

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA A MOLINA**

**ESCUELA DE POST GRADO**

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“PARÁMETROS FENOTÍPICOS Y GENÉTICOS DE  
ALPACAS HUACAYA EN CERRO DE PASCO”**

**Presentado por:**

**FRITZ CARLOS TRILLO ZÁRATE**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE**

**MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**Lima-Perú**

**2012**

## RESUMEN

El objetivo fue estimar parámetros fenotípicos y genéticos de las características productivas en alpacas Huacaya. Las variables estudiadas fueron el peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), peso de vellón a la primera esquila (PVL), longitud de mecha (LM), diámetro de fibra (DF), coeficiente de variación de diámetro de fibra (CVDF) y el factor de picazón (FP). El estudio se realizó en el núcleo multicomunal "ANDES PALCÁN" ubicado en el distrito de Huayllay, provincia de Pasco, departamento de Cerro de Pasco a una altitud de 4,400 msnm. Se utilizó datos de 207 crías nacidas el año 2008 para estimar los parámetros fenotípicos, componentes de variancia y covariancia. Los promedios y desviación estándar de las variables estudiadas fueron  $7.77 \pm 0.96$  kg,  $23.25 \pm 3.80$  kg,  $1.52 \pm 0.32$  kg,  $8.42 \pm 1.06$  cm,  $20.18 \pm 2$   $\mu$ ,  $20.89 \pm 2.51$  %,  $3.27 \pm 2.31$  %, para PN, PD, PVL, LM, DF, CVDF, y FP respectivamente. Las heredabilidades y su error estándar fueron  $17.82 \pm 10.01$ ,  $17.53 \pm 10.11$ ,  $24.21 \pm 13.43$ ,  $25.30 \pm 13.79$ ,  $67.61 \pm 34.10$ ,  $28.17 \pm 15.27$  y  $54.01 \pm 27.41$ , para PN, PD, PVL, LM, DF, CVDF, y FP, respectivamente. Las correlaciones fenotípicas fueron  $0.16 \pm 0.08$ , y  $0.17 \pm 0.09$  para peso de vellón a la primera esquila con diámetro de fibra, y diámetro de fibra con factor de picazón, respectivamente.

## ABSTRACT

The objective was to determine phenotypic and genetic parameters of productive traits Huacaya alpacas. The variables studied were birth weight (BW), weaning weight (WW), fleece weight at first shearing (FWFS), staple length (SL), fiber diameter (FD), coefficient of variation of FD (CVFD) and prickly factor (PF). The study was carried out in the nucleus breeding "ANDES PALCAN" located in the Huayllay district, Pasco province, Cerro de Pasco department at an altitude of 4,400 meters. Data came from 207 offspring born in 2008 were used to estimate phenotypic parameters, variance and covariance components. The average  $\pm$  standard deviation were  $7.77\pm 0.96$  kg,  $23.25\pm 3.80$  kg,  $1.52\pm 0.32$  kg,  $8.42\pm 1.06$  cm,  $20.18\pm 2$   $\mu$ ,  $20.89\pm 2.51$  %,  $3.27\pm 2.31$  %, for BW, WW, FWFS, SL, FD, CVFD, and PF, respectively. Heritability  $\pm$  error standard were  $17.82\pm 10.01$ ,  $17.53\pm 10.11$ ,  $24.21\pm 13.43$ ,  $25.30\pm 13.79$ ,  $67.61\pm 34.10$ ,  $28.17\pm 15.27$  y  $54.01\pm 27.41$ , for BW, WW, FWFS, SL, FD, CVFD, and PF, respectively. Phenotypic correlations were  $0.16\pm 0.08$  and  $0.17\pm 0.09$  for FWF Sand FD, and FD and PF, respectively.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 Parámetros productivos de alpacas.....	2
2.1.1 Peso de vellón a la primera esquila.....	2
2.1.2 Longitud de mecha.....	3
2.1.3 Diámetro de fibra.....	4
2.1.4 Coeficiente de variación de diámetro de fibra.....	5
2.1.5 Factor de picazón.....	6
2.1.6 Peso vivo al nacimiento.....	7
2.1.7 Peso vivo al destete.....	9
2.2 Parámetros genéticos.....	9
2.2.1 Heredabilidad.....	10
2.2.2 Repetibilidad.....	11
2.2.3 Correlaciones fenotípicas.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Área de estudio.....	14
3.2 Animales.....	14
3.3 Instalaciones.....	15
3.4 Metodología.....	16
3.4.1 Variables medidas.....	16
3.4.1.1 Mediciones de campo.....	16
3.4.1.2 Mediciones de laboratorio.....	17

## ÍNDICE

	Página
3.4.2 Análisis descriptivo de variables.....	17
3.4.3 Estimación de componentes de variancia.....	18
3.4.4 Estimación de parámetros genéticos.....	20
3.4.5 Estimación correlaciones fenotípicas.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1 Parámetros fenotípicos.....	22
4.1.1 Peso vivo al nacimiento.....	22
4.1.2 Peso al destete.....	23
4.1.3 Peso de vellón a la primera esquila.....	24
4.1.4 Longitud de mecha.....	25
3.1.5 Diámetro de fibra.....	26
4.1.6 Coeficiente de variación de diámetro de fibra.....	27
4.1.7 Factor de picazón.....	28
4.2 Componentes de variancia.....	28
4.2.1 Efecto fijo procedencia de la madre.....	29
4.2.2 Efecto fijo sexo.....	30
4.3 Heredabilidad.....	30
4.5 Correlaciones fenotípicas.....	32
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. RECOMENDACIONES.....	35
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	36
VIII. ANEXOS.....	42

## ÍNDICE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Peso al nacimiento.....	22
Cuadro 2: Peso al destete.....	23
Cuadro 3: Peso de vellón a la primera esquila.....	24
Cuadro 4: Longitud de mecha.....	26
Cuadro 5: Diámetro de fibra.....	26
Cuadro 6: Coeficiente de variación de diámetro de fibra.....	27
Cuadro 7: Factor de picazón.....	28
Cuadro 8. Componentes de variancia.....	29
Cuadro 9: Heredabilidades.....	30
Cuadro 10: Correlaciones fenotípicas.....	32

## ÍNDICE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Peso de vellón y diámetro de fibra .....	33
Gráfico 2. Factor de picazón y diámetro de fibra .....	33

## ÍNDICE ANEXOS

	Página
ANEXO 1. Base de datos.....	43
ANEXO 2. Efectos fijos en peso al nacimiento.....	49
ANEXO 3. Efectos fijos en peso al destete.....	49
ANEXO 4. Efectos fijos en peso de vellón a la primera esquila.....	49
ANEXO 5. Efectos fijos en longitud de mecha.....	49
ANEXO 6. Efectos fijos en diámetro de fibra.....	49
ANEXO 7. Efectos fijos en coeficiente de variación de diametro de fibra.....	50
ANEXO 8. Efectos fijos en factor de picazón.....	50
ANEXO 9. Efecto padre en peso al nacimiento.....	50
ANEXO 10. Efecto padre en peso al destete.....	50
ANEXO 11. Efecto padre en peso de vellón.....	50
ANEXO 12. Efecto padre en longitud de mecha.....	51
ANEXO 13. Efecto padre en diámetro de fibra.....	51
ANEXO 14. Efecto padre en coeficiente de variación de diametro de fibra.....	51
ANEXO 15. Efecto padre en factor de picazón.....	51

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta con la mayor población de alpacas a nivel mundial, estimándose una población de 3041,598 cabezas (MINAG, 2008). El principal producto de la crianza de alpacas es la fibra, considerada una fibra de origen animal especial por su poco volumen de producción a nivel mundial, su suavidad y longitud (Calle, 1982). El precio de la fibra es determinado principalmente por su finura, por lo tanto es importante mejorar genéticamente las alpacas en función a las características deseadas por el mercado.

