and 21.10 respectively. The correlations between IF - PVS, IF - MDF and MDF - PVS were -0.25, -0.38 and 0.55 respectively, these were significant ($p<0.05$) to test of correlations. Showing than the follicular index has low negative correlation with the dirty fleece weight and the mean of fiber diameter; while the correlation between the mean of fiber diameter and the dirty fleece weight is positive moderate.

Key words: Huacaya alpaca, correlation, follicular index, mean of fiber diameter, dirty fleece weight.

INTRODUCCIÓN

La alpaca es una especie doméstica que pertenece al grupo de los camélidos sudamericanos, la gran mayoría de esta especie se encuentra en manos de pequeños productores distribuidos a lo largo de los andes centrales del Perú; convirtiéndose en la especie que logra el mejor aprovechamiento de los pastos naturales que se encuentran en estas zonas (Quispe *et al.*, 2009). Además sus productos (fibra y carne) constituyen el principal medio de ingresos económicos para las familias que las crían.

Sin embargo, en el mercado, el precio de la fibra está en función de su peso de vellón y diámetro de fibra; es decir, 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 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 folicular) y saber cómo es su comportamiento con el peso de vellón sucio y la media de diámetro de fibra.

Los folículos pilosos se desarrollan en la alpaca a partir del periodo de gestación hasta los primeros meses de vida, cuando esta estructura llega a su madurez empieza a producir fibra. Los folículos secundarios producen las fibras de mejor calidad (más finas) que los folículos primarios; por ello el índice folicular, que es la relación de los folículos secundarios sobre los folículos primarios sería un buen indicador de la calidad de la fibra de estos animales.

Por ello, este trabajo se realizó con el objetivo de determinar las correlaciones que existen entre índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra en alpacas huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc de La Universidad Nacional de Huancavelica.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

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 (Quispe *et al.*, 2009); quienes en su mayoría son de escasos recursos económicos. Los productores comercializan la fibra de alpaca, en cuyo mercado el precio está en función de su cantidad (peso de vellón) y su calidad (finura de fibra) (Quispe *et. al.*, 2013); es decir, sus ingresos económicos están en función del peso de vellón y el diámetro de fibra.

La fibra es producida por folículos que se encuentran incrustados en la piel, así las fibras animales de mayor importancia comercial son producidos por los folículos secundarios; cuyo valor depende de la densidad, que afecta la cantidad y del diámetro que afecta la finura de la fibra (Galbraith, 2010); 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 (Torres *et al.*, 2007). Es necesario también tener conocimiento real de las correlaciones que puedan existir entre características foliculares y características de la fibra de alpaca.

Todo lo anterior indica que la piel de alpaca tiene estudios preliminares a nivel estructural; sin embargo existen escasos estudios que muestran relaciones entre características de la piel 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 las características foliculares (índice folicular) y también ver si estas características están correlacionadas con características productivas (peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra).

Esta problemática sugiere primero dilucidar las correlaciones que existen entre el índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra de alpacas huacaya de color blanco que se viene criando en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe correlación entre índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra en alpacas de raza huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc?

1.3. OBJETIVO

1.3.1. GENERAL:

- Determinar las correlaciones entre índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra en alpacas huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc.

1.3.2. ESPECÍFICOS:

- Determinar la correlación entre índice folicular y peso de vellón sucio de alpacas huacaya hembras y machos de 1 y 2 años de edad.

- Determinar la correlación entre índice folicular y media de diámetro de fibra de alpacas huacaya hembras y machos de 1 y 2 años de edad.
- Determinar la correlación entre media de diámetro de fibra y peso de vellón sucio de alpacas huacaya hembras y machos de 1 y 2 años de edad.

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 fibra. Por todo ello Montes *et al.* (2008) hicieron estudios sobre características de la fibra de alpaca producida en la región de Huancavelica, recomendando finalmente realizar más estudios para conocer mejor los caracteres de producción de la fibra y cuantificar su importancia económica antes de iniciar un plan de mejora genética.

En cuanto a 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 (peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra) de la fibra de alpacas.

Este trabajo de investigación es de gran utilidad porque dilucida las correlaciones entre el índice folicular y las característica productivas de la fibra de alpaca (peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra), que nos da mejor entendimiento sobre el comportamiento conjunto de dichas características; además estos resultados contribuyen al mejor planteamiento de iniciativas o programas de mejora genética enfocados en la mejora de la cantidad y calidad de la fibra de alpacas; finalmente sirve como una base sólida para futuras investigaciones en este campo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Índice folicular

Escobar y Esteban (2009), con el objetivo de estudiar la relación entre la media del índice folicular y la media de diámetro de fibra 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 mm^2; 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), Antonini *et al.* (2004) realizaron estudios en el Centro de Desarrollo "Alpaquero" de Tocra, 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 0.8 cm 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.

Por otro lado Gamarra (2008) realizó un estudio en el Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos (CICAS) - La Raya del distrito de Marangani, provincia de Canchis del departamento de Cusco, esto con el objetivo de comparar el desarrollo de folículos pilosos e indicadores productivos en crías de alpacas huacaya alimentadas en el último tercio de gestación con pastura asociada y pastos naturales; obteniendo índices foliculares de 6.85 y 5.16 para crías nacidas de madres alimentadas en el último tercio de gestación con pasturas asociadas (rye grass inlgés - trébol rojo) y alimentadas con pastos naturales respectivamente; 7.17 y 5.69 para los animales a los 9 meses de edad alimentadas con pasturas asociadas y pastos naturales respectivamente. Estos resultados mostraron diferencias significativas a favor de los animales alimentados con pastos asociados; encontrando así que la alimentación con pastos asociados en el último tercio de gestación influye significativamente sobre el índice folicular en crías de alpaca.

2.1.2. Peso de vellón

Quispe *et al.* (2007) describieron la calidad de fibra de alpacas huacaya producida en la región de Huancavelica (Perú), para lo cual utilizaron una muestra de 547 animales pertenecientes a 8 comunidades (Pastales Huando, Alto Andino, Pucapampa, Choclococha, Sallca, Santa Bárbara, Tukumachay y Carhuancho), donde midieron el peso de vellón sucio por medio de una balanza electrónica inmediatamente después de la esquila; encontrando que el peso de vellón promedio es de 2303.2 gr; distinguiéndose influencia significativa por la localidad y edad, mas no por el sexo. Dichos autores concluyen que el peso de vellón sucio es mayor al promedio general a nivel de la región de Huancavelica, considerando una crianza semi tecnificada a las localidades de estudio.

En el sur de Australia, McGregor (2006) estudió la producción y valores económicos relativos de las características de la fibra de alpacas, donde usaron un total de 1100 alpacas; donde obtuvieron el peso de vellón sucio que fue de 2.44 kg. McGregor menciona que la media del peso ve vellón grasiento de las alpacas huacaya no parece ser afectado por la media del diámetro de fibra; en cambio en el caso de alpaca suri el peso de vellón grasiento incrementa cuando el diámetro de fibra alcanza los 29 a 33 μ de diámetro, de lo contrario disminuye.

Wuliji *et al.* (2000) estudiaron el rendimiento de la producción, estimaron repetibilidad y heredabilidad para peso vivo, peso de vellón y características de la fibra; también obtuvieron los valores del peso de vellón. Estos estudios fueron realizados en la Isla Sur de Nueva Zelanda. Los resultados obtenidos para peso de vellón grasiento fueron de 2.16 kg, 3.02 kg y 1.97 kg para alpacas adultas, tuis, y crías respectivamente; para peso de vellón limpio los resultados fueron de 2.03 kg, 2.94 kg y 1.84 kg para alpacas adultas, tuis y crías respectivamente. Los machos mostraron tener mayor peso de vellón que las hembras.

2.1.3. Diámetro de fibra

Quispe *et al.* (2007) describieron la calidad de fibra de alpacas huacaya producida en la región de Huancavelica (Perú), para lo cual utilizaron una muestra de 547 animales pertenecientes a 8 comunidades (Pastales Huando, Alto Andino, Pucapampa, Choclococha, Sallca, Santa Bárbara, Tukumachay y Carhuancho), donde midieron el diámetro de fibra por medio del Sirolan - Laserscan en el laboratorio de fibras de la Universidad Nacional Agraria La Molina; un valor medio de 21.59 µ, que fue influenciado significativamente por efectos de la localidad, sexo y edad. Concluyendo finalmente que el diámetro de fibra es menor al promedio encontrado en otros trabajos y tiene bastante homogeneidad.

Braga *et al.* (2007) estudiaron el efecto de la altitud (4200 m y 4600 m) sobre la producción de fibra de alpacas huacaya en Cusco; utilizando 40 animales de dos años de edad, repartiéndolos en dos grupos para seguir un diseño experimental en tres fases. Una de las características evaluadas fue el diámetro de fibra, obtenido con ayuda de un microscopio de proyección, que resultó 22.9 µ, no mostrando diferencias significativas entre tratamientos, concluyendo así que la altitud no tiene efecto sobre el diámetro de fibras en dichas alpacas.

Siguayro y Aliaga (2010), realizaron estudios en 100 animales de un año de edad con la finalidad de evaluar el efecto de la especie y sexo sobre las características físicas de la fibra de llamas chaku y alpacas huacaya. Esto ha sido desarrollado en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de la Estación Experimental Quimsachata, ubicado en el distrito de Santa Lucía, provincia de Lampa, región de Puno. Las muestras fueron procesadas por medio del Sirolan - Laserscan; obteniéndose diámetros de 18.23 µ, 17.37 µ, 17.86 µ y 18.23 µ para llamas macho, llamas hembra, alpaca macho y alpaca hembra respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre especies ni sexo; esto sería atribuido

al deserdado que sufrieron las fibras de llama antes de ser evaluadas.

Lupton *et al.* (2006) también estudiaron las características de la fibra de alpaca, para ello muestrearon 585 alpacas de 6 regiones de los Estados Unidos; las clasificaron por sexo (macho, hembra y castrado) y edades (1, 2 y >2 años), siendo la mayor cantidad de animales mayores a 2 años. Una de las características, el diámetro medio de la fibra fue evaluado por medio de un analizador óptico de diámetro de fibra (OFDA); obteniéndose una media de 27.85 µ, no encontrando diferencias significativas por sexo; pero sí encontraron diferencias significativas para edades. La media de diámetro de fibra fue de 24.3 µ, 26.5 µ y 30.1 µ para alpacas de 1, 2 y >2 años de edad respectivamente.

Wuliji *et al.* (2000) estudiaron el rendimiento de la producción, estimaron repetibilidad y heredabilidad para peso vivo, peso de vellón y características de la fibra; también obtuvieron los valores del diámetro de fibra. Estos estudios fueron realizados en la Isla Sur de Nueva Zelanda. Los resultados obtenidos fueron 31.9 µ, 30.5 µ y 26.4 µ para alpacas adultas, tui, y crías respectivamente. Dichos autores concluyen que la producción es de fibra gruesa, ya que los valores encontrados está por encima de los valores que se reportan en Sudamérica.

2.1.4. Correlación entre índice folicular y peso de vellón

No se encontraron antecedentes a cerca de la correlación entre índice folicular y peso de vellón en ninguna especie animal.

2.1.5. Correlación entre índice folicular y diámetro de fibra

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

Huancavelica. Muestrearon 80 alpacas y procesaron las biopsias mediante medios histológicos y coloración de hematoxilina - eosina. Encontraron correlaciones de -0.548, -0.079,-0.055, -0.401, -0.595, -0.034, -0.004 y -0.224 entre media de índice folicular y media de diámetro de fibra para alpacas machos, hembras, de un año de edad, 2 años de edad, 3 años de edad, 4 años de edad, 5 años de edad y 6 años de edad respectivamente, con una correlación general de -0.115. Estas correlaciones no llegaron a ser significativas, es decir que los autores concluyen que no existe ninguna correlación entre el índice folicular y el diámetro de fibra.

Carro *et al.* (2011), Con el objetivo determinar el efecto de la edad sobre la población folicular y su relación con sus características de calidad de mohair en el núcleo experimental de caprinos de angora del INTA Bariloche - Argentina. Para el estudio seleccionaron seis animales de ambos sexos en cinco grupos etarios (n=30) que corresponde a animales de 5 meses (1), 29 meses (2), 41 meses (3), 53 meses (4) y 65 meses (5). Obtuvieron las muestras de la fibra por tricotomía de 100 cm^2 de la piel en la zona media de la parrilla costal y Para obtener la biopsia de piel emplearon un sacabocado circular de 10mm de diámetro. Procesaron las muestras por la técnica desarrollada por Carter y Clarke (1956), modificada por McCloghry (1997). Encontrando una correlación de -0.43 entre índice folicular y diámetro de fibra, concluyendo que esta correlación es significativa.

2.1.6. Correlación entre diámetro de fibra y peso de vellón

Cordero *et al.* (2011) estudiaron las correlaciones fenotípicas de las características productivas en alpacas huacaya en el Centro Experimental de Camélidos Sudamericanos Lachocc de la Universidad de Huancavelica. Para esto trabajaron con 185 alpacas con edades de 1 a 7 años; obteniendo muestras del costillar medio y procesaron las muestras en el Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina; los datos fueron ajustados

por edad y condición reproductiva antes de obtener las correlaciones. La correlación fue 0.52 entre peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra; concluyendo que los coeficientes de correlación fenotípica entre peso de vellón sucio y las principales variables de interés económico no presentan antagonismo.

Quispe *et al.* (2009) realizaron estudios, con la finalidad de establecer bases para un programa de mejora de alpacas en la región alto andina de Huancavelica, trabajaron con 544 alpacas huacaya blanco de 19 centros de producción. El diámetro de fibra fue determinado por el Sirolan - Laserscan. Obteniendo una correlación de 0.112 entre el diámetro de fibra y el peso de vellón sucio, esta correlación débil se debería al amplio intervalo entre esquilas que tuvieron las alpacas y a las condiciones alimenticias, condición corporal y otros que podrían haber influido. Dicho resultado resultó ser significativo ($p<0.01$), esto se debería al alto número del tamaño de muestra.