La evaluación genética consiste en identificar las alpacas hembras y machos que tienen mayor mérito genético predicho para las características del objetivo de mejora, y estos a su vez serán utilizados como padres de la siguiente generación (Gutiérrez, 2011). Para la estima del merito genético se tiene en cuenta los parámetros genéticos (heredabilidad, correlaciones genotípicas y fenotípicas), que determinan la contribución genética relativa y la influencia ambiental con las variancias y covariancias de características cuantitativas (Falconer y Mackay, 1996).

Para la estimación de parámetros fenotípicos y genéticos se requiere de información suficiente de las características que se van a medir en el animal. Sin embargo esta información es escaza e inexistente en las poblaciones de alpacas en Cerro de Pasco.

En consecuencia, el propósito de este trabajo fue estimar parámetros fenotípicos y genéticos para las características de peso vivo al nacimiento, peso vivo al destete, peso de vellón a la primera esquila, diámetro de fibra, longitud de mecha, coeficiente de variación de diámetro de fibra y factor de picazón de las crías núcleo multicomunal "ANDES PALCÁN".

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Parámetros productivos de alpacas**

Los parámetros productivos son características que generan un beneficio para los criadores. En las alpacas se considera parámetros productivos de importancia económica, al peso de vellón y peso vivo; sin embargo hoy en día otras características como diámetro de fibra, coeficiente de variación de diámetro de fibra y factor de picazón están tomando mayor importancia económica.

#### **2.1.1 Peso de vellón a la primera esquila**

El peso de vellón se define como el peso del conjunto de fibras que cubren al animal y se obtienen después de la esquila; su cantidad está correlacionada con la densidad folicular, que varía según la raza, sexo, edad y tipo de manejo del animal (Bustinza, 2001). El peso de vellón propiamente dicho es medido al desbragado, y el peso de vellón limpio se estima después de realizar el rendimiento al lavado del vellón en el laboratorio (Aliaga, 1989).

Bustinza (2001), menciona un peso de vellón a la primera esquila (9 meses de edad) de 1.15 kg, el cual aumenta aceleradamente con la edad hasta alcanzar un promedio de 2.15 kg anual, por lo que recomienda realizar las correcciones por edad en las evaluaciones genéticas. El referido autor reporta para las condiciones de Puno un rango de 0.90 a 2 kg por año, con un coeficiente de variación que va de 15 a 25 %; también evaluó pesos de vellón teniendo en consideración la crianza y fechas de nacimiento obteniendo un rango de 1 a 1.80 kg anual con un coeficiente de variación de 15 a 30 %. León-Velarde y Guerrero

(2001), realizaron una simulación y evaluación del crecimiento del vellón en alpacas de Puno, y reportaron un peso de vellón promedio de  $1.95 \pm 0.42$  kg a la primera esquila.

Palacios (2010), en el fundo Mallkini encuentra un promedio del peso de vellón a la primera esquila de  $1.85 \pm 0.49$  kg, el efecto de la interacción entre la campaña de nacimiento y el sexo, y el efecto simple de la clase a la que pertenecen los padres fueron estadísticamente significativos para el peso de vellón. Apomayta (1996), encuentra un peso de vellón a la primera esquila promedio de 1.17 y 1.73 kg en animales de 12 y 17 meses de edad, respectivamente; en el mismo estudio encuentra diferencias entre hembras y machos, esquilados a los 12 meses de edad siendo el peso de vellón 1.15 kg para hembras y 1.19 kg para machos; mientras que para los 17 meses registró 1.73 kg para ambos sexos, encontrando además que a esta edad el peso de vellón es más variable.

Moreno (2005), señala que la producción de fibra varía de acuerdo a los niveles tecnológicos de explotación, señalando que aun nivel medio se debe de obtener 1.26 y 1.22 kg de fibra en tuís machos y hembras respectivamente. Calcina (2007), evalúa el peso de vellón a la primera esquila en tuís, reportando  $1.49 \pm 0.27$  kg en machos y  $1.47 \pm 0.29$  kg en hembras.

### **2.1.2 Longitud de mecha**

La longitud de mecha es el largo de un conjunto de fibras (mecha) tomadas del costillar medio en la esquila; este factor determina a cual sección de la industria será destinada la fibra, ya sea al peinado o cardado (Aliaga, 1989).

Apomayta (1996), en la SAIS Pachacútec reporta una longitud de mecha de 11.71 cm en tuís de un año de edad; en relación al efecto del sexo no se encuentran diferencias significativas, sin embargo el coeficiente de variación fue mayor en las hembras. Marín

(2007), reporta la longitud de mecha en tuís de primera esquila de 12.75 y 12.38 cm para machos y hembras respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre sexos.

Haytara (2007), en Puno reporta una longitud de mecha de 11.56 y 11.31 cm en tuís machos y hembras respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre sexos. Siguyro (2009), reporta la longitud de mecha de 10.44 y 10.22 cm en tuís machos y hembras respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre sexos.

Candio (2010), encuentra en el rebaño de tuís una longitud de mecha promedio de  $9.52 \pm 1.03$  cm, siendo en hembras de  $10.29 \pm 0.83$  cm y en machos de  $8.75 \pm 1.22$  cm, en la unidad de producción de Corpacancha; y una longitud de mecha promedio de  $10.76 \pm 0.75$  cm, siendo en hembras de  $10.75 \pm 0.77$  cm y en machos de  $10.77 \pm 0.73$  cm de la unidad de producción de Cuyo, ambas de la SAIS Pachacútec.

### **2.1.3 Diámetro de fibra**

Es un parámetro de uso tecnológico para la manufactura textil. En él influyen la edad, sexo, raza, nutrición, regiones corporales, stress, clima, época del año, época de empadre, época de esquila, sanidad y otros factores que influyen en su variación; la determinación del diámetro de fibra se realiza en forma práctica y rápida por medios visuales y al tacto, o usando equipo analítico de laboratorio tales como el microproyector (lanámetro) y/o laser scan (Bustinza, 2001).

Haytara (2007), en Puno reportó un diámetro de fibra promedio de  $17.65 \mu$  en tuís, no encontrando diferencias significativas entre sexos. Palacios (2010), en el fundo Mallkini de Puno reporta un diámetro de fibra de  $18.05$  y  $18.32 \mu$  en tuís hembras y machos respectivamente, no hallando diferencias significativas entre sexos; siendo el promedio para la población tuís de  $18.74 \pm 1.87 \mu$  de diámetro de fibra.

Siguayro (2009), reporta un diámetro de fibra promedio de 17.86  $\mu$  en tuís machos y 18.23  $\mu$  en hembras, no encontrando diferencias significativas. Apomayta (1996), en la SAIS Pachacútec reporta un diámetro de fibra promedio de 22.93  $\mu$  en tuís de un año de edad, respecto al efecto del sexo no se observaron diferencias significativas.

Candio (2010), en tuís de la unidad de producción Corpacancha encuentra un diámetro de fibra promedio de 18.27 $\pm$ 1.14  $\mu$ , siendo en machos 18.71 $\pm$ 1.71  $\mu$  y en hembras 17.82 $\pm$ 0.99  $\mu$ ; y en la unidad de producción Cuyo el promedio de 18.39 $\pm$ 1.02  $\mu$ , siendo en machos 18.87 $\pm$ 1.06  $\mu$  y en hembras 17.91 $\pm$ 0.96  $\mu$ ; estas unidades de producción pertenecen a la SAIS Pachacútec.

Ayala (1999), en relación al efecto de la edad reporta un diámetro de fibra promedio de 22.16 y 24.47  $\mu$  en tuís de uno y dos años respectivamente, no encontrando diferencias significativas. Marín (2007), reporta en tuís a la primera esquila un diámetro de fibra promedio de 21.62 y 22.28  $\mu$  en machos y hembras respectivamente, no encontrado diferencias significativas.

#### **2.1.4 Coeficiente de variación de diámetro de fibra**

El coeficiente de variación de diámetro de fibra es utilizado como medida de la uniformidad de finura en el vellón de alpacas, siendo un carácter deseado para la industria textil (Aliaga, 1989).

Ayala (1999), en la SAIS Pachacútec reporta un coeficiente de variación de diámetro de fibra de 25.70 y 26.90 % en tuís de uno y dos años de edad respectivamente, encontrando diferencias significativas. Haytara (2007), obtuvo un coeficiente de variación de diámetro de fibra promedio de 21.39 % en tuís, no encontrando diferencias significativas entre sexos en la región de Puno.

Palacios (2010), en el fundo Mallkini de Puno reporta en tuís de primera esquila un coeficiente de variación de diámetro de fibra de 25.01 % al evaluar campañas de nacimiento del año 2005 al año 2008. Quispe y col. (2007), al evaluar diversas unidades productivas en comunidades de la región Huancavelica, reportaron un coeficiente de variación de diámetro de fibra de 23.12, 22.56, 22.51 y 22.41 %, en animales de dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena respectivamente; en cuanto al efecto de la edad por el grado de dentición no se encuentran diferencias significativas, y respecto al efecto del sexo no se encuentran diferencias significativas entre hembras y machos.

McGregor y Bulter (2004), reportaron en Australia un coeficiente de variación de diámetro de fibra de 24.33 % con un rango de 15 a 36.70 % en alpacas de un año de edad; en relación al efecto del sexo el coeficiente de variación de diámetro de fibra fue 25.31 % en machos y 25.35 % en hembras, no encontrando diferencias significativas. Candio (2010), en tuís de plantel de la unidad de producción Corpacancha encuentra un coeficiente de variación de diámetro de fibra promedio de  $19.93 \pm 2.40$  %, siendo en machos  $19.93 \pm 2.18$  %, y en hembras  $19.92 \pm 2.62$  %; y en la unidad de producción Cuyo el promedio de  $20.33 \pm 2.04$  %, siendo en machos  $20.90 \pm 1.86$  %, y en hembras  $19.75 \pm 2.22$  %; las unidades de producción son de la SAIS Pachacútec.

### **2.1.5 Factor de picazón**

El factor de picazón se define como el porcentaje de fibras mayores a  $30 \mu$  dentro de cada muestra de fibra por animal. Esta característica de la fibra está asociada a la sensación de picazón que produce sobre la piel el uso de prendas textiles elaboradas con un alto porcentaje de fibras mayores a  $30 \mu$ . La sensación de picazón puede variar según el tipo de tejido y proceso textil, sin embargo si el porcentaje de fibras mayores a  $30 \mu$  no superan el

5 % del total, el confort a nivel de piel es aceptable para la mayoría de usuarios de textiles de lana (Mueller, 2006).

Ayala (1999), en estudio realizado en la SAIS Pachacútec reporta un factor picazón de 9.23 y 19.50 % en tuís de uno y dos años de edad para la zona del costillar medio. Haytara (2007), reporta el factor picazón de 1.41 % con un rango de 0.20 a 11.30 % en tuís de rebaños de Puno.

Quispe y col. (2007), en Huancavelica reportaron el factor picazón de 4.66, 6.20, 8.97 y 9.75 %, para alpacas de dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena respectivamente; en cuanto al efecto de la edad se encuentran diferencias significativas entre los grupos y respecto al efecto del sexo no se observaron diferencias significativas. Palacios (2010), encuentra un factor confort de  $97.57 \pm 2.42$  % en alpacas adultas de la localidad de Puno, siendo entonces el factor de picazón 3.43 %.

Candio (2010), en tuís de plantel encuentra un factor de picazón promedio de  $0.98 \pm 0.81$  %, siendo en machos  $1.24 \pm 1.14$  %, y en hembras  $0.72 \pm 0.47$  % en la unidad de producción Corpacancha; y un promedio de  $1.18 \pm 0.66$  %, siendo en machos  $1.45 \pm 0.72$  %, y en hembras  $0.90 \pm 0.59$  % en la unidad de producción Cuyo; estas unidades pertenecen a la SAIS Pachacútec.

#### **2.1.6 Peso vivo al nacimiento**

Característica de fácil medición influenciada por el peso al nacimiento y peso al empadre de la madre, repercutiendo en el peso al destete, la primera esquila y la saca (Bustinza, 2001).

Flores y col. (1993), encuentran dentro de las labores realizadas durante la parición se debe de registrar el peso vivo al nacimiento, dando como referencia 7 kg. Ávila y Rojas (1979), citado por Bustinza (1991) encuentran un peso al nacimiento promedio de 7 kg.

Pumayalla (1981), encuentra un promedio de 9 kg de peso vivo al nacimiento. Calcina (2007), reporta un promedio de peso al nacimiento de  $7.94 \pm 1.16$  kg para machos y  $7.96 \pm 1.23$  kg para hembras respectivamente, ninguno de los autores encuentra diferencia significativa por efecto del sexo; sin embargo, se ha encontrado diferencias en peso al nacimiento por de la alimentación y tipo de pastizal.