Quispe *et al.* (2007) describieron la calidad de fibra de alpacas huacaya producida en la región de Huancavelica (Perú), para lo cual utilizaron una muestra de 547 animales pertenecientes a 8 comunidades (Pastales Huando, Alto Andino, Pucapampa, Choclococha, Sallca, Santa Bárbara, Tukumachay y Carhuancho), donde midieron el peso de vellón sucio por medio de una balanza electrónica inmediatamente después de la esquila y el diámetro de fibra fue obtenido por medio del Sirolan - Laserscan en el laboratorio de fibras de la Universidad Nacional Agraria La Molina; encontraron un coeficiente de correlación de 0.132 entre el diámetro de fibra y el peso de vellón sucio, que resultó ser significativo; pero al controlar los factores (sexo, edad y locación) no encontraron ninguna correlación. Concluyendo que no existe relación entre el diámetro de fibra y el peso de vellón cuando se controlan los factores de sexo, edad y locación.

Wuliji *et al.* (2000) estudiaron el rendimiento de la producción, estimaron repetibilidad y heredabilidad para peso vivo, peso de vellón y características de la fibra; también obtuvieron correlaciones fenotípicas entre el diámetro de fibra y peso de vellón sucio. Estos estudios fueron realizados en la Isla Sur de Nueva Zelanda. Los resultados obtenidos para la correlación entre diámetro de fibra y peso de vellón sucio fueron 0.45 y 0.32 para alpacas cría y tuis respectivamente; estos resultados provienen de datos ajustados por sexo, año, fecha de nacimiento y locación. Dichos resultados son significativos en todos los casos.

Por otro lado Ponzoni *et al.* (1999) estudiaron los parámetros genéticos y fenotípicos de las características de producción de alpacas jóvenes en Australia. Obteniendo una correlación de 0.25 entre el diámetro de fibra y peso de vellón sucio. Los autores concluyen que esta correlación no es suficientemente fuerte como para mejorar conjuntamente dichas características.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Generalidades

En la actualidad hay cuatro especies de Camélidos Sudamericanos; dos silvestres: guanaco y vicuña y dos domésticos: llama y alpaca; estos derivan de especies prehistóricas originadas en Norteamérica que desaparecieron de esa región hace más de 11 millones de años. Antes de su desaparición algunos camélidos ancestrales migraron hacia el sur del continente para evolucionar en los camélidos sudamericanos actuales (Quispe *et al.*, 2009).

El origen de la alpaca ha sido un tema de controversia hasta hace algunos años, cuando Kadwell *et al.* (2001) demostraron por medio del estudio de ADN mitocondrial y micro satélites que la alpaca proviene de la vicuña que habría sido domesticado hace 6000 - 7000 años atrás en los andes peruanos, proponiendo

entonces la reclasificación de la alpaca como "*Vicugna pacos*"; esto fue aceptado por Gentry *et al.* (2004) y apoyado por Marín *et al.* (2007).

La crianza de alpacas y llamas constituyen una actividad económica relevante para las regiones andinas en el Perú, destacando fundamentalmente la producción de fibra de la alpaca (FAO, 2005). En Huancavelica, las alpacas estarían en manos de más de 60 comunidades, que agrupan a 3300 familias aproximadamente, distribuidos en las provincias de Angaraes, Huaytará, Castrovireyna y Huancavelica principalmente. En este apartado revisamos bibliografía referida a la estructura de la piel de alpaca, folículos pilosos y características de la fibra, enmarcándonos en el objetivo de la investigación.

2.2.2. Folículos pilosos en alpaca

La fibra es producida por folículos que se encuentran incrustados en la piel, así las fibras animales de mayor importancia comercial son producidos 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 (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.

Tipos de folículos pilosos:

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.

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.

Formación de la fibra pilosa: La formación de la fibra y su crecimiento está mediado 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; 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 (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.

Densidad folicular: Este es el número de folículos que existen en una unidad determinada de superficie; que en el caso de alpacas ha sido estudiado por Gamarra (2008), mostrando 25.4 folículos/mm^2 en crías, cuyas madres fueron alimentada en el último tercio de gestación con pastos naturales. Esta es una característica importante que indica la cantidad de fibra que se produce y en cierto modo también la calidad. La densidad folicular generalmente se estudia junto al índice folicular o ratio de folículos secundarios sobre primarios, esto es un indicativo de calidad; ya que los folículos secundarios son los que producen fibras más finas.

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 de mayor importancia comercial son producidas por los folículos secundarios. Esto indica que a mayor índice folicular, la calidad de la fibra será mejor, tendrá mayor cantidad de fibras más delgadas (que son producidas por los folículos secundarios). En el caso de alpacas ha habido varios reportes, pero mencionaremos el de Escobar y Esteban (2009) quienes encuentran una media de 12.89 y 15.35 para alpacas machos y hembras respectivamente, esto en un área de 0.2704 mm^2.

2.2.3. Características de la fibra de alpaca

Las características de la fibra de alpacas son clasificados como características productivas (peso de vellón y diámetro de fibra) y

características textiles (coeficiente de variación del diámetro de fibra, factor de confort, factor de picazón, índice curvatura, finura al hilado, punto de rotura, resistencia a la tracción, resistencia a la compresión, tasa de medulación y rendimiento al lavado), estos fueron descritos por Quispe *et al.* (2013).

a) **Peso de vellón:** El peso de vellón es una característica de importancia para el criador de alpacas; ya que es la principal característica en el momento de la venta de la fibra. Según Quispe *et al.* (2007) el peso de vellón sucio se encuentra influenciado por la edad y la localidad del que proviene; mas no por el sexo; sin embargo algunos autores reportan diferencias significativas por el sexo; así como Wuliji *et al.* (2000) que encontraron que los vellones de los machos son superiores al de las hembras en Nueva Zelanda. Estas diferencias podrían explicarse por los diferentes lugares de estudio.

b) **Diámetro de fibra:** El diámetro de fibra es la característica tecnológica de mayor importancia para la industria textil; ya que la fibra pasa por una serie de procesos de estiramiento y fricción. Esta característica ha sido estudiada por diferentes autores y en muchos lugares; pero en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc es de 23.03 µ y 21.87 µ para alpacas machos y hembras respectivamente, dichos resultados fueron reportados por Escobar y Esteban (2009).

2.2.4. Medición del diámetro de fibra con OFDA 2000.

El OFDA 2000 es un instrumento portátil que permite medir las características de las fibras de lana y otras fibras animales a lo largo de las mechas sucias en tiempo real. El equipo está diseñando para trabajar en condiciones desfavorables, está construida de una forma muy robusta y tiene una excelente rapidez, tal que pueda acompañar a cualquier actividad que se realice en el campo, sea selección de animales o esquila.

Posee la más alta tecnología asociada a imágenes microscópicas digitales. El OFDA 2000 posee un procesador equipado con Windows 98, donde hace correr su potente software para que funcione como OFDA 100 u OFDA 2000.

Las mediciones se llevan a cabo dentro de un ambiente acondicionando de acuerdo a la norma de la Organización Internacional Textil de Lana (IWTO 52) para laboratorios textiles; a una temperatura de 20°C y 65% de humedad relativa.

a) **Modos de Uso del OFDA 2000:** Bajo esta modalidad el instrumento mide sobre mechas de lana grasienta y traduce sus lecturas a lana limpia. Para su calibración se utiliza patrones de fibra de poliéster para obtener los parámetros.

b) **Muestreo:** El muestreo en estos casos se puede realizar durante la esquila o sobre el animal, tomado con una tijera de sutura, con punta curva con el corte bien pegado sobre la piel del costillar medio (mid - side). Esta parte representa adecuadamente el diámetro medio del vellón.

c) **Preparación de las Muestras a Medir:** Se utiliza un porta muestra y un pequeño equipo auxiliar de soporte que tiene un ventilador en su parte inferior, este tiene por objeto dos funciones básicas. Primero permitir al operador desplegar y preparar adecuadamente las mechas a medir sin que la corriente de aire dificulte la tarea de preparación y en segundo término, hacer pasar a través de la muestra a medir una buena cantidad de aire logrando que la humedad de la muestra sea la correspondida a las condiciones del ambiente donde se realiza la tarea, ya que el propio instrumento tiene un sensor de humedad y temperatura para registrar las condiciones durante la medición y corregir a cada una de las lecturas por humedad y temperatura de ambiente.

Con todos los dispositivos dispuestos para medir, hay que determinar mediante una secuencia de 20 a 30 primeras mediciones, el factor de

corrección por cobertura de grasa (GCF). Para esto se dispone de otro equipo para el lavado ultrasónico de las primeras mechas. El OFDA mediante su propio software hace un análisis estadístico relacionando las mediciones en sucio y luego en limpio del grupo de mechas que fueran lavadas, por medio del cual se obtiene el factor de corrección por grasa para la majada que está siendo evaluada. Por defecto o en forma manual si se tienen datos previos puede usarse un factor de corrección conocido y evitar la prueba de determinación del factor.

d) **Medición:** El OFDA mediante su software desarrollado para analizar las imágenes microscópicas descarta posibles puntos de medición, donde encuentre asociado tierra, materia vegetal, "globos" o coberturas de grasa desparejas y solo mide donde los bordes están paralelos.

2.2.5. Correlación

Los estudios cuantitativos correlaciónales miden el grado de relación entre dos o más variables. Es decir, miden cada variable presuntamente relacionada y después también miden y analizan la correlación (Hernández *et al.*, 2003). La correlación es una relación recíproca entre dos variables; dado dos variables, la correlación permite hacer estimaciones del valor de una de ellas conociendo el valor de la otra variable.

En términos estadísticos, la correlación se expresa por un coeficiente denominado coeficiente lineal de Pearson (r), que se calcula por la siguiente fórmula:

$$r = \frac{Cov(x,y)}{\sqrt{Var(x)\,Var(y)}}$$

Donde:

r: Coeficiente de correlación de Pearson.

$Cov(x, y)$: Covarianza de "x" e "y".

$Var(x)$: Varianza de la variable "x".

$Var(y)$: Varianza 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.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis General

Ho: No existe correlación entre el índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra de alpacas huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc.

Ha: Existe correlación entre el índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra de alpacas huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc.

2.3.2. Hipótesis específicos

Correlación entre índice folicular y peso de vellón

Ho: No existe correlación entre el índice folicular y peso de vellón sucio de alpacas huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc.

Ha: Existe correlación entre el índice folicular y peso de vellón sucio de alpacas huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc.

Correlación entre índice folicular y diámetro de fibra

Ho: No existe correlación entre el índice folicular y media de diámetro de fibra de alpacas huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc.

Ha: Existe correlación entre el índice folicular y media de diámetro de fibra de alpacas huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc.

Correlación entre diámetro de fibra y peso de vellón

Ho: No existe correlación entre media de diámetro de fibra y peso de vellón sucio de alpacas huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc.

Ha: Existe correlación entre media de diámetro de fibra y peso de vellón sucio de alpacas huacaya de color blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc.

2.4. VARIABLES DE ESTUDIO

2.4.1. Variable dependiente

- Peso de vellón.

2.4.2. Variables independientes

- Diámetro de fibra.
- Índice folicular.

2.4.3. Variables intervinientes

- Edad.
- Sexo.

2.4.4. Definición operativa de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Variables	Definición	Indicadores	Instrumento	Escala
Dependientes				
Peso de vellón	Es el peso total de la fibra esquilada, incluido bragas y pedazos de una alpaca.	Kilogramos (Kg)	Balanza electrónica	Variable continua
Independientes				
Media de diámetro de fibra	Es el grosor promedio que tiene la fibra de alpaca.	Micras (µ)	OFDA 2000	Variable continua
Índice folicular	Relación del número de folículos secundarios sobre los primarios en un área determinada de piel.	Relación FS/FP, en un área determinada de piel.	STP 120, micrótomo y microscopio fotónico.	Razón o cociente
Intervinientes				
Edad	Tiempo de vida del animal, influye en la capacidad productiva	1 año 2 años	Verificación de registros	Ordinal
Sexo	Género del animal, influye en las variables de interés	- Macho - Hembra	Observación directa	Nominal

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica ubicado a una altitud comprendida entre 4100 y 4750 msnm, con una precipitación pluvial de 774,4 mm, donde las lluvias ocurren entre los meses de noviembre y marzo generalmente. El análisis de las muestras de piel y fibras se realizó en el Laboratorio de Mejoramiento Genético de la Universidad Nacional de Huancavelica, ubicado en la Ciudad Universitaria de Paturpampa en la ciudad de Huancavelica.

3.2. TIPO 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).

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de un nivel correlacional porque se relacionan las variables en un momento determinado, según Carrasco (2005).

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se usó el método inductivo - deductivo. Porque nuestros resultados se generalizaron a la población de estudio por medio de la inducción, a partir de una muestra particular; y por medio de la deducción obtuvimos una muestra representativa de la población general.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo tiene un diseño no experimental transversal correlacional; porque no se manipularon las variables independientes, los datos se recolectaron en un solo momento de cada animal y se correlacionaron las variables de estudio, Según Carrasco (2005).

3.6. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

La población en este estudio vinieron a ser las alpacas machos y hembras de color blanco de 1 y 2 años de edad; siendo en total 250 animales en la población. El tamaño de muestra se calculó usando la fórmula para una población finita con varianza conocida:

$$n = \frac{N(Z_{1-\alpha/2})^2 S^2}{d^2(N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 S^2}$$

Donde:

n: Tamaño de muestra.

N: Tamaño de población (250).

$Z_{1-\alpha/2}$: Valor de la distribución normal estándar con $\propto = 0.05$ (1.96).

S^2: Varianza del diámetro de fibra (15.21), según Manso (2011).

d: Precisión (0.78).

Luego de resolver el ejercicio el tamaño de muestra fue 69.58; pero se utilizó una muestra de 70 alpacas. La distribución de la muestra según edad y sexo se realizó por medio de un muestreo aleatorio estratificado proporcional; sin embargo después de la depuración de los datos nos quedamos con una muestra distribuida de la siguiente manera.

Tabla 2. Distribución de alpacas en la población y muestra.

Edad	Población		Muestra	
	Macho	Hembra	Macho	Hembra
1 año	77	67	23	18
2 años	58	48	16	13
Sub total	135	115	39	31
Total	250		70	

Fuente: Elaboración propia.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. Técnicas

Obtención de muestras de fibra para diámetro de fibra

Las muestras de fibras se obtuvieron por medio de la técnica desarrollada por Aylan - Parker y McGregor (2002).

Para obtención del peso de vellón

El peso de vellón se midió por medio de una balanza electrónica.

Obtención de muestras de piel para índice folicular

Las muestras de piel se obtuvieron del costillar medio derecho de cada animal por medio de punción con un sacabocado de 8 mm de diámetro. Las muestras fueron llevadas al laboratorio en frascos acondicionados y se procesaron por la técnica de inclusión en parafina, detallados por Carter y Clarke (1956) y reforzado por McCloghry *et al.* (1997); para el caso de este estudio se usó el protocolo elaborado en el Laboratorio de Mejoramiento Genético de la Universidad Nacional de Huancavelica.

3.7.2. Instrumentos

Obtención de muestra de fibra para diámetro de fibra

Ficha de muestreo.

Obtención del peso de vellón

Ficha de muestreo.

Obtención de muestra de piel para índice folicular

Ficha de muestreo.

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Todas las actividades se realizaron de acuerdo al programa del proyecto previa coordinación y programación con los involucrados; primero se obtuvieron muestras de fibra del mid - side (sitio medio) con ayuda de una tijera, estos fueron rotulados y guardados en bolsas; después de la esquila se obtuvo la muestra de piel (biopsia). Este procedimiento se realizó en cada animal. A continuación detallaremos los procedimientos específicos.

3.8.1. Obtención de Muestras

Obtención de muestras de fibra para diámetro de fibra

- El animal fue sujetado adecuadamente por personal capacitado.
- Se extrajo muestra de fibra del costillar medio derecho del animal con ayuda de una tijera con punta curva.
- Las muestras fueron guardadas en pequeñas bolsas rotulados adecuadamente.

Obtención del peso de vellón

- Los animales fueron derribados y esquilados.
- La fibra de cada animal fue envellonado adecuadamente.
- Se pesó los vellones con ayuda de una balanza electrónica de 0.01 kg de precisión.

Obtención de muestras de piel para índice folicular

- Los animales, quedaron sujetados por medio de las trabas después de la esquila.
- Se rasuró el costillar medio del lado derecho en un área suficiente como para obtener la muestra.
- Se usó alcohol al 70% como antiséptico.
- La biopsia se obtuvo por punción, con un sacabocado de 8 mm de diámetro, previamente desinfectado.

- La muestra fue colocado inmediatamente en un frasco conteniendo una solución fijadora de formol al 10%.
- Los frascos se rotularon adecuadamente con información del animal (arete, sexo, edad).
- Se aplicó curabichera, en la zona afectada del animal.
- Las muestras fueron trasladados al laboratorio.

3.8.2. Procesamiento de Muestras

Procesamiento de las muestras de fibra para diámetro de fibra

- Primero se ordenó las muestras.
- Se eligió aleatoriamente 10 muestras, para obtener el factor de corrección.
  - Analizamos las muestras elegidas en sucio con el equipo OFDA 2000, luego se pusieron en ganchos con su identificación.
  - Estas muestras fueron lavadas en el equipo Bat Sonic, conteniendo hexano e isopropanol (80% y 20% respectivamente) por 3 minutos.
  - Las muestras fueron secadas con ayuda de toalla y un rodillo.
  - Las muestras limpias fueron analizadas con el OFDA 2000.
  - Obteniéndose finalmente el factor de corrección, que fue 0.6 µ.
- Las demás muestras se procesaron solo en sucio, de la siguiente manera:
  - Se obtuvo una sub muestra y se distribuyó uniformemente en un porta muestra, con ayuda de un ventilador.
  - Luego, el porta muestra se puso en el equipo OFDA 2000.
  - Se realizó la lectura de la muestra y se digitó la identificación.
  - El procedimiento anterior fue realizado para cada muestra.

Procesamiento de las muestras de piel para índice folicular

Fijación, deshidratación, clarificado en inclusión en parafina

Este procedimiento se realizó en el Procesador Rotatorio de Tejidos (STP - 120), de la siguiente manera:

- Las muestras se pusieron en los cassets, rotulados adecuadamente.
- Los cassets fueron colocados en la cesta porta muestras del STP 120.
- Los vasos del STP 120 fueron llenados de reactivos y programados de la siguiente manera.

Tabla 3. Programa usado en el procesador de tejidos STP 120.

Vaso de reactivo	Reactivo	Tiempo de inmersión (horas: minutos)	Tasa de movimiento	
			rpm.	Valor de programa
1	Formol	01:00	60	1
2	Formol	01:00	60	1
3	Alcohol 70%	01:30	70	2
4	Alcohol 80%	01:30	70	2
5	Alcohol 96%	01:30	70	2
6	Alcohol 100%	01:00	70	2
7	Alcohol 100%	01:00	70	2
8	Alcohol 100%	01:00	70	2
9	Xylol	01:30	70	2
10	Xylol	01:30	60	1
11	Parafina	02:00	60	1
12	Parafina	02:00	60	1

El valor del programa tiene el siguiente significado: 0: Sin movimiento de rotación; 1: La rotación es a 60 rpm; 2: La rotación es a 70 rpm. En los casos 1 y 2 la dirección de rotación del motor cambia de sentido cada minuto.

Es importante mencionar que el procesador de tejidos (Microm STP - 120), una vez programado e inicializado el trabajo, realiza su trabajo de acuerdo al programa.

Impregnación definitiva en parafina

La impregnación definitiva en parafina se realizó con la ayuda del centro de inclusión de parafina (Microm EC 350); con el siguiente procedimiento:

- Se puso pastillas de parafina en el depósito de parafina y se calentó a una temperatura de 62°C. Se puso también en funcionamiento la crio consola, a una temperatura de -12°C.
- Cada muestra fue colocado en una barra de leuckart y cubierto por su casset.
- Se procedió a vaciar la parafina líquida en el casset que contenía la barra de leuckart.
- Esta muestra se enfrió posteriormente en la crio consola. Solidificándose la parafina y obteniéndose los tacos.

Corte histológico y montaje en láminas

El corte histológico se realizó con ayuda de un micrótomo vertical (Microm HM 325) provista de bisturí para micrótomo y un baño de flotación; de la siguiente manera:

- Las muestras incluidas en parafina, en forma de tacos fueron puestas en el micrótomo.
- Se realizaron cortes de 6 micras de espesor.
- Estos cortes fueron llevados al baño de flotación (45°C) con ayuda de una pinza, donde se estiraron.
- Finalmente las muestras fueron montadas en una lámina porta objetos.

Tinción hematoxilina - eosina

La tinción se realizó en un sistema de cubetas de tinción con ayuda del secador de láminas, de la siguiente manera:

- Se realizó el secado a 75°C en la secadora de láminas por 30 minutos.
- Se sumergieron las muestras en la cubeta 1 conteniendo xylol por 5 minutos.
- Secado de láminas a 75°C por 15 minutos.
- Se sumergieron las muestras en la cubeta 1 conteniendo xylol por 5 minutos.
- Secado de láminas por 10 minutos.

- Se sumergieron las muestras en la cubeta 1 conteniendo xylol por 5 minutos.
- Secado de láminas por 5 minutos.
- Se sumergieron las muestras en la cubeta 2 conteniendo xylol por 5 minutos.
- Se pasaron las muestras a la cubeta 3, conteniendo alcohol absoluto por 5 minutos, agitándose.
- Se pasaron las muestras a la cubeta 4, conteniendo alcohol al 96% por 2 minutos, agitándose.
- Las muestras fueron lavadas en agua.
- Las muestras se sumergieron en la cubeta 5, conteniendo hematoxilina de Harris por 5 minutos.
- Lavado de muestras en recipiente 1 conteniendo agua.
- Lavado de muestras en recipiente 2 conteniendo agua.
- Las muestras se sumergieron una vez y se sacó rápidamente de la cubeta 6, conteniendo agua ácida.
- Las muestras se lavaron en un recipiente, conteniendo agua.
- Se sumergieron en el baño de flotación a 50°C, por 10 minutos.
- Las muestras se sumergieron 3 veces en la cubeta 7, conteniendo agua amoniacal.
- Lavado en agua y agitado.
- Sumergido de las muestras en la cubeta 8, conteniendo eosina, por 3 veces.
- Lavado y agitado en agua.
- Sumergido 7 veces en la cubeta 9, conteniendo alcohol al 96%.
- Sumergido 7 veces en la cubeta 10, conteniendo alcohol al 96%.
- Sumergido 7 veces en la cubeta 11, conteniendo alcohol absoluto.
- Sumergido 7 veces en la cubeta 12, conteniendo alcohol absoluto.
- Sumergido 7 veces en la cubeta 13, conteniendo xylol.
- Sumergido en la cubeta 14, conteniendo xylol por 5 minutos.
- Secado a temperatura ambiente (24 horas).

Montaje final de láminas

- Se sujetó porta objetos cuidadosamente.
- Con ayuda de un gotero, se puso una gota de aceite de inmersión sobre la muestra.
- Se cubrió la muestra con un cubre objetos.

Observación al microscopio y conteo de folículos

El conteo de los folículos primarios y secundarios se realizó con el objetivo 10x de un microscopio fotónico; para ello se limitó un área con la ayuda del software AxioVision (versión 4.7.1). Se realizaron 5 lecturas aleatorias por muestra, haciendo un área total de lectura de 1.2 mm^2 para cada muestra; los resultados fueron registrados en un cuaderno de apuntes.

Finalmente se midió el diámetro de las muestras montadas en los porta objetos para obtener el factor de corrección, el diámetro final promedio fue de 6.568 mm; obteniendo un factor de corrección de 0.674. Este factor corrige el encogimiento sufrido de las muestras durante los procedimientos histológicos.

3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para estudiar las correlaciones se utilizó el modelo de regresión lineal múltiple; para lo cual se comenzó la modelización con el siguiente modelo:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + e$$

Donde:

y: Peso de vellón sucio.

β_0: Intercepto de la regresión múltiple.

β_1 y β_2: Son los coeficientes para media de diámetro de fibra e índice folicular respectivamente.

x_1: Media de diámetro de fibra.

x_2: Índice folicular.

e: Error asociado a la regresión.

El modelo anterior, tuvo un coeficiente de determinación de 0.30, lo cual no es muy bueno; por lo que nos quedamos con el siguiente modelo:

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + e$$

Donde:

y: Peso de vellón sucio.

β_1 y β_2: Son los coeficientes para media de diámetro de fibra e índice folicular respectivamente.

x_1: Media de diámetro de fibra.

x_2: Índice folicular.

e: Error asociado a la regresión.

Este modelo final tuvo un coeficiente de determinación de 0.95; indicando que este modelo es el adecuado. También se verificaron los supuestos de normalidad (test de Shapiro Wilk) y homocedasticidad (test de Breusch - Pagan), las cuales fueron cumplidas satisfactoriamente por el modelo usado.

Los datos de índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra se analizaron por medio del siguiente modelo de análisis factorial:

$$y_{ij} = \mu + A_i + S_j + A_i S_j + e_{ij}$$

Donde:

y_{ij}: Corresponde la medida de índice folicular, peso de vellón y diámetro de fibra, en un animal de i-ésima edad (1 y 2 años) y j-ésimo sexo (Hembra y macho).

μ: La media general.

A_i: Es efecto de la i-ésima edad del animal (1 y 2 años).

S_j: Es el efecto del j-ésimo sexo del animal (hembra y macho).

$A_i S_j$: Efecto de la interacción entre la i-ésima edad y j-ésimo sexo.

e_{ij}: Es el error en la i-ésima edad y j_ésimo sexo del animal.

También se verificaron el cumplimiento de los supuestos de normalidad (test de Shapiro Wilk) y homocedasticidad (test de Levene). Todas las variables cumplieron dichos supuestos.

El análisis de los datos se realizó con ayuda del software estadístico R (versión 2.15.2).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Estadísticos descriptivos de índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra.

Se obtuvieron los promedios del índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra en alpacas del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc (CIDCS - Lachocc); estos quedan resumidos en la tabla 4.

Tabla 4. Promedio (desviación estándar) del índice folicular (IF), peso de vellón sucio (PVS) y media de diámetro de fibra (MDF) de alpacas en el CIDCS - Lachocc.

FACTOR	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)

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

Los promedios de índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra fueron 12.81 s/p, 2.54 kg y 21.10 µ respectivamente. 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. El peso de vellón sucio es influenciado significativamente por la edad y el sexo del animal ($p<0.05$); alpacas de dos años y machos tienen mayor peso de vellón que animales de 1 año y hembras respectivamente. La media de diámetro de fibra fue influido significativamente ($p<0.05$) por la edad del animal más no por el sexo ($p>0.05$); alpacas de 1 año de edad tiene fibras más finas que las que tienen 2 años de edad.