Aliaga (1989), registra un promedio de peso al nacimiento en condiciones de pastos naturales y pastos cultivados, siendo estos 7.53 kg y 9.10 kg respectivamente. Maquera (1996), registró un promedio de peso al nacimiento de  $8.89 \pm 0.01$  kg en condiciones de puna húmeda.

Mamani (2005), registra un promedio de peso al nacimiento de 6.01 kg con un coeficiente de variación de 16.80 % en puna seca. Florez (1989), registró un promedio de peso al nacimiento de 7.40 kg en praderas naturales.

Flórez y col. (1986), encuentran bajo condiciones de pradera y pastura cultivada en una empresa asociativa de la sierra central del Perú, en crías de hembras empadradas al año y a los dos años de edad alcanzaron un promedio de peso al nacimiento de 7.20 y 7.50 kg, respectivamente. Palacios (2010), en el Fundo Mallkini reporta un promedio del peso al nacimiento de  $6.99 \pm 1.08$  kg; no se encuentra diferencia estadística por efecto del sexo, pero si para la interacción entre la campaña y la clase.

### **2.1.7 Peso vivo al destete**

El destete es una actividad que consiste en separar a las madres de sus crías, y se recomienda realizar entre los 7 y 8 meses de edad; en el Perú el destete se realiza entre los meses de julio a setiembre (Calle, 1982). La toma del peso durante esta faena se realiza con el fin de poder evaluar tanto a la cría como a la madre (Flores y col. 1993).

Solís (1997), reporta como rango de pesos vivos al destete de 20 a 38 kg. Aliaga (1989), registró como promedio de peso vivo al destete de tuís 31.78 kg. Calcina (2007), registró un peso al destete de 30.56 kg.

Maquera (1996), registra pesos al destete de  $32.55 \pm 4.81$  kg en condiciones de puna húmeda. Mamani (2005), hizo lo propio en condiciones de puna seca encontrando pesos al destete de 24.05 y 24.70 kg para machos y hembras respectivamente, en ambos casos no se encuentra diferencia significativa ( $p > 0.01$ ) por efecto del sexo.

Palacios (2010), reporta que el destete en el Fundo Mallkini se realiza a una edad promedio de 200 días de edad, siendo el promedio de peso al destete ajustado a 210 días de edad de  $22.68 \pm 4.22$  kg con un coeficiente de variación de 14.15 %, tanto el peso al destete y ganancia de peso son corregidos a 210 días de edad, encontrando efectos estadísticamente significativos de las interacciones campaña, clase y entre clase-sexo.

## **2.2 Parámetros genéticos**

Los parámetros genéticos importantes en el desarrollo de programas de mejora genética son la heredabilidad, correlaciones fenotípicas y genotípicas. La estimación de estos parámetros nos permite predecir el merito genético de un carácter o varios caracteres

mediante el desarrollo de índices de selección, mejorando la evaluación genética de los reproductores.

### **2.2.1 Heredabilidad**

La heredabilidad se expresa como la porción de la variancia total que es atribuida a los efectos génicos medios, determinando de esta forma el grado de parecido entre parientes (Cardellino, 1987).

Bustinza (2001) y Gutiérrez (2011), coinciden en que hay escasos estudios relacionados a heredabilidad en poblaciones de alpacas en el Perú. Se han reportado valores relativamente bajos de heredabilidad en cuanto longitud de mecha a la primera esquila de 0.30; así mismo valores medios de heredabilidad para peso al nacimiento de 0.33; y valores relativamente altos de heredabilidad en peso vivo al destete de 0.35, peso vivo a la primera esquila de 0.40 y peso de vellón a la primera esquila de 0.45. León-Velarde y Guerrero (2001), estimaron índices de heredabilidad para las siguientes características de la fibra de alpaca: peso de vellón de 0.38, longitud de mecha de 0.31 y diámetro de fibra de 0.18 en estudios realizados con 2,148 animales en la región Puno.

Mamani (1995), estima valores de heredabilidad para peso vivo de  $0.62 \pm 0.48$ , para peso de vellón de  $0.38 \pm 0.34$  y para longitud de mecha de  $0.43 \pm 0.39$ . Raunelli y Coronado (2006), estiman valores de heredabilidad para de peso de vellón de 0.21 y una heredabilidad familiar de 0.43, para diámetro de fibra la heredabilidad de 0.53 y una heredabilidad familiar de 0.51, y para longitud de fibra la heredabilidad de 0.31 y una heredabilidad familiar de 0.35; el autor no menciona los errores estándar de las heredabilidades.

Gutiérrez y col. (2009), en la granja Pacamarca S.A. encuentran valores de heredabilidad para diámetro de fibra de  $0.41 \pm 0.02$ , coeficiente de variación de  $0.32 \pm 0.01$ ,

peso de vellón sucio de  $0.10 \pm 0.02$  y en longitud de mecha de  $0.07 \pm 0.01$ . Cervantes y col. (2009), encuentran valores de heredabilidad para diámetro de fibra de 0.43, coeficiente de variación de 0.37 y factor de picazón de 0.31, el autor no menciona errores estándar de la heredabilidades.

Ponzoni y col. (1999), en alpacas criadas en Australia encuentran valores de heredabilidad para peso vivo para la primera esquila de  $0.56 \pm 0.34$ , en peso de vellón a la primera esquila es  $0.83 \pm 0.35$ , en diámetro de fibra  $0.67 \pm 0.30$ . Wuliji y col. (2000), en Nueva Zelanda encuentran una heredabilidad para peso al nacimiento de  $0.63 \pm 0.16$ , peso al destete de  $0.41 \pm 0.47$ , peso de vellón sucio en varias esquilas de  $0.63 \pm 0.22$  y en diámetro de fibra a varias esquilas  $0.73 \pm 0.19$ .

### **2.2.2 Repetibilidad**

La repetibilidades la correlación entre medidas repetidas del mismo carácter, ya sea peso vivo o peso de vellón, en épocas diferentes de la vida del animal (Cardellino, 1987).

Bustinza (2001), dice que existe ausencia de estudios, pero en trabajos excepcionales se presentan valores de repetibilidad que se refieren en forma resumida, como son: peso vivo al nacimiento de 0.42, peso vivo al destete de 0.36, peso vivo de 0.37, peso de vellón de 0.50 y longitud de mecha de 0.52; estos valores están dentro de los calificativos que se dan a otras especies en la categoría de medianos y altos, como tal son buenos ya que son indicadores de la aditividad de los genes y por lo tanto la selección a edades tempranas puede efectuarse siendo efectiva y eficiente; el autor no menciona la desviación estándar de la repetibilidad. Gutiérrez y col. (2009), en la granja Pacamarca S.A. encuentran una repetibilidad para diámetro de fibra de  $0.17 \pm 0.01$ , coeficiente de variación de  $0.26 \pm 0.01$ , peso de vellón sucio de  $0.22 \pm 0.02$  y en longitud de mecha de  $0.02 \pm 0.01$ .