4.1.2. Correlación entre índice folicular y peso de vellón

La correlación entre índice folicular y el peso de vellón sucio en alpacas de CIDSC - Lachocc fue -0.254 para el total de datos, mostrándose significativo a la prueba de correlaciones ($p<0.05$). Las correlaciones por edad y sexo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5. Correlación (r) entre índice folicular y peso de vellón sucio en alpacas del CIDSC - Lachocc por edad y sexo.

Factor	r	P-valor	n	r^2
Edad				
1 año	0.172^{NS}	0.2821	41	0.965
2 años	-0.030^{NS}	0.8757	29	0.974
Sexo				
Macho	-0.348*	0.02994	39	0.955
Hembra	-0.057^{NS}	0.7625	31	0.953
Global	-0.254*	0.03409	70	0.953

*: Indica que el coeficiente de correlación es significativo a la prueba de correlaciones ($p<0.05$). NS: Los coeficientes no resultan significativos ($p>0.05$).n: Número de animales. r^2: Coeficiente de determinación del modelo.

La 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. La correlación entre las variables estudiadas en alpacas macho resultó ser significativo a la prueba de correlaciones ($p<0.05$); en cambio en alpacas de un año, dos años y hembras las correlaciones no

llegaron a ser significativas (p>0.05). Con ello podemos decir que no existe correlación entre índice folicular y peso de vellón sucio en alpacas de 1 año, 2 años y hembras; mientras que sí existe en machos.

De manera general, podemos decir que existe correlación entre estas variables y resulta ser negativa y baja. Entonces animales con mayor índice folicular, tendrán un menor peso de vellón sucio. Esto es razonable porque al incrementar el índice folicular incrementa también la proporción de fibras finas, disminuyendo así el peso de vellón.

4.1.3. Correlación entre índice folicular y diámetro de fibra

La correlación entre índice folicular y la media de diámetro de fibra en alpacas de CIDSC - Lachocc fue -0.382 para el total de datos, mostrándose significativo a la prueba de correlaciones (p<0.05). Las correlaciones por edad y sexo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6. Correlación (r) entre índice folicular y la media de diámetro de fibra en alpacas del CIDSC - Lachocc por edad y sexo.

Factor	r	P-valor	n	r^2
Edad				
1 año	-0.024^{NS}	0.883	41	0.965
2 años	-0.413*	0.02595	29	0.974
Sexo				
Macho	-0.493*	0.001421	39	0.955
Hembra	-0.228^{NS}	0.2177	31	0.953
Global	-0.382*	0.001108	70	0.953

*: Indica que el coeficiente de correlación es significativo a la prueba de correlaciones (p<0.05). NS: Los coeficientes no resultan significativos (p>0.05).n: Número de animales. r^2: Coeficiente de determinación del modelo.

La correlación entre índice folicular media de diámetro de fibra para alpacas de un año de edad, dos años de edad, machos y hembra fueron -0.024, -0.413, -0.493 y -0.228 respectivamente. La correlación entre las variables estudiadas en animales de dos años y en alpacas machos resultó ser significativo a la prueba de correlaciones (p<0.05); en cambio en alpacas de un año y hembras

las no llegaron a ser significativas (p>0.05). Por lo tanto podemos decir que no existe correlación entre índice folicular y la media de diámetro de fibra en alpacas de 1 año y hembras; pero sí en alpacas de 2 años y machos.

De manera general la correlación entre índice folicular y media de diámetro de fibra resulta ser negativa y baja. Por lo tanto animales con mayor índice folicular, tendrán menores medias de diámetro de fibra. Esto es razonable porque al incrementar el índice folicular incrementa también la proporción de fibras finas, disminuyendo así la media de diámetro de fibra.

4.1.4. Correlación entre diámetro de fibra y peso de vellón

La correlación entre la media de diámetro de fibra y peso de vellón sucio en alpacas de CIDSC - Lachocc fue 0.551 para el total de datos, mostrándose significativo a la prueba de correlaciones (p<0.05). Las correlaciones por edad y sexo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7. Correlación (r) entre media de diámetro de fibra y peso de vellón sucio en alpacas del CIDSC - Lachocc por edad y sexo.

Factor	r	P-valor	n	r^2
Edad				
1 año	0.255^{NS}	0.1073	41	0.965
2 años	-0.079^{NS}	0.6824	29	0.974
Sexo				
Macho	0.596*	6.16E-05	39	0.955
Hembra	0.490*	0.005108	31	0.953
Global	0.551*	7.92E-07	70	0.953

*: Indica que el coeficiente de correlación es significativo a la prueba de correlaciones (p<0.05). NS: Los coeficientes no resultan significativos (p>0.05).n: Número de animales. r^2: Coeficiente de determinación del modelo.

La correlación media de diámetro de fibra y peso de vellón sucio para alpacas de un año de edad, dos años de edad, machos y hembra fueron 0.255, -0.079, 0.596 y 0.490 respectivamente. La correlación en alpacas machos y hembras resultó ser significativo a la prueba de correlaciones (p<0.05); en cambio en alpacas de uno y dos años estas correlaciones no llegaron a ser significativas

(p>0.05). Por lo tanto, podemos decir que no existe correlación entre media de diámetro de fibra y peso de vellón sucio en alpacas de 1 y 2 años; pero sí en alpacas machos y hembras.

De manera general la correlación entre la media de diámetro de fibra y el peso de vellón sucio resulta ser positiva y moderada. Por lo que animales con mayores diámetros de fibra, también tendrán mayores pesos de vellón. Esto es razonable porque al incrementar la media de diámetro de fibra, incrementa también su peso de vellón sucio.

4.1.5. Coeficientes del modelo usado.

Finalmente obtuvimos los coeficientes de regresión lineal múltiple del siguiente modelo usado:

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + e$$

Donde:

y: Peso de vellón sucio (kg).

β_1 y β_2: Son los coeficientes para media de diámetro de fibra e índice folicular respectivamente.

x_1: Media de diámetro de fibra (µ).

x_2: Índice folicular (s/p).

e: Error asociado a la regresión.

Este resultó ser el mejor modelo para explicar el peso de vellón sucio, con un coeficiente de determinación de 0.95; a diferencia del modelo inicial (que incluía el intercepto), con un coeficiente de determinación de 0.30.

Los resultados de los coeficientes del modelo usado, por edad y sexo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8. Resumen de los coeficientes de la media de diámetro de fibra (MDF) e índice folicular (IF) en los modelos por edad y sexo.

Factor	MDF		IF		n
	Coeficiente	P-valor	Coeficiente	P-valor	
Edad					
1 año	0.079	0.000*	0.038	0.073	41
2 años	0.100	0.000*	0.071	0.038*	29
Sexo					
Macho	0.137	0.000*	-0.023	0.342	39
Hembra	0.108	0.000*	0.011	0.692	31
Global	0.128	0.000*	-0.013	0.468	70

*: Los coeficientes son significativos ($p<0.05$). n: Número de animales.

Todos los coeficientes de la media de diámetro de fibra fueron significativos ($p<0.05$); en cambio el coeficiente del índice folicular solo resultó significativo en animales de 2 año ($p<0.05$), mas no en el resto de las categorías ($p>0.05$). Entonces podemos decir que la media del diámetro de fibra es la variable que más explica el peso de vellón sucio; es decir, es la variable más importante al explicar el modelo; a diferencia del índice folicular, que es de menor importancia.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Índice folicular

El promedio de índice folicular (s/p) en alpacas del CIDCS - Lachocc fue de 12.81 folículos secundarios por cada folículo primario; esto es similar a lo encontrado por Escobar y esteban (2009) en el CIDCS - Lachocc (15.07); pero es diferente a 7.33, 9.39, 8.81 y 22.3 para alpacas huacaya de 2, 4, 6 y 10 meses de edad respectivamente encontrados por Antonini *et al.* (2004) en Arequipa; nuestros resultados son superiores de los de Gamarra (2008), 7.17 y 5.69 para alpacas de 9 meses de edad cuyas madres fueron alimentadas en el último tercio de gestación con pastos asociados y naturales respectivamente. Las diferencias encontradas se deberían a la edad en que fueron estudiados los animales y a los diferentes ambientes de cada estudio; Antonini *et al.* (2004) estudió crías en crecimiento a partir de los 2 meses hasta

los 10 meses de edad, este periodo es una etapa de maduración de los folículos secundarios; en cambio los resultados de Gamarra (2008) son de animales de 9 meses de edad, una etapa de pleno desarrollo de los folículos secundarios.

Por otro lado la edad fue el único factor que influyó sobre el índice folicular de las alpacas del CIDCS - Lachocc, esto es similar a los resultados de Antonini *et al.* (2004); pero diferente al resultado de Escobar y Esteban (2009) quienes no encontraron ninguna influencia de la edad ni el sexo del animal; estas diferencias podríamos atribuirla a los diferentes grupos de edad que estudiaron cada trabajo, nuestros resultados son de animales de 1 y 2 años de edad, mientras que Escobar y Esteban (2009) estudiaron animales de 1 a 6 años de edad; en el que ya habría terminado la maduración de los folículos secundarios. Por otro lado nuestro resultado muestra que el índice folicular disminuyó en animales de 2 años; esto podría deberse al crecimiento del animal, mientras que la cantidad de folículos no incrementarían por haber madurado a temprana edad según Antonini *et al.* (2004); también podría deberse a la fase del ciclo de vida de los folículos en el momento del muestreo, podría ser que haya habido un buen número de folículos secundarios en fase telógena (inactivos), que no se habrían incluido en el conteo, por tanto disminuyó el índice folicular.

4.2.2. Peso de vellón

La media del peso de vellón de alpacas huacaya del CIDCS-Lachocc fue 2.54 kg, esto es similar a lo encontrado por Quispe *et al.* (2007) (2.30 kg) en alpacas de algunas comunidades de Huancavelica, incluyendo el CIDS - Lachocc, también es similar a lo encontrado por McGregor (2006) (2.44) en Australia; pero esto es diferente a 2.16 kg, 3.02 kg y 1.97 kg para alpacas adultas, tui y crías respectivamente que fueron reportados por Wuliji *et al.* (2000) en Nueva Zelanda, estas diferencias se explicarían por los diferentes ambientes en el que se estudiaron los animales y el periodo de crecimiento de la fibra; en este trabajo el periodo de

crecimiento fue un año, en cambio Wuliji *et al.* (2000) no reporta el periodo de crecimiento antes de la esquila. Por otro lado la edad y el sexo influenciaron significativamente sobre el peso de vellón de las alpacas del CIDCS - Lachocc, esto es similar a lo encontrado por Wuliji *et al.* (2000); pero Quispe *et al.* (2007) no encontró influencia del sexo sobre el peso de vellón, esto es diferente a lo encontrado en nuestro trabajo, que podría deberse a los diferentes lugares de estudio.

4.2.3. Diámetro de fibra

El promedio de diámetro de fibra de las alpacas del CIDCS-Lachocc ha sido 21.10 µ; esto es similar a lo reportado por Quispe *et al.* (2007) (21.59 µ) en 8 comunidades de Huancavelica (incluyendo del CIDCS - Lachocc), Braga *et al.* (2007) (22.9 µ) en Cusco; pero es inferior a los resultados de Lupton *et al.* (2006) (27.85 µ) en Estados Unidos, también es inferior a 31.9 µ, 30.5 µ y 26.4µ para alpacas adultas, tui y crías respectivamente reportados por Wuliji *et al.* (2000) en Nueva Zelanda. Sin embargo nuestros resultados son superiores a los valores encontrados por Siguayro y Aliaga (2010), 17.86 µ y 18.23 µ para alpaca macho y hembra respectivamente en Puno. Las diferencias encontradas podrían deberse a los diferentes ambientes en el que se realizaron los estudios y a la edad de los animales en cada estudio; Siguayro y Aliaga (2010) estudiaron alpacas de un año de edad.

Nuestros resultados muestran que existe influencia significativa de la edad sobre el diámetro de fibra de las alpacas del CIDCS - Lachocc, mas no del sexo; esto es similar a los resultados de Lupton *et al.* (2006) en Estados Unidos, Siguayro y Aliaga (2010) en Puno; en cambio Quispe *et al.* (2007) encontró diferencias significativas en el diámetro de fibra también por el sexo del animal, además de la edad. Estas diferencias pueden deberse a los diferentes ambientes en el que se realizaron los estudios.

4.2.4. Correlación entre índice folicular y peso de vellón

Este es el primer reporte para la correlación entre el índice folicular y el peso de vellón sucio en alpacas. Los animales de 1 año, 2 años y hembras no presentan correlación, a diferencia de los animales machos que sí presentan correlación negativa baja. Estas diferencias se deberían al efecto de las variables intervinientes (edad y sexo). Sin embargo en forma general esta correlación es negativa y baja.

4.2.5. Correlación entre índice folicular y diámetro de fibra

La correlación obtenida entre índice folicular y la media de diámetro de fibra en alpacas del CIDCS - Lachocc fue -0.382, esto es negativo y bajo. Este resultado es superior a -0.115, obtenido por Escobar y Esteban (2009) en alpacas del CIDCS - Lachocc; pero inferior a -0.43, obtenido por Carro *et al.* (2011) en cabras angora en Argentina. Estas diferencias se deberían al rango de edades de los animales de cada estudio; Escobar y Esteban estudiaron animales de 1 a 6 años de edad, en cambio nuestros resultados provienen de animales de 1 y 2 años de edad; también se deberían a las diferentes especies estudiadas y a los ambientes de estudio, Carro *et al.* (2011) estudiaron cabras angora. Por otro lado el resultado obtenido en este trabajo resulta ser significativo, a diferencia de Escobar y Esteban, quienes no encontraron significativo su resultado.