### 2.2.3 Correlaciones fenotípicas

La correlación fenotípica mide el grado de asociación entre dos características medidas en un animal (Cardellino, 1987).

Bustinza (2001), comenta que hay pocas referencias sobre estos trabajos, pero de acuerdo a la significancia de algunos trabajos, reporta valores de correlaciones fenotípicas que son para la raza Huacaya: 0.26 entre peso vivo al nacimiento con sobre vivencia, 0.40 entre peso vivo al nacimiento con peso vivo al destete, 0.85 entre diámetro de fibra con longitud de fibra, 0.29 entre peso vivo con peso de vellón, 0.11 entre peso vivo con longitud de mecha y 0.35 entre peso de vellón con longitud de mecha. León-Velarde y Guerrero (2001), indican que la fibra se vende por peso de vellón, por lo tanto se encuentran las siguientes correlaciones fenotípicas: -0.16 entre peso de vellón con longitud de mecha y 0.40 entre peso de vellón con diámetro de fibra; a su vez encuentra una correlación fenotípica de -0.20 de diámetro de fibra con longitud de mecha.

Raunelli y Coronado (2006), en dos poblaciones distintas de alpacas, encuentran las siguientes correlaciones fenotípicas: peso de vellón con diámetro de fibra de 0.35 y 0.47 en la población 1 (Huaycot) y la población 2 (Cajamarca) respectivamente, peso de vellón con longitud de mecha de 0.71 y 0.50 en la población 1 y la población 2 respectivamente y diámetro de fibra con longitud de mecha de 0.64 y 0.05 en la población 1 y la población 2 respectivamente. Frank y Molina (1991), estimando características físicas del vellón, obtuvieron las siguientes correlaciones fenotípicas: 0.43 de peso vellón con longitud de mecha, -0.02 de peso vellón con diámetro de fibra; -0.43 de longitud de mecha con diámetro de fibra.

Gutiérrez y col. (2009), encuentran correlaciones fenotípicas significativas de diámetro de fibra con peso de vellón sucio de  $0.62 \pm 0.05$ , coeficiente de variación de diámetro de fibra con peso de vellón sucio de  $0.42 \pm 0.05$ , coeficiente de variación de diámetro de fibra con longitud de mecha de  $0.55 \pm 0.15$  y peso de vellón sucio con longitud de mecha de  $0.92 \pm 0.06$ , en la granja Pacamarca S.A.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudio

El presente estudio se desarrolló en el núcleo multicomunal de alpacas “ANDES PALCÁN” del Centro de Investigación y Capacitación Campesina (CICCA), ubicado en la unidad de producción Huaca Huacanan de la comunidad campesina de Palcán, distrito de Huayllay, provincia de Pasco, departamento de Cerro de Pasco, a una longitud oeste 76° 11’, latitud sur 11° 22’ con una altitud aproximada de 4,400 msnm.

El área geográfica comprende la región Puna de la sierra central con temperaturas que oscilan entre los -15 y 8 °C. En los pastizales se observó la predominancia de gramíneas anuales y perennes, cuya distribución y grado de asociación estuvo condicionada por la fisiografía y naturaleza del suelo; la asociación más frecuente estuvo constituida por *Festuca dolichophylla*, *Mhulebergia ligularis*, *Bromus uniloides*, *Agrostis breviculmis*, *Poa candamoana* y *Calamagrostis vicunarum*, en zonas más elevadas se observa la presencia de *Stipa ichu* especie perenne y de crecimiento alto, entre otras especies anuales se encuentran *Hordeum muticum*, *Poa annua* y *Mhulebergia peruviana*.

#### 3.2 Animales

El núcleo de alpacas estuvo constituido por 10 machos y 305 hembras adultas de la raza Huacaya de vellón de color blanco. La procedencia de los machos son: 6 de la Rural Alianza (Puno), 2 de cooperativa Huayllay (Cerro de Pasco) y 3 de la SAIS Pachacútec (Junín); y la procedencia de las hembras son de 22 organizaciones comunales siendo estas:

12 de la comunidad campesina de Ucrucancha, 12 de la comunidad campesina de Cochamarca, 12 de la comunidad campesina de Santa Bárbara de Carhuacayan, 12 de la comunidad campesina de Vicco, 12 de la comunidad campesina de Villa de Pasco, 20 de la cooperativa de Yurahuanca, 12 de la comunidad campesina de Yurahuanca, 12 de la comunidad campesina de Tambopampa, 12 de la cooperativa agraria de trabajadores de Yanamate, 12 de la comunidad campesina de Colquijirca, 12 de la comunidad campesina de Huayllay, 12 de la cooperativa de Huayllay, 12 de la empresa comunal de Marcapomacocha, 50 de la empresa comunal de Palcán, 12 de la cooperativa de Racco, 9 de la comunidad campesina de Chinche Tingo, 10 de la comunidad campesina de Sanjo, 24 de la asociación de productores de Lauricocha, 6 de la comunidad campesina de Yanacocha, 12 de la comunidad campesina de Oyón, 12 de la cooperativa de trabajadores de Pucayacu y 5 de la comunidad campesina de Tagtayoc.

Estos animales fueron seleccionados de los rebaños alpaqueros de las comunidades mencionadas, siendo evaluados visualmente en la selección de su rebaño. La progenie estudiada nació el año 2008, siendo un total de 207 crías nacidas en esta campaña; cada padre tuvo en promedio 20 crías con un máximo de 25 y un mínimo de 14.

El núcleo fue formado por el proyecto “Desarrollo Agropecuario Sostenible de la Sierra” ejecutado por el Centro de Investigación y Capacitación Campesina (CICCA) bajo el auspicio del Grupo Minero del Centro.

### **3.3 Instalaciones**

Las Instalaciones con que cuenta el núcleo multicomunal son 500 has de pasto natural cercado en cuatro potreros, diez corrales de monta controlada para 300 hembras, una

playa de esquila con capacidad para cinco alpacas, un cobertizo para 500 alpacas, una oficina para administración, un almacén, manga de manejo y dos corrales de encierro.

### **3.4 Metodología**

La metodología utilizada en el presente estudio es de carácter descriptivo (deductivo) transversal, estimando parámetros fenotípicos y genéticos circunscritos al núcleo multicomunal “ANDES PALCÁN” de la población de tuís nacidos el 2008.

#### **3.4.1 Variables medidas**

Las variables medidas en el campo fueron: peso al nacimiento, peso al destete, peso de vellón a la primera esquila y longitud de mecha; mientras que después del análisis de laboratorio las variables evaluadas fueron: diámetro de fibra, coeficiente de variación de diámetro de fibra y factor de picazón.