4.2.6. Correlación entre diámetro de fibra y peso de vellón

La correlación entre la media de diámetro de fibra y peso de vellón sucio en el CIDSC - Lachocc fue 0.551, esto es una correlación positiva y moderada. Similar a 0.52, obtenido por Cordero *et al.* (2011) en la misma población de estudio; también es similar a 0.45 y 0.32 para alpacas cría y tuis obtenido por Wuliji *et al.* (2000). Sin embargo nuestro resultado es superior a 0.112, 0.132 y 0.25 obtenido por Quispe *et al.* (2009) en Huancavelica, Quispe *et al.* (2007) en Huancavelica y Ponzoni *et al.* (1999) en Australia.

Dichos parecidos y diferencias se explicarían por los diferentes ambientes de estudio y al manejo de los datos en cada estudio; Quispe *et al.* (2007) obtuvieron correlaciones sin controlar los factores de edad, sexo ni locación, al controlar estos factores dicho autor menciona que no hay correlación; en cambio los resultados de Cordero *et al.* (2011) provienen de datos ajustados por edad y condición reproductiva; los resultados de Wuliji *et al.* (2000) provienen de datos ajustados por sexo, año, fecha de nacimiento y locación; por otro lado Quispe *et al.* (2009) y Ponzoni *et al.* (1999) mostraron resultados con datos sin corregir por ningún factor.

CONCLUSIONES

1. La correlación entre índice folicular y peso de vellón sucio en alpacas del CIDSC - Lachocc resulta ser negativa y baja. Por lo tanto, alpacas con un mayor índice folicular tendrán menores pesos de vellón sucio.

2. La correlación entre índice folicular y la media de diámetro de fibra en alpacas del CIDSC - Lachocc resulta ser negativa y baja. Por ello, alpacas con mayor índice folicular tendrán fibras más finas.

3. La correlación entre media de diámetro de fibra y peso de vellón sucio en alpacas del CIDSC - Lachocc resulta ser positivo y moderado. Por lo que alpacas con mayor diámetro de fibra producirán también mayor cantidad de fibra.

RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de seguimiento del desarrollo folicular en alpacas en los primeros años de vida, así dilucidar la edad a la que realmente maduran los folículos pilosos.

2. Realizar trabajos de investigación referidos a la estimación de las correlaciones genéticas entre índice folicular, diámetro de fibra y peso de vellón en alpacas; con esto dilucidar la independencia o no de estas variables genéticamente.

3. Investigar la influencia de la alimentación sobre las características cuantitativas foliculares (índice folicular, densidad folicular) en alpacas de diferentes edades. Para tener mejor conocimiento del comportamiento de las características foliculares respecto a la alimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Antonini M. (2010). Hair follicle characteristics and fibre production in South American Camelids. *Animal*; 4:9, 1460-1471.

2. Antonini M., Gonzales M. y Valbonesi A. (2004). Relationship between age and postnatal skin follicular development in three types of South American domestic camelids. *Livestock Production Science*; 90: 241-246.

3. Aylan-Parker J. y McGregor B. A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Ruminant Research*; 44, 53-64.

4. Badajoz L., Sandoval C., García V. y Pezo C. (2009). Descripción histológica del complejo folicular piloso en crías de alpacas. *Rev. Inv. Vet.* 20 (2): 154-164.

5. Braga W., Leyva V. y Cochran R. (2007). The efect of altitude on alpaca (*Lama pacos*) fiber production. *Small Ruminant Research*; 68: 323-328.

6. Carrasco Días S. (1ra ed.) (2005). *Metodología de la Investigación Científica* .Perú: Editorial San Marcos.

7. Carro N. D., Debenedetti S., 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, 12(2).

8. Carter H.B. y Clarke W.H. (1956). The hair follicle group and skin follicle population of Australian merino sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, Vol. 8, N° 1.

9. Cordero A., Contreras J., Mayhua P., Jurado M., Castrejón M. (2011). Correlaciones fenotípicas entre características productivas en alpacas huacaya. *Rev. Inv. Vet.*; 22 (1): 15-21.

10. Córdova Z. M. (2003). *Estadística Descriptiva e Inferencial.* Quinta edición. Editorial MOSHERA S. R. L. Lima – Perú. Páginas 495.

11. 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 Huacavelica. Tesis de grado de la Escuela Académico Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de Huancavelica.

12. FAO (2005). Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Organización de las Naciones Unidad 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.

13. Galbraith, H. (2010). Fundamental hair follicle biology and fine fibre production in animals. *Animal*; 4:9, 1490-1509.

14. Gamarra Palomino, 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.

15. Gentry Anthea, Clutton - Brock Juliet y P. Groves Colin (2004). The naming of wild animal species and their domestic derivatives. *Journal of Archeological Science*; 31: 645-651.

16. Hernández Sampieri R., Fernández Collado C., Baptista Lucio P. (3ra edición) (2003).*Metodología de la Investigación*. Editorial Mc Graw Hill - México.

17. Kadwell Miranda, Fernandez Matilde, Stanley Helen F., Baldi Ricardo, Wheeler Jane C., Rosadio Raul y Bruford Michael W. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proc. R. Soc. Lond.* B; 268: 2575-2584.

18. Krause Karoline y Foitzik Kerstin (2006). Biology of the hair follicle: The basics. *Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery*; 25: 2-10.

19. Lupton C.J., McColl A. y Stobart R.H. (2006). Fiber characteristics of the huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research*; 64: 211-224.

20. Manso C. (2011). Determinación de la calidad de la fibra de alpaca en Huancavelica (Perú): Validación de los métodos de muestreo y valoración. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Pública de Navarra.

21. Marín C., et. al. (2007). Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromosómica y molecular. *Revista Chilena de Historia Natural*; 80: 121-140.

22. McCloghry C.E., Brown G.H. y Uphill G.C. (1997). Skin biopsy technique results in inaccurate wool follicle density measurements. *New Zealand Journal of Agricultural Research*; Vol. 40: 245-247.

23. McGregor B.A. (2006). Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Ruminant Research*; 61: 93-111.

24. McGregor B.A., Ramos H.E. y Quispe Peña E.C. (2012). Variation of fibre production characteristics among sampling sites for huacaya alpaca fleeces from the High Andes.

25. Montes M., Quicaño I., Quispe R., Quispe E. y Alfonso L. (2008). Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Hunacavelica. *Spanish Journal of Agricultural Research*; 6(1), 33-38.

26. Ponzoni R.W., et. al. (1999). The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas. Disponible en http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx [Accesado el 5 de julio del 2013].

27. Quispe E., Flores A., Alfonso L. y Galindo A. (2007). Algunos aspectos de la fibra y peso vivo de alpacas huacaya de color blanco en la región de Huancavelica. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/. [Accesado el 4 de julio del 2013].

28. 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. *Animal Genetic Resources Information*; 45,1.14.

29. Quispe E.C., Ramos H.E. y McGregor B.A. (2011). Características tecnológicas de los componentes del vellón de alpaca (*Vicugna pacos*) huacaya. VII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos ALEPRyCS.

30. Quispe Peña, E.; Poma Gutierrez, 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.

31. Siguayro Pascaja R. y Aliaga Gutiérrez 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 4de julio del 2013].

32. 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.

33. Torres de Jasaui, 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].

34. Wuliji T., Davis G.H., Dodds K.G., Turner P.R., Andrews R.N., Bruce G.D. (2000). Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpaca in New Zealand.*Small Ruminant Research*, 37: 189-201.

ARTÍCULO CIENTÍFICO

CORRELACIÓN ENTRE ÍNDICE FOLICULAR, PESO DE VELLÓN Y DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS DE RAZA HUACAYA DE COLOR BLANCO

Paucar, Y.[1]*, R. Paucar[2], E. Sedano[1], R. Molleapaza[2]
[1]: Bachiller de la E. A. P. Zootecnia de la Universidad nacional de Huancavelica. * Autor para correspondencia: e - mail: pasu_y@hotmail.com
[2]: Docente de la E. A. P. Zootecnia de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Resumen

Esta investigación tuvo el objetivo de determinar las correlaciones entre índice folicular (IF), peso de vellón sucio (PVS) y media de diámetro de fibra (MDF) en alpacas huacaya blanco del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc (CIDCS - Lachocc) de la Universidad Nacional de Huancavelica. Para ello se obtuvieron muestras de fibra y piel del costillar medio y se pesaron los vellones de 70 alpacas. Las muestras de piel se obtuvieron por punción con un sacabocado de 8mm de y fueron procesados por la técnica de inclusión en parafina, tinción hematoxilina - eosina y posteriormente se realizó el conteo de folículos con ayuda del software AxioVision (v. 4.7.1), obteniéndose finalmente el índice folicular; en cambio los vellones se pesaron con una balanza electrónica y las muestras de fibra se analizaron con el OFDA - 2000. Se utilizó el modelo de regresión lineal múltiple para explicar el peso de vellón a partir de la media de diámetro de fibra y el índice folicular. Los resultados del IF (s/p), PVS (kg) y la MDF (μ) fueron 12.81, 2.54 y 21.10 respectivamente. Las correlaciones entre IF - PVS, IF - MDF y MDF - PVS, fueron -0.25, -0.38 y 0.55 respectivamente, estos fueron significativos ($p<0.05$). Mostrando que el índice folicular tiene correlación negativa baja con el peso de vellón sucio y la media de diámetro de fibra; mientras que la correlación entre la media de diámetro de fibra y el peso de vellón sucio es positiva y moderada.

Palabras clave: Alpaca, correlación, índice folicular.

ABSTRACT

This research had the objective the determine correlations between follicular index (IF), dirty fleece weight (PVS) and mean of fiber diameter (MDF) in huacaya alpacas of the Research Center and Development of South American Camelids - Lachocc of the National University of Huancavelica. For it, we obtained fiber and skin samples of the mid - side and were weighed their fleeces of 70 alpacas. The specimens of skin were obtained by puncture with hollow punch of 8 mm of diameter and were processing by the technique of inclusion in paraffin, hematoxylin - eosin staining and the count of follicles were accomplished with help of AsioVision (v. 4.7.1) software obtaining finally the follicular index; the fleeces were weighed with electronic scales and the fiber samples were analyzed with the OFDA - 2000. The data were processed by a multiple linear regression model to explain the dirty fleece weight from the mean of fiber diameter and the follicular index. The results of the IF (s/p), PVS (kg) and the MDF (μ) were 12.81, 2.54 and 21.10 respectively. The correlations between IF - PVS, IF - MDF and MDF - PVS were -0.25, -0.38 and 0.55 respectively, these were significant ($p<0.05$). Showing than the follicular index has low negative correlation with the dirty fleece weight and the mean of fiber diameter; while the correlation between the mean of fiber diameter and the dirty fleece weight is positive moderate.

Key words: Alpaca, correlation, follicular index.

Introducción

Los camélidos sudamericanos, dentro de ellos la alpaca, es criado en algunos casos asociados con ovino y constituyen el principal medio de utilización productiva de extensas áreas de pastos naturales en las zonas alto andinas donde no es posible la agricultura y la crianza exitosa de otras especies domésticas (Quispe *et al.*, 2009); la alpaca es criada con fines de producción de fibra principalmente, esto se convierte en el principal medio que genera ingresos económicos para un vasto sector de las familias que las crían. Sin embargo estos ingresos dependen de la cantidad (peso de vellón) y calidad

(diámetro de fibra). Todo ello nos lleva a iniciar planes o programas con la finalidad de mejorar la cantidad y la calidad de la fibra, como una alternativa para incrementar los ingresos económicos de estas familias; pero antes es indispensable tener un buen conocimiento de la estructura que produce la fibra (folículo piloso), conocer sus características cuantitativas (índice folicular) y entender su comportamiento conjunto con el peso de vellón y diámetro de fibra.

Por ello se realizó este trabajo con el objetivo de determinar las correlaciones entre índice folicular, peso de vellón sucio y media de diámetro de fibra en alpacas huacaya de color blanco en Huancavelica.

Material y métodos

Se obtuvieron muestras de piel, muestras de fibra y se midió el peso de vellón en 70 animales del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc (CIDCS - Lachocc) de la Universidad Nacional de Huancavelica, localizado entre 4100 y 4750 mnsm.

Se obtuvo muestras de fibra del costillar medio, de acuerdo a Aylan - Parker y McGregor (2002) antes de esquilar el animal, esto se guardó en una bolsa identificada adecuadamente. El vellón del animal se pesó con una balanza electrónica y se registraron en un cuaderno de apuntes. Las biopsias se obtuvieron inmediatamente después de la esquila, para lo cual se rasuró el costillar medio y se usó alcohol (70%) como antiséptico, las muestras se obtuvieron por punción con un sacabocado de 8 mm de diámetro y se colocaron en un frasco conteniendo formol (10%).

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Mejoramiento Genético de la Universidad Nacional de Huancavelica. Las muestras de fibra se analizaron con el equipo Analizador Óptico del Diámetro de Fibras (OFDA - 2000). Las biopsias fueron procesados por medios histológicos de fijación, deshidratación, clarificado, inclusión en parafina, tinción hematoxilina - eosina, de acuerdo al protocolo elaborado en el Laboratorio de Mejoramiento Genético de la Universidad Nacional de Huancavelica en base al trabajo de Carter y Clarke (1956) y McClorghry (1997), el conteo de folículos se realizó con ayuda

del software AxioVision (v. 4.7.1), los datos de conteo de folículos han sido corregidos por el encogimiento de las muestras durante todo el proceso histológico y con ello se obtuvo el índice folicular. Para procesar los datos se usó un modelo de regresión lineal múltiple; donde la variable dependiente (peso de vellón sucio) fue explicado por las variables independientes (media de diámetro de fibra e índice folicular); luego se estimaron las correlaciones con el software estadístico R (2.15.2).

Resultados y discusión

Se obtuvieron los promedios del índice folicular, peso de vellón sucio y la media de diámetro de fibra en alpacas del CIDCS - Lachocc. El índice folicular y la media de diámetro de fibra fueron influenciados significativamente por la edad del animal ($p<0.05$), mas no por el sexo ($p>0.05$); en cambio la edad y el sexo influenciaron significativamente en el peso de vellón de las alpacas ($p<0.05$).

Tabla 1. Promedio (desviación estándar) del índice folicular (IF), peso de vellón sucio (PVS) y media de diámetro de fibra (MDF) en alpacas del CIDCS-Lachocc en Huancavelica.

FACTOR	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)
GENERAL	70	12.81 (2.85)	2.54 (0.69)	21.10 (2.83)

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

Las correlaciones entre el índice folicular, peso de vellón sucio y la media de diámetro de fibra resultaron estar en el rango de baja a moderada; para el global de datos todas se mostraron significativa ($p<0.05$); pero al analizar por edades y sexo, dentro de algunos niveles, estas correlaciones no mostraron significancia ($p>0.05$), esto se debería a las variables intervinientes (edad y sexo). Estos resultados se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Coeficientes de correlación (r) entre índice folicular (IF), peso de vellón sucio (PVS) y media de diámetro de fibra (MDF) en alpacas del CIDCS - Lachocc en Huancavelica.

Factor	IF–PVS		IF–MDF		MDF–PVS		n
	r	P-valor	r	P-valor	r	P-valor	
Edad							
1 año	0.172^{NS}	0.282	-0.024^{NS}	0.883	0.255^{NS}	0.107	41
2 años	-0.030^{NS}	0.876	-0.413*	0.026	-0.079^{NS}	0.682	29
Sexo							
Macho	-0.348*	0.030	-0.493*	0.001	0.596*	0.000	39
Hembra	-0.057^{NS}	0.763	-0.228^{NS}	0.218	0.490*	0.005	31
Global	-0.254*	0.034	-0.382*	0.001	0.551*	0.000	70

*: La correlación es significativa ($p<0.05$). NS: Correlación no significativa ($p>0.05$). n: Número de animales.

Este es el primer reporte para correlación entre el índice folicular y el peso de vellón sucio en alpacas. Animales de 1 año, 2 años y hembras no presentan correlación alguna estadísticamente, a diferencia de animales machos que sí muestran una correlación negativa baja. Estas diferencias se deberían a las variables intervinientes (edad y sexo).

La correlación entre índice folicular y la media de diámetro de fibra para el global de datos resulta ser negativo y bajo. Esto es superior a -0,115, obtenido por Escobar y Esteban (2009) en alpacas; inferior a -0.43, obtenido por Carro *et al.* (2011) en cabras angora. Estas diferencias se deberían al rango de edades de los animales en cada estudio, Escobar y Esteban estudiaron animales de 1 a 6 años de edad, en cambio nuestros resultados provienen de animales de 1 y 2 años; también se deberían a los diferentes lugares y especies de estudio, Carro *et al.* (2011) estudiaron cabras angora.

La correlación entre la media de diámetro de fibra y el peso de vellón sucio resulta ser positiva y moderada. Esto es similar a 0.52 obtenido por Cordero *et al.* (2011); 0.46 y 032 para alpacas cría y tui respectivamente obtenido por Wuliji *et al.* (2000). Nuestro resultado se muestra superior a 0.112, 0.132 y 0.25 obtenido por Quispe *et al.* (2009) en Huancavelica, Quispe *et al.* (2007) en Huancavelica y Ponzoni *et al.* (1999) en Australia. Dichos parecidos y diferencias se explicarían por los diferentes ambientes de estudio y al manejo de los datos en cada estudio; Quispe *et al.* (2007) obtuvieron correlaciones sin controlar los factores edad, sexo ni locación, al controlar estos factores estos

autores no encuentran ninguna correlación; en cambio los resultados de Cordero *et al.* (2011) provienen de datos ajustados por edad y condición reproductiva; los resultados de Wuliji *et al.* (2000) provienen de datos ajustados por sexo, año, fecha de nacimiento y locación; por otro lado Quispe *et al.* (2009) y Ponzoni *et al.* (1999) mostraron resultados con datos sin corregir por ningún factor.

Conclusiones

La correlación para el total de datos entre IF - PVS e IF - MDF son bajas y negativas en alpacas del CIDCS - Lachocc; mientras que la correlación entre MDF - PVS resulta ser positiva y moderada. Al realizar correlaciones por edad y sexo, algunas de ellas no muestran ninguna correlación, esto sería causado por las variables intervinientes (edad y sexo). Esto nos indica que al realizar evaluación genética para estas variables, debemos incluir a la edad y sexo como factores fijos.

Referencias Bibliográficas

1. Aylan-Parker J. y McGregor B. A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Ruminant Research*; 44, 53-64.

2. Carro N. D., Debenedetti S., 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, 12(2).

3. Carter H.B. y Clarke W.H. (1956). The hair follicle group and skin follicle population of Australian merino sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, Vol. 8, N° 1.

4. Cordero A., Contreras J., Mayhua P., Jurado M., Castrejón M. (2011). Correlaciones fenotípicas entre características productivas en alpacas huacaya. *Rev. Inv. Vet.*; 22 (1): 15-21.

5. 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 Huacavelica. Tesis de grado de la Escuela Académico Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de Huancavelica.

6. McCloghry C.E., Brown G.H. y Uphill G.C. (1997). Skin biopsy technique results in inaccurate wool follicle density measurements. *New Zealand Journal of Agricultural Research*; Vol. 40: 245-247.

7. Ponzoni R.W., et. al. (1999). The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas. Disponible en http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx [Accesado el 5 de julio del 2013].

8. Quispe E., Flores A., Alfonso L. y Galindo A. (2007). Algunos aspectos de la fibra y peso vivo de alpacas huacaya de color blanco en la región de Huancavelica. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/. [Accesado el 4 de julio del 2013].

9. 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. *Animal Genetic Resources Information*; 45,1.14.

10. Wuliji T., Davis G.H., Dodds K.G., Turner P.R., Andrews R.N., Bruce G.D. (2000). Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpaca in New Zealand. *Small Ruminant Research*, 37: 189-201.

ANEXOS

a. Base de datos usado

Tabla 9. Base de datos de la tesis.

Número	Código	Sexo	Edad	IF (s/p)	PVS (kg)	MDF (µ)
1	13.029	H	1	12.29	2.74	24.2
2	13.032	H	1	8.43	1.2	18.89
3	13.047	H	1	11.05	1.98	20.48
4	13.062	H	1	15.71	2.18	20.12
5	13.064	H	1	12.89	1.84	21.77
6	13.069	H	1	10.5	2.16	18.95
7	13.075	H	1	15.87	1.88	19.19
8	13.077	H	1	16.57	2.1	23.27
9	13.078	H	1	15.6	2.52	17.03
10	13.094	H	1	13	2.48	22.25
11	13.097	H	1	15.26	1.84	18.18
12	13.108	H	1	16.69	1.12	16.15
13	13.111	H	1	12.1	2.14	17.92
14	13.113	H	1	12.48	1.62	16.33
15	13.115	H	1	9.5	1.78	19.46
16	13.133	H	1	19.93	2.1	20.33
17	13.143	H	1	15.83	2.86	17.95
18	13.152	H	1	16.24	1.84	18.62
19	11.051	H	2	14.29	3.5	22.72
20	11.053	H	2	9.43	2.68	26.73
21	11.058	H	2	9.77	2.74	22.65
22	11.083	H	2	11	3.16	20.71
23	11.094	H	2	16.1	2.46	24.19
24	11.095	H	2	13.29	2.9	27.93
25	11.098	H	2	12.8	2.54	24.44
26	11.108	H	2	10.93	2.84	20.86
27	11.115	H	2	12.59	3.08	22.7
28	11.12	H	2	14.54	3.4	19.8
29	11.139	H	2	12.2	2.58	21.57
30	11.158	H	2	14.93	3.64	20.76
31	11.161	H	2	10.5	3.02	23.96
32	13.003	M	1	11.9	1.98	24.16
33	13.014	M	1	13.56	2.16	19.4
34	13.02	M	1	19.94	2.34	18.28
35	13.031	M	1	11.96	2.1	18.28
36	13.034	M	1	18.87	2.5	21.54
37	13.037	M	1	11.76	2.9	18.89
38	13.039	M	1	16	2.14	21.73
39	13.046	M	1	16.11	2.66	18.53
40	13.049	M	1	12.74	2.34	18.9
41	13.055	M	1	13.11	2.32	18.66
42	13.063	M	1	12.92	1.92	22.09
43	13.067	M	1	12.5	2.22	18.82
44	13.076	M	1	15.58	1.86	21.83
45	13.085	M	1	12.46	2.82	20.2
46	13.092	M	1	8.76	1.56	17.07
47	13.093	M	1	10.13	1.66	22.29
48	13.103	M	1	10.36	2.4	21.28
49	13.106	M	1	15.66	2	20.1
50	13.11	M	1	13	2.44	19.07
51	13.112	M	1	14.17	1.5	16.29
52	13.12	M	1	14.73	2	18.62
53	13.135	M	1	12.3	1.78	16.9
54	13.142	M	1	14.95	1.52	18.76
55	11.003	M	2	15.43	3.32	19.88
56	11.022	M	2	7.93	3.42	22.43
57	11.035	M	2	10.22	3.36	20.12
58	11.042	M	2	7.18	3.94	26.7
59	11.055	M	2	7.36	2.58	23.26
60	11.062	M	2	10.44	3.78	23.66
61	11.067	M	2	15.8	3.44	19.16
62	11.073	M	2	10.07	4.18	24.47
63	11.081	M	2	10	3.42	26.7
64	11.114	M	2	11.64	2.52	24.46
65	11.119	M	2	13.25	3.44	22.84
66	11.128	M	2	8.42	2.62	23.81
67	11.138	M	2	10.75	3.36	25.8
68	11.141	M	2	11.61	3.38	21.79
69	11.142	M	2	9.7	3.38	24.93
70	11.157	M	2	11	3.28	25.46

b. Tablas estadísticos y gráfico de dispersión

Tabla 10. Análisis de varianza del modelo de regresión lineal múltiple del total de datos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
MDF	1	459.800	459.800	1365.345	<2E-16*
IF	1	0.200	0.200	0.594	0.468
Error	68	22.900	0.337		
Total	70	482.900			

*: La variable explica significativamente el modelo de regresión lineal múltiple (p<0.05).

Gráfico 1. Dispersión de las variables de estudio para el total de datos.

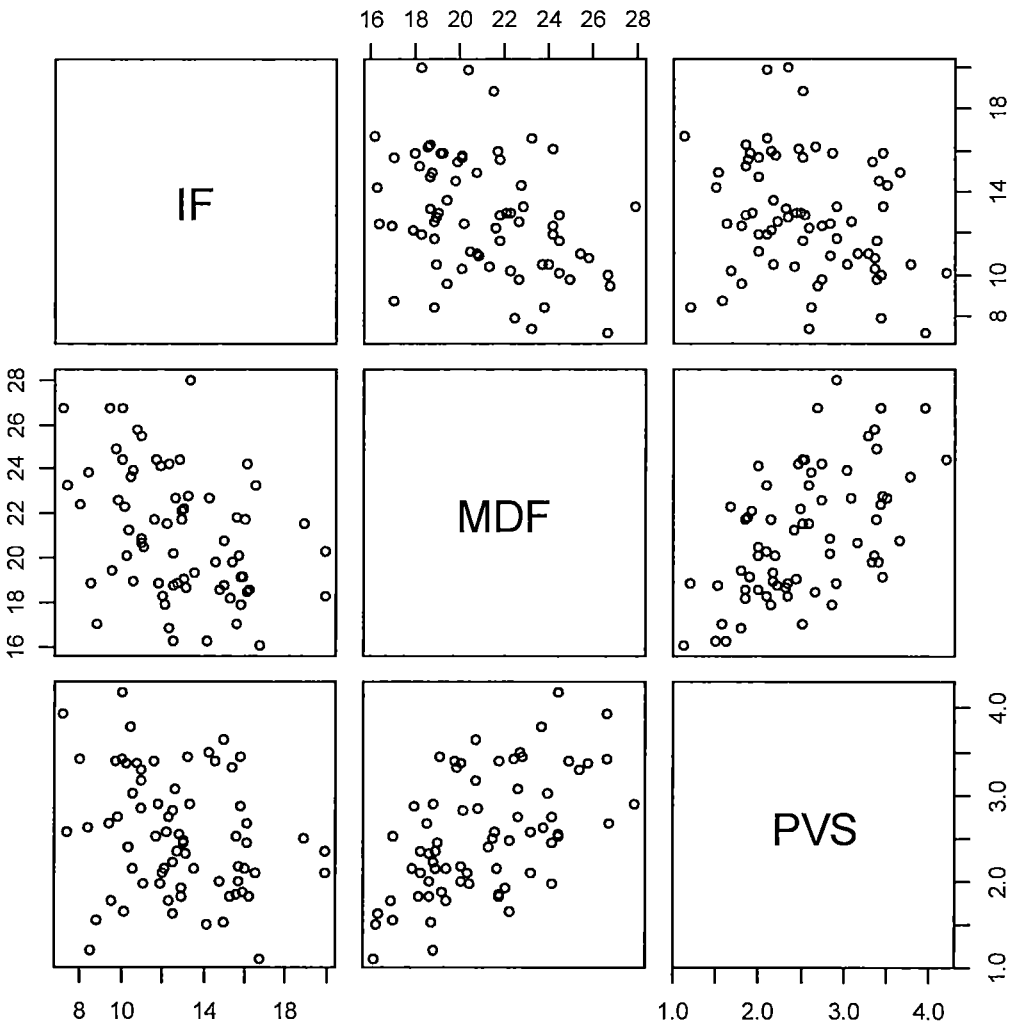


Tabla 11. Análisis de varianza del modelo de regresión lineal múltiple para alpacas de 1 año de edad.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
MDF	1	178.260	178.260	1056.556	<2E-16*
IF	1	0.570	0.570	3.378	0.0726
Error	39	6.580	0.169		
Total	41	185.410			

*: La variable explica significativamente el modelo de regresión lineal múltiple (p<0.05).