##### **3.4.1.1 Mediciones de campo**

Al nacimiento se tomó el peso vivo con un dinamómetro de 30 kg con un error de 50 g colocado en un trípode, la sujeción del animal se hizo con un yute de 1.5 x 1.0 m colocado por el pecho y vientre de la cría.

Al destete se tomó el peso vivo al destete se tomó con un dinamómetro de 30 kg con un error de 50 g colocado en un trípode, la sujeción del animal se hizo con una soguilla de nylon de 4 m dispuesta en doble asa que sujeto al tuís por el pecho y la ingle, quedando quieto al ser suspendido.

A la primera esquila 10 días después del destete, se tomó el peso de vellón y longitud de mecha, con una balanza digital de 10 g de error y una regla de 30 cm; para esto se dispuso

de tickets donde se escribió el arete u otra identificación o seña en particular colocado en cada casilla de esquila; la medición de la mecha se realizó en el costillar medio, luego se cogió una muestra de 50 g en promedio, en seguida se cogió todo el vellón y se pesó; la muestra de fibra con el ticket se colocó en una bolsa de polietileno; dicha muestra se trasladó al laboratorio del Programa de Ovinos y Camélidos Sudamericanos (POCA) de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

#### **3.4.1.2 Mediciones de laboratorio**

En el análisis, primero se procedió al lavado de las muestras en el leviatán donde se preparó 4 lavaderos con 40 litros de agua cada uno a 50 °C, en el primero es de agua para sacar impurezas, el segundo es 75 g de detergente para impurezas impregnadas fuertemente, el tercero es de 25 ml jabón líquido para proporcionar suavidad y favorecer un mejor enjuague y el cuarto es para el enjuague definitivo.

Las muestras se secaron en un horno de 75-100 °C, luego se colocó en una cámara donde la temperatura y humedad se controlan a 20 °C y 70 % respectivamente, luego se procedió al cardado manual; y luego con una guillotina se tomó una muestra de ½ pulgada de fibra colocándola en una placa petri cerrada, con una pinza la muestra se colocó en el sirolan laserscan en solución de alcohol isopropílico a 18 % de normalidad, procediéndose a la lectura de 1,000 fibras efectivas para luego imprimir el resultado; se purga y se continua con la siguiente muestra.

#### **3.4.2 Análisis descriptivo de variables**

Utilizando el procedimiento PROC UNIVARIATE implementado en el software SAS 9.1 se hizo un análisis descriptivo total y por sexos donde se estimó el promedio, la desviación estándar y coeficiente de variación de todas las características medidas.

### 3.4.3 Estimación de componentes de variancia

Utilizando el procedimiento PROC MIXED implementado en el software SAS 9.1 se estimó componentes de variancia por máxima verosimilitud restringida (REML). Teniendo como efecto aleatorio al padre y como efectos fijos al sexo y procedencia de la madre, se desarrolló el modelo mixto I con el que se evaluó peso vivo al nacimiento, y el modelo mixto II donde se ajustó con covariable edad al peso vivo al destete, peso del vellón a la primera esquila, longitud de mecha, diámetro de fibra, coeficiente de variación de diámetro de fibra y factor de picazón.

El modelo mixto I:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \chi_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Peso al nacimiento.

$\mu$  = Media poblacional del carácter para la cría.

$\alpha_i$  = Efecto de la procedencia de la i-ésima madre.

$\beta_j$  = Efecto del sexo del j-ésima cría.

$\chi_k$  = Efecto aditivo del k-ésimo padre.

$\varepsilon_{ijk}$  =Residual.

Modelo mixto II:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta(x - \bar{x})_j + \chi_k + \phi_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:

$Y_{ijkl}$  = Peso al destete, peso de vellón a la primera esquila, longitud de mecha  
diámetro de fibra, coeficiente de variación de diámetro de fibra y factor de  
picazón.

$\mu$  = Media poblacional del carácter para la cría.

$\alpha_i$  = Efecto de la procedencia de la i-ésima madre.

$\beta(x-x)_j$  = Efecto de la covariable edad de la j-ésima cría.

$\chi_k$  = Efecto del sexo del k-ésima cría.

$\phi_l$  = Efecto aditivo del l-ésimo padre.

$\varepsilon_{ijkl}$  = Residual.

Tanto para coeficiente de variación de diámetro de fibra y factor de picazón ( $y$ ) para que los datos cumplan con el supuesto de normalidad se usó la transformación (Steel y Torrie, 1990):

$$y' = \cos^{-1} \sqrt{y}$$

Para la estima de los componentes de variancia se utilizó las siguientes formulas propuestas (Falconer y Mackay, 1996):

$$V_A = 4\sigma_s^2$$

$$V_E = \sigma_w^2$$

Donde

$V_A$  = variancia aditiva.

$V_E$  = Variancia Ambiental.

$\sigma_s^2$  = Variancia aditiva de carácter en los padres.

$\sigma_w^2$  = Variancia residual debida a factores ambientales.

#### 3.4.4 Estimación de parámetros genéticos

Haciendo uso de los componentes de variancia por hermanos medios de padre (Cardellino, 1987), se estimó el parámetro genético de heredabilidad utilizando la siguiente fórmula:

$$h_s^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_w^2}$$

Dónde:

$h_s^2$  = Heredabilidad del carácter.

$\sigma_s^2$  = Variancia aditiva de carácter en los padres.

$\sigma_w^2$  = Variancia del residual debida a factores ambientales.

Para la estima del error estándar de la heredabilidad se utilizó la metodología propuesta por Schaeffer (2004).

### 3.4.5 Estimación correlaciones fenotípicas

Utilizando los componentes de variancia y covariancia fenotípicos de peso de vellón a la primera esquila, diámetro de fibra y factor de picazón, se estimó las correlaciones fenotípicas usando la siguiente fórmula:

$$r_P = \frac{\text{cov}_{XY}}{\sqrt{\sigma_X^2 * \sigma_Y^2}}$$

Dónde:

$\text{cov}_{XY}$  = Covariancia fenotípica entre caracteres XY.

$\sigma_X^2$  = Variancia fenotípica del carácter X.

$\sigma_Y^2$  = Variancia fenotípica del carácter Y.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Parámetros fenotípicos

Los parámetros fenotípicos estimados fueron obtenidos al nacimiento y al destete, la información para las diferentes características difiere en cantidad de observaciones debido a mortalidad y la identificación del animal.