Gráfico 2. Dispersión de las variables de estudio para para alpacas de 1 año de edad.

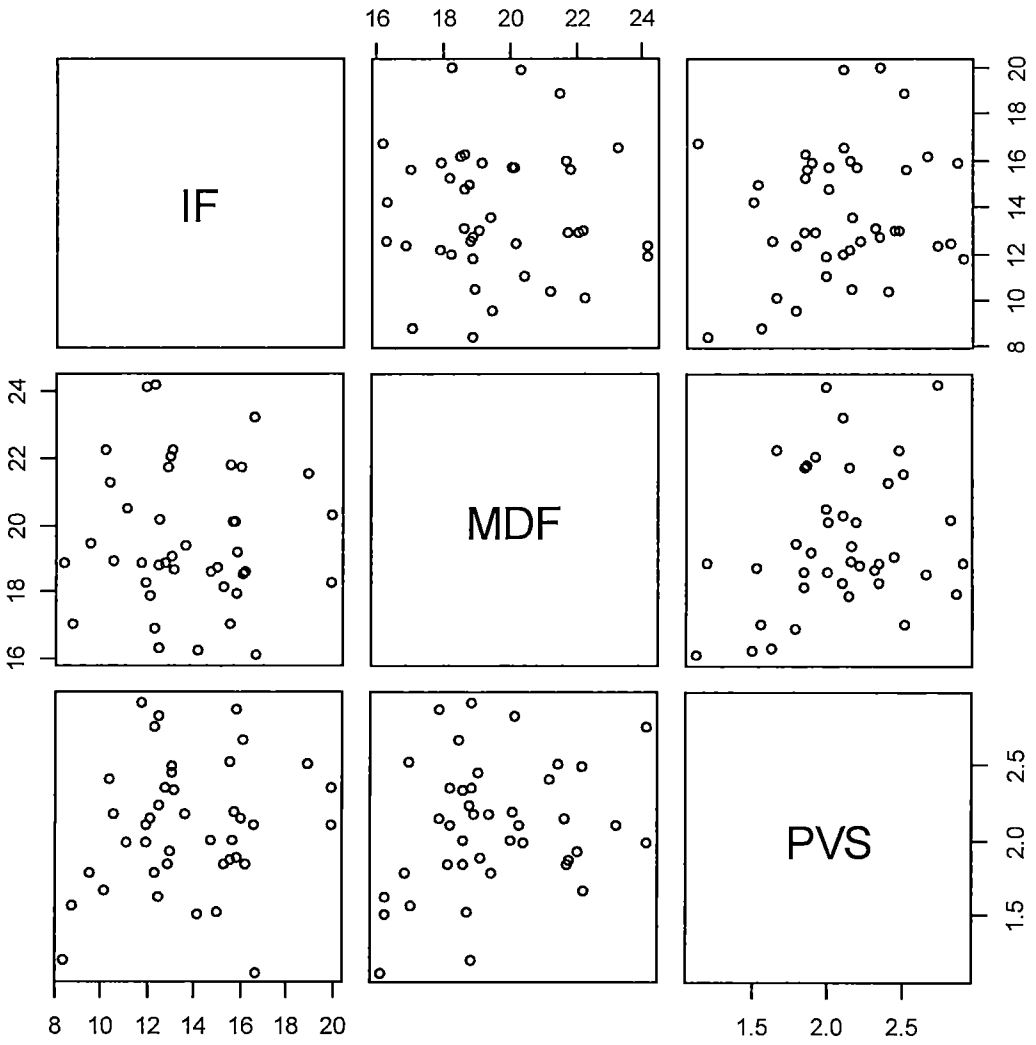


Tabla 12. Análisis de varianza del modelo de regresión lineal múltiple para alpacas de 2 años de edad.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
MDF	1	288.150	288.150	988.571	<2E-16*
IF	1	1.380	1.380	4.734	0.038*
Error	27	7.870	0.291		
Total	29	297.400			

*: La variable explica significativamente el modelo de regresión lineal múltiple (p<0.05).

Gráfico 3. Dispersión de las variables de estudio para para alpacas de 2 años de edad.

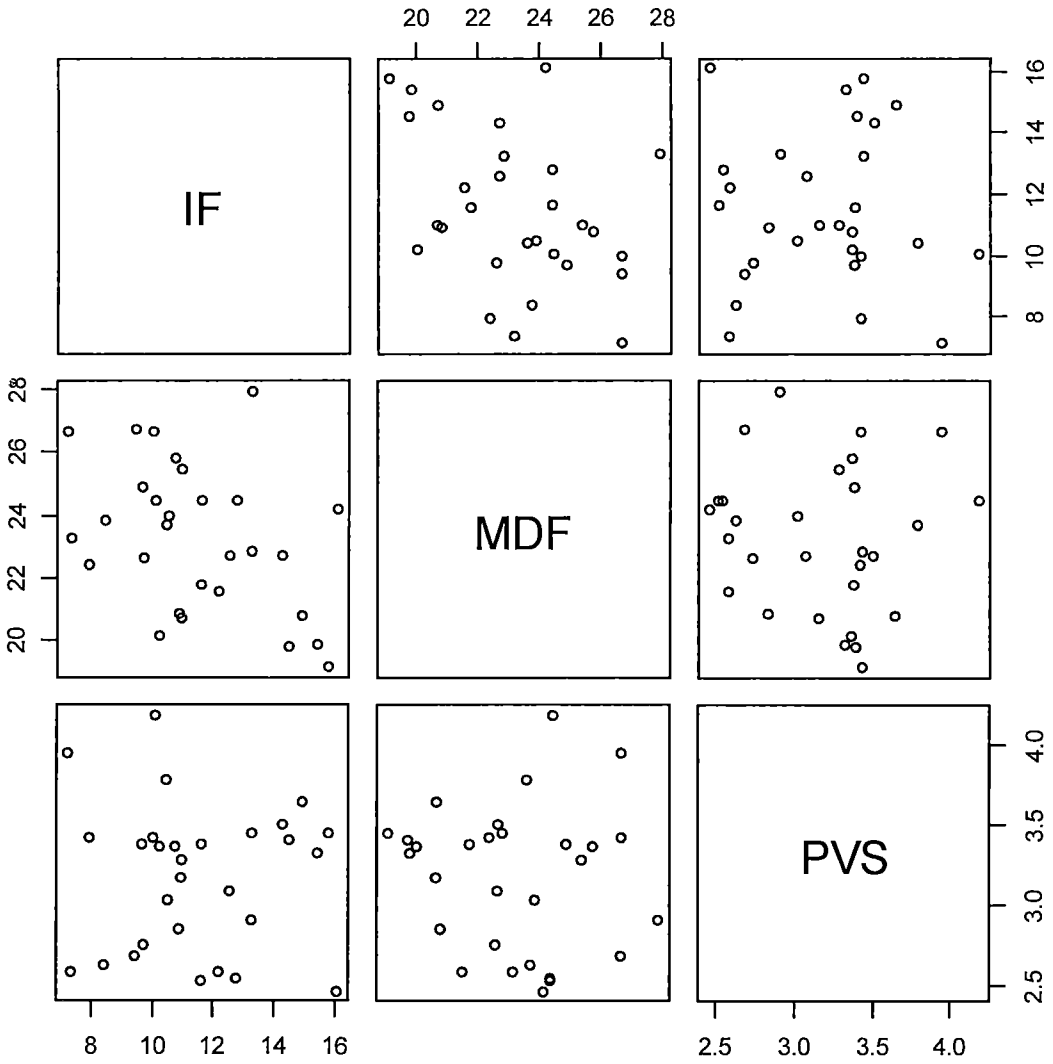


Tabla 13. Análisis de varianza del modelo de regresión lineal múltiple para alpacas macho.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
MDF	1	276.500	276.500	793.062	<2E-16*
IF	1	0.320	0.320	0.918	0.342
Error	37	12.900	0.349		
Total	39	289.720			

*: La variable explica significativamente el modelo de regresión lineal múltiple (p<0.05).

Gráfico 4. Dispersión de las variables de estudio para para alpacas macho.

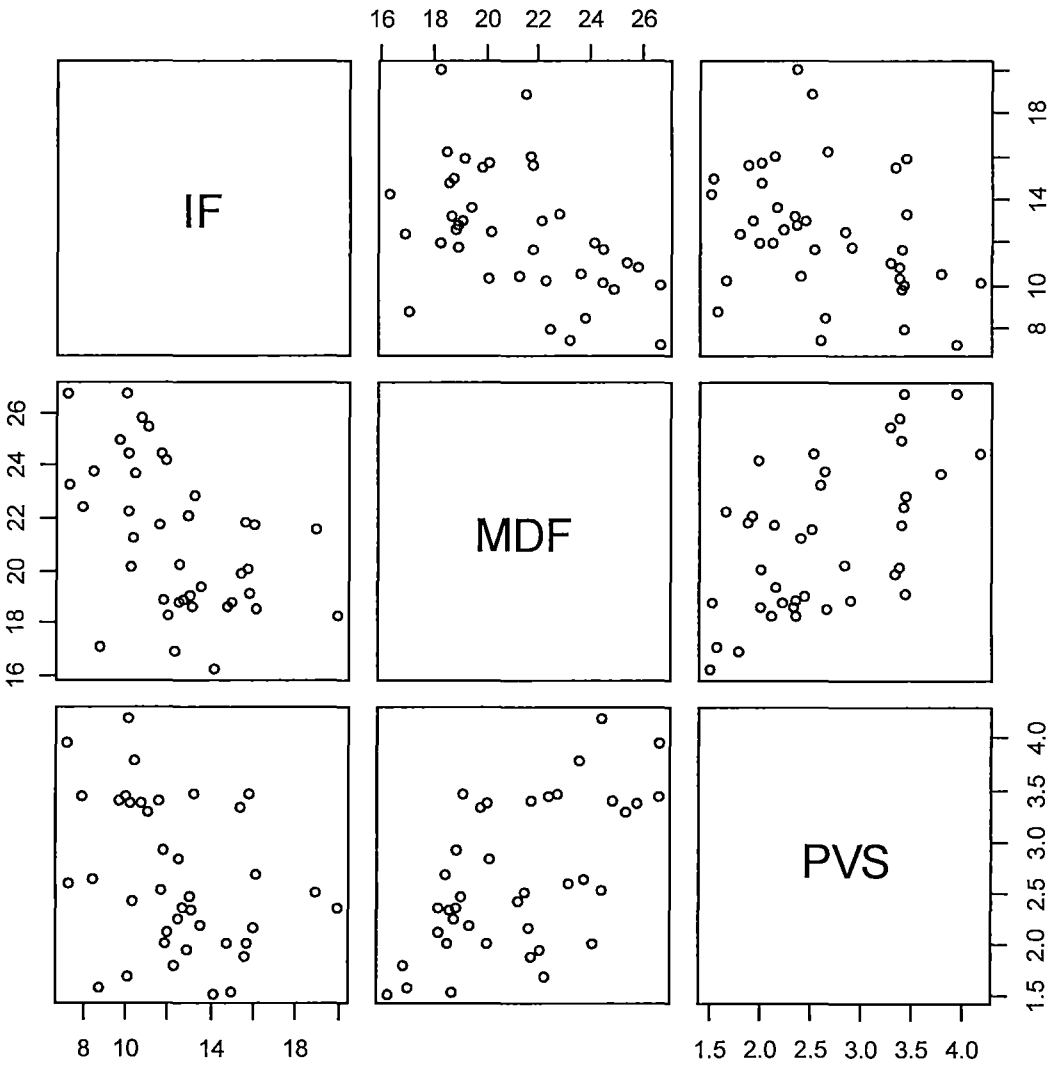


Tabla 14. Análisis de varianza del modelo de regresión lineal múltiple para alpacas hembra.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
MDF	1	183.940	183.940	586.827	<2E-16*
IF	1	0.050	0.050	0.160	0.692
Error	29	9.090	0.313		
Total	31	193.080			

*: La variable explica significativamente el modelo de regresión lineal múltiple (p<0.05).

Gráfico 5. Dispersión de las variables de estudio para para alpacas hembra.