#### 4.1.1 Peso vivo al nacimiento

Se analizó registros de parición de 207 alpacas madres donde se encuentra un peso al nacimiento (PN) de  $7.77 \pm 0.96$  kg con un coeficiente de variación de 12.36 %, mientras que en las 108 crías machos el promedio fue  $7.84 \pm 1.03$  kg con un coeficiente de variación de 13.14 %, y en cuanto en las 99 crías hembras el promedio fue  $7.70 \pm 0.88$  kg con un coeficiente de variación de 11.43 %; los valores se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Peso al nacimiento

Variable	N	Promedio (kg)	Desviación estándar (kg)	Coefficiente de variación (%)
Machos	108	7.84	1.03	13.14
Hembras	99	7.70	0.88	11.43
Total	207	7.77	0.96	12.36

El peso al nacimiento está influenciado principalmente por la madre y condición del pastizal donde se crían los rebaños. Los promedios de pesos al nacimiento reportados por Flores y col. (1993), Ávila y Rojas (1979) citado por Bustinza (1991), Mamani (2005), Flórez y col. (1986), Florez (1989) y Palacios (2010), son menores al encontrado, ya que

estos rebaños pertenecen a la sierra sur del país donde los pastizales son en su mayoría de condición pobre afectando tanto a la madre como a la cría.

En praderas cultivadas Pumayalla (1981), Maquera (1996) y Aliaga (1989), reportan promedios de peso al nacimiento superior al encontrado, observando que al mejorar el medio ambiente la productividad de la alpaca aumenta significativamente.

En cuanto al coeficiente de variación de peso al nacimiento, Mamani (2005) encuentra un mayor resultado lo que indica que la población que evaluó es más variable respecto al peso al nacimiento, en tanto que el coeficiente de variación de peso al nacimiento es mayor en machos que en hembras indicando que el peso al nacimiento es más variable en machos.

#### 4.1.2 Peso al destete

Se evaluó registros de destete de 190 crías de alpaca a  $237.67 \pm 21.31$  días, donde el peso al destete (PD) promedio fue  $23.25 \pm 3.80$  kg con un coeficiente de variación de 16.34 %, siendo en los 93 machos el promedio fue  $23.70 \pm 3.72$  kg con un coeficiente de variación de 15.72 %, en tanto que en las 97 hembras el promedio fue  $22.90 \pm 3.87$  kg con un coeficiente de variación de 16.96 %; los valores se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Peso al destete

Variable	N	Promedio (kg)	Desviación estándar (kg)	Coefficiente de variación (%)
Machos	93	23.67	3.72	15.72
Hembras	97	22.82	3.87	16.96
Total	190	23.25	3.80	16.34

El peso al destete es influenciado principalmente por la edad al destete, la madre y condición del pastizal, por lo que Aliaga (1989), Calcina (2007), Maquera (1996), Mamani (2005) y Solís (1997), mencionan promedios de peso al destete superiores al encontrado, ya que estos animales fueron destetados a mayor edad.

Palacios (2010), estableciendo un destete ajustado a los 210 días reporta un peso vivo promedio menor al encontrado a los 237 días en el núcleo multicomunal “ANDES PALCÁN”, estableciendo que a mayor promedio de edad al destete mayor es el peso vivo obtenido.

Palacios (2010), reporta un coeficiente de variación de peso al destete menor al encontrado lo que indica que la población que evaluó es menos variable para esta característica, en tanto que el coeficiente de variación de peso al destete en machos es menor que en hembras.

#### 4.1.3 Peso de vellón a la primera esquila

Se evaluó el registro de la primera esquila de 190 crías de alpaca a la edad al destete, de donde se halló un peso de vellón (PV) promedio de  $1.52 \pm 0.32$  kg con un coeficiente de variación de 21.05 %, en tanto los 93 machos el promedio fue  $1.55 \pm 0.30$  kg con un coeficiente de variación de 19.35 %, y en las 97 hembras el promedio fue  $1.49 \pm 0.33$  kg con un coeficiente de variación de 22.15 %; los valores se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Peso de vellón a la primera esquila

Variable	N	Promedio (kg)	Desviación estándar (kg)	Coeficiente de variación (%)
Machos	93	1.55	0.30	19.35
Hembras	97	1.49	0.33	22.15
Total	190	1.52	0.32	21.05

La primera esquila se realiza al año de edad como es el caso de León-Velarde y Guerrero (2001), Navarro (1992), Apomayta (1996) y Palacios (2010), donde la edad promedio a la primera esquila fue 409 días, estos promedios de peso de vellón son superiores al encontrado en el núcleo multicomunal “ANDES PALCÁN”, porque la primera esquila se realizó al destete a la edad aproximada de 8 meses.

La condición del pastizal tiene influencia en el peso de vellón como es el caso de Moreno (2005) y Bustinza (2001), reporta promedios menores a los encontrados ya que estos evaluaron rebaños de la sierra sur del País. Calcina (2007), encuentra promedios similares al núcleo multicomunal “ANDES PALCÁN” tanto en machos como en hembras, debido a la población que evaluó está ubicado en la sierra central.

Bustinza (2001), reporta un rango de coeficiente de variación de peso de vellón a la primera esquila donde se encuentra el núcleo multicomunal “ANDES PALCÁN”, en tanto que el coeficiente de variación de peso de vellón a la primera esquila es mayor en hembras que en machos.

#### **4.1.4 Longitud de mecha**

De los 190 registros de la primera esquila se obtuvo la longitud de mecha (LM) promedio de  $8.42 \pm 1.06$  cm con un coeficiente de variación de 12.59 %, mientras que en los 93 machos el promedio fue  $8.46 \pm 1.14$  cm con un coeficiente de variación de 13.48 %, y en las 97 hembras el promedio fue  $8.38 \pm 0.97$  cm con un coeficiente de variación de 11.58 %; los valores se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Longitud de mecha

Variable	N	Promedio (cm)	Desviación estándar (cm)	Coefficiente de variación (%)
Machos	93	8.46	1.14	13.48
Hembras	97	8.38	0.97	11.58
Total	190	8.42	1.06	12.59

El crecimiento de la fibra a la primera esquila está determinado por la edad a la que se realiza esta faena y la condición de los pastizales, por lo que Apomayta (1996), Marín (2007), Haytara (2007), Siguyro (2009) y Candio (2010), reportan promedios superiores al encontrado, ya que la primera esquila se realiza generalmente al año de edad.

El coeficiente de variación de la longitud de mecha es menor en hembras que en machos lo que indica que la variabilidad en machos es mayor.

#### 4.1.5 Diámetro de fibra

Al análisis de 189 muestras de fibra de alpaca, el diámetro de fibra (DF) promedio fue  $20.18 \pm 2 \mu$ , en tanto que los 92 machos el promedio fue  $20.10 \pm 1.87 \mu$ , y en las 97 hembras el promedio fue  $20.26 \pm 2.12 \mu$ ; los valores se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Diámetro de fibra

Variable	N	Promedio ( $\mu$ )	Desviación estándar ( $\mu$ )
Machos	92	20.10	1.87
Hembras	97	20.26	2.12
Total	189	20.18	2

La clase de los animales evaluados influencia en el diámetro de fibra obtenido en otras investigaciones, por lo que los promedios de diámetro de fibra encontrados por Solís

(1997), Ayala (1999), Apomayta (1996) y Marín (2007), deben de ser de planteles en formación o majadas ya que son mayores al encontrado en el presente estudio.