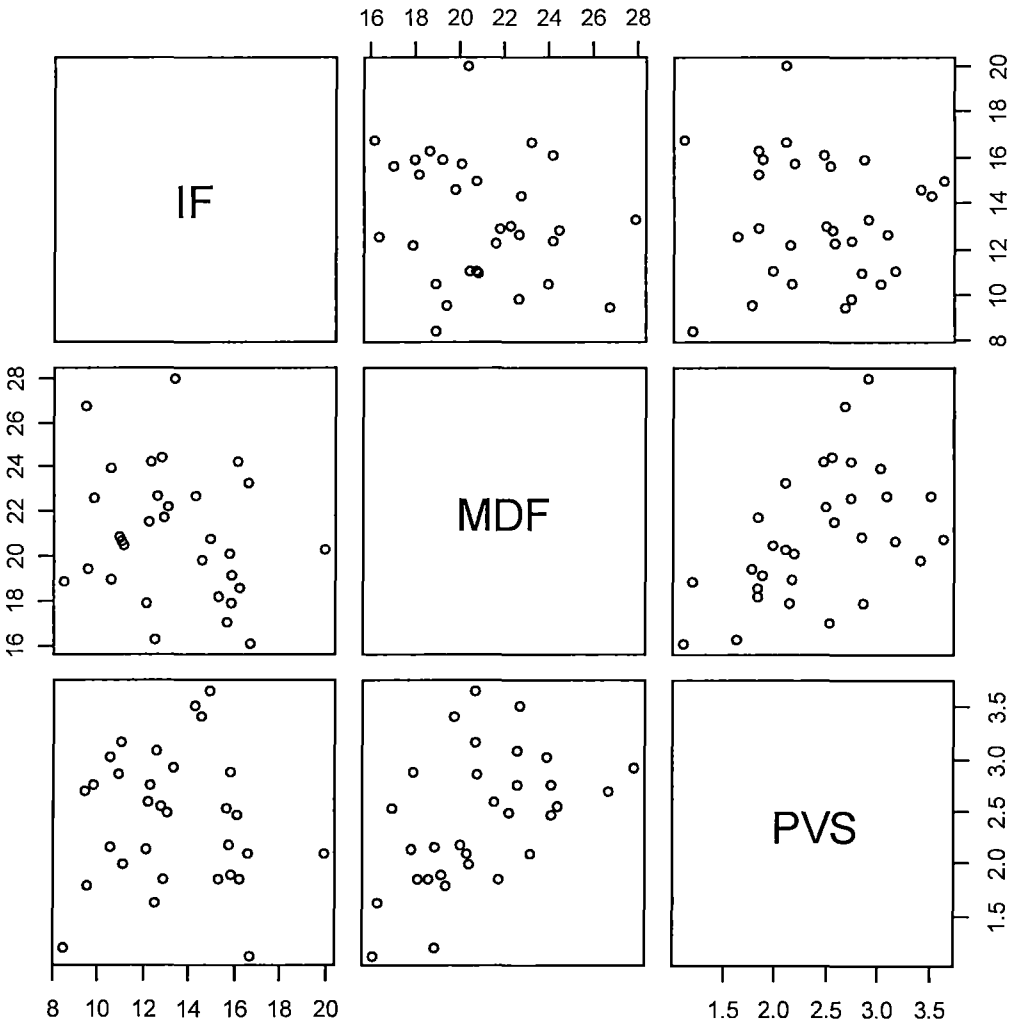


Tabla 15. Análisis de varianza del índice folicular.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
Edad	1	86.230	86.230	12.605	0.0017*
Sexo	1	14.100	14.100	2.061	0.1557
Edad : Sexo	1	10.190	10.190	1.490	0.2267
Error	66	451.500	6.841		
Total	69	562.020			

*: El factor influye significativamente sobre la variable (p<0.05).

Tabla 16. Análisis de varianza del peso de vellón sucio.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
Edad	1	20.021	20.021	112.305	0.0000*
Sexo	1	0.854	0.854	4.790	0.0322*
Edad : Sexo	1	0.283	0.283	1.587	0.2124
Error	66	11.766	0.178		
Total	69	32.924			

*: El factor influye significativamente sobre la variable (p<0.05).

Tabla 17. Análisis de varianza del diámetro de fibra.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
Edad	1	229.800	229.800	46.971	0.0000*
Sexo	1	1.270	1.270	0.260	0.6120
Edad : Sexo	1	0.460	0.460	0.094	0.7600
Error	66	322.900	4.892		
Total	69	554.430			

*: El factor influye significativamente sobre la variable (p<0.05).

c. Fotografías.

Foto 1. Obtención de biopsias.

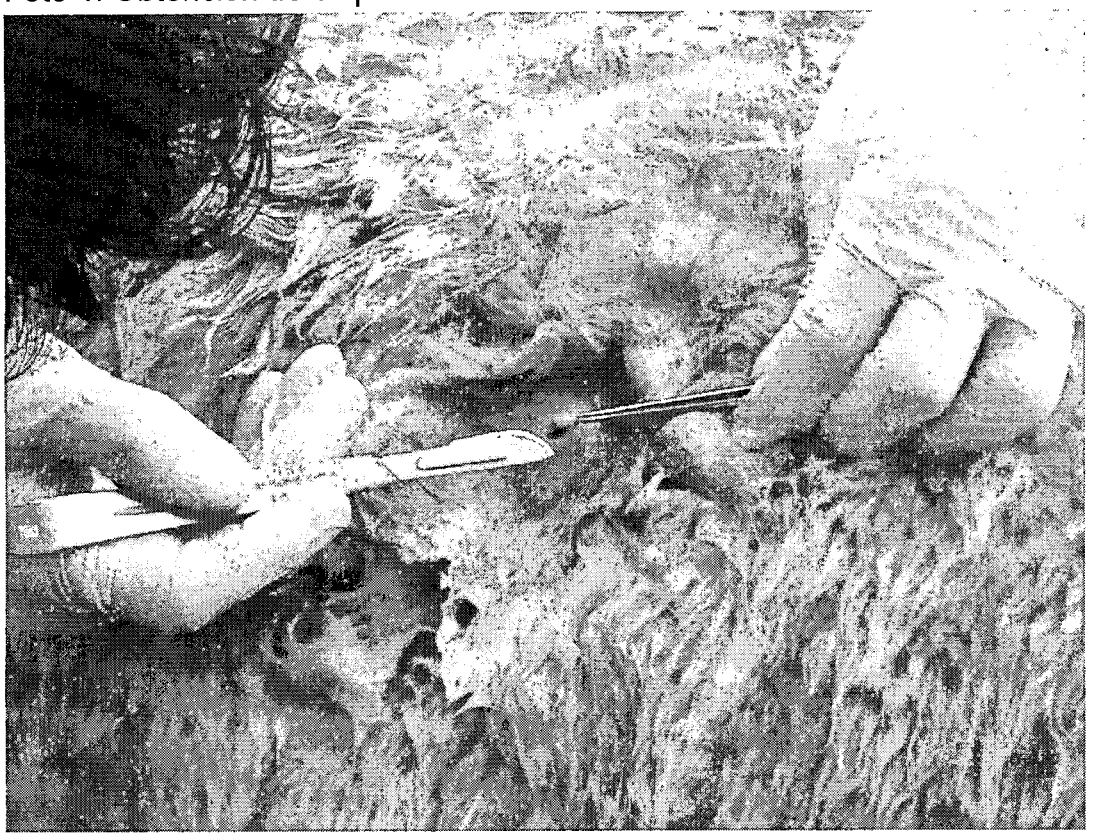


Foto 2. Puesta de las muestras en el STP 120 y programación.

Foto 3. Proceso de tinción de láminas.

Foto 4. Conteo de folículos con ayuda del software AxioVision.

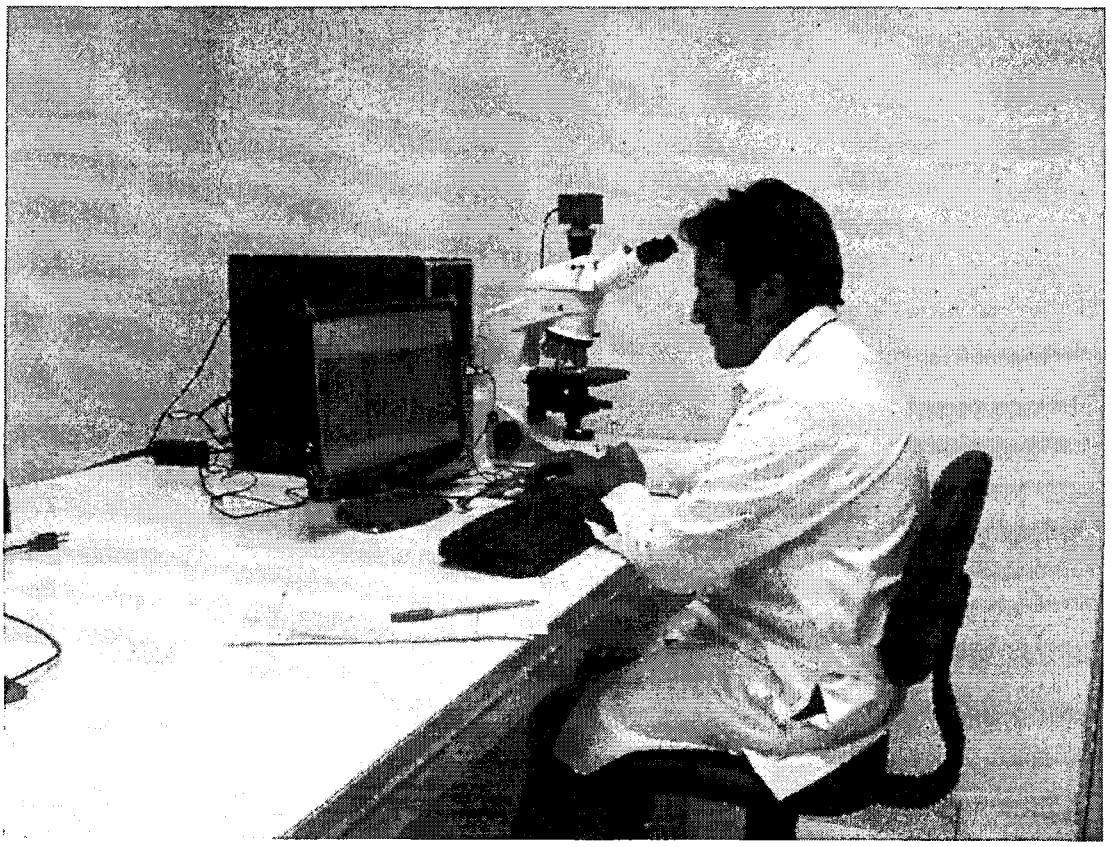
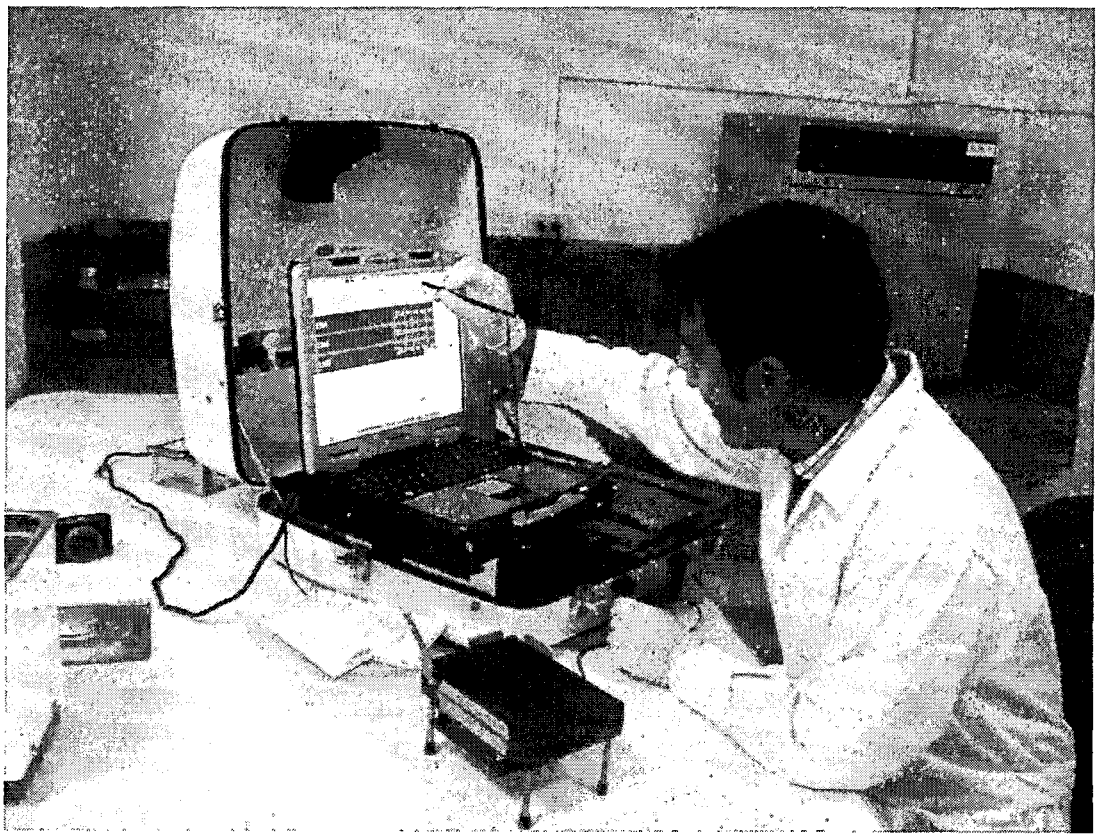


Foto 5. Obtención de muestras de fibra.

Foto 6. Análisis de la muestra de fibra con el OFDA 2000.



01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditórium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 11 días del mes de junio del año 2014, a horas 10:00 a.m, se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **Dr. Manuel CASTREJON VALDEZ (PRESIDENTE), M.Sc. Héctor Marcelo GUILLEN DOMINGUEZ (SECRETARIO), Ing. Paul Herber MAYHUA MENDOZA (VOCAL), Ing. Yola Victoria RAMOS ESPINOZA (ACCESITARIA)** designados con la Resolución de Consejo de Facultad N° 288-2013-FCI-UNH, de fecha 23 de agosto del 2013, y ratificados con la Resolución de Decano N° 061-2014-FCI-UNH de fecha 09 de junio del 2014, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "CORRELACIÓN ENTRE INDICE FOLICULAR, PESO DE VELLÓN Y DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACAS DE RAZA HUACAYA DE COLOR BLANCO", presentado por los Bachilleres **Ysai Paucar Sullca y Eloy Sedano De La Cruz,** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Zootecnista**; en presencia del **M.Sc. Rufino PAUCAR CHANCA**, Asesor y el **M.V.Z. René MOLLEAPAZA POMA,** como Co Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas..12:10 p.m..; se invitó al público presente y a los sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

YSAI PAUCAR SULLCA

APROBADO [X] POR....Mayoría..

DESAPROBADO [ ]

ELOY SEDANO DE LA CRUZ

APROBADO [X] POR....Mayoría..

DESAPROBADO [ ]

En conformidad a lo actuado firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

Vocal

Vº Bº Decano