Bustinza (2001), Haytara (2007), Siguayro (2009), Palacios (2010) y Candio (2010), encuentran promedios de diámetro de fibra menores al encontrado, siendo buenos planteles; pero debemos tener en consideración la condición del pastizal donde los rebaños son criados, ya que se pueden encontrar menor diámetro por escasa alimentación (finura de hambre).

#### 4.1.6 Coeficiente de variación de diámetro de fibra

En el análisis de 189 muestras de fibra de alpaca, el coeficiente de variación de diámetro de fibra (CVDF) promedio fue  $20.89 \pm 2.51$  %, en los 92 machos es promedio encontrado fue  $20.69 \pm 2.61$  %, en tanto que en las 97 hembras el promedio fue  $21.09 \pm 2.41$  %; los valores se muestran en Cuadro 6.

Cuadro 6: Coeficiente de variación de diámetro de fibra

Variable	N	Promedio (%)	Desviación estándar (%)
Machos	92	20.69	2.61
Hembras	97	21.09	2.41
Total	189	20.89	2.51

El coeficiente de variación esta correlacionado con la uniformidad, por lo que en rebaños bien seleccionados como los mencionados por Candio (2010), en la SAIS Pachacútec el coeficiente de variación es menor al encontrado; en tanto que Ayala (1999), Haytara (2007), Palacios (2010), Quispe y col. (2007) y McGregor (2004), mencionan promedios de coeficiente de variación superiores al encontrado, indicando la uniformidad en los vellones de estos rebaños es baja.

#### 4.1.7 Factor de picazón

En el análisis de 189 muestras de fibra de alpaca el factor de picazón (FP) fue un promedio de  $3.27 \pm 2.31$  %, en tanto que en los 92 machos el promedio fue  $3.34 \pm 2.34$  %, y para las 97 hembras el promedio fue  $3.20 \pm 2.28$ %; los valores se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 7: Factor de picazón

Variable	N	Promedio (%)	Desviación estándar (%)
Machos	92	3.34	2.34
Hembras	97	3.20	2.28
Población	189	3.27	2.31

El factor de picazón esta correlacionado con el coeficiente de variación por lo tanto en los rebaños evaluados por Haytara (2007), Palacios (2010) y Candio (2010) se encuentran promedios menores al encontrado; en tanto en los rebaños evaluados por Ayala (1999) y Quispe y col. (2007) los promedios son mayores al encontrado.

#### 4.2 Componentes de variancia

Los modelos I y II propuestos en la metodología, fueron utilizados para la estimación de los componentes de variancia fenotípica, la variancia de los padres y la variancia residual.

El Cuadro 8 muestra las variancias aditivas, residuales y fenotípicas estimadas para las características evaluadas, dichas variancias son estadísticamente significativas al análisis estadístico.

Cuadro 8. Componentes de variancia

Característica	Variancia aditiva		Variancia residual		Variancia fenotípica	
	Valor	ES	Valor	ES	Valor	ES
Peso al nacimiento (kg <sup>2</sup> )	0.01	7.93*10 <sup>-6</sup>	0.02	3.19*10 <sup>-6</sup>	0.03	2.73*10 <sup>-12</sup>
Peso al destete (kg <sup>2</sup> )	0.13	5.53*10 <sup>-3</sup>	0.64	2.22*10 <sup>-3</sup>	0.74	1.29*10 <sup>-6</sup>
Peso de vellón (kg <sup>2</sup> )	2.41*10 <sup>-3</sup>	1.77*10 <sup>-6</sup>	8.15*10 <sup>-3</sup>	5.91*10 <sup>-7</sup>	9.96*10 <sup>-3</sup>	6.18*10 <sup>-14</sup>
Longitud de mecha (cm <sup>2</sup> )	0.01	5.61*10 <sup>-5</sup>	0.04	1.84*10 <sup>-5</sup>	0.05	5.83*10 <sup>-11</sup>
Diámetro de fibra (μ <sup>2</sup> )	0.16	6.50*10 <sup>-3</sup>	0.12	1.69*10 <sup>-3</sup>	0.24	2.21*10 <sup>-7</sup>
Coefficiente de variación de diámetro fibra (% <sup>2</sup> )	4.24*10 <sup>-4</sup>	5.20*10 <sup>-8</sup>	1.19*10 <sup>-3</sup>	1.64*10 <sup>-8</sup>	1.51*10 <sup>-3</sup>	4.03*10 <sup>-17</sup>
Factor de picazón (% <sup>2</sup> )	2.*96*10 <sup>-3</sup>	2.21*10 <sup>-6</sup>	3.27*10 <sup>-3</sup>	5.91*10 <sup>-7</sup>	5.49*10 <sup>-3</sup>	3.02*10 <sup>-14</sup>

ES = Error estándar.

#### 4.2.1 Efecto fijo procedencia de la madre

En el efecto fijo de la procedencia de la madre tiene significancia estadística para peso al nacimiento, peso al destete, peso de vellón a la primera esquila, longitud de mecha, diámetro de fibra, coeficiente de variación de diámetro de fibra y factor de picazón; por tanto la procedencia de la madre afecta a las características evaluadas.

La procedencia de la madre enmascara la edad de la madre, clase de la madre, condición corporal de la madre y efectos maternos que afectan a las características

evaluadas, ya que estas fueron tomadas al destete; por lo tanto su consideración en el modelo propuesto fue importante para hacer una mejor estima de componentes de variancia y covariancia genéticos.

#### 4.2.2 Efecto fijo sexo

El efecto fijo sexo tiene significancia estadística en características que son afectadas por el crecimiento corporal como en el peso al destete, peso de vellón a la primera esquila y longitud de mecha; en tanto que para el peso al nacimiento el efecto fijo sexo no tiene significancia estadística, ya que este es influenciado principalmente por efectos maternos en la gestación (Mueller, 2006).

En características de la fibra como diámetro de fibra, coeficiente de variación de diámetro de fibra y factor de picazón el sexo no tiene significancia estadística, ya que estas características están influenciadas por los padres (Mueller, 2006).

#### 4.3 Heredabilidad

Las heredabilidades encontradas en el rebaño fueron: peso vivo al nacimiento  $17.82 \pm 10.01$ , peso vivo al destete  $17.53 \pm 10.11$ , peso de vellón a la primera esquila  $24.21 \pm 13.43$ , longitud de mecha  $25.30 \pm 13.79$ , diámetro de fibra  $67.61 \pm 34.10$ , coeficiente de variación de diámetro de fibra  $28.17 \pm 15.27$  y factor de Picazón es  $54.01 \pm 27.41$  (Cuadro 9).

Cuadro 9: Valores de heredabilidad (%)

Características	Heredabilidad	Error estándar
Peso al nacimiento	17.82	10.01
Peso al destete	17.53	10.11
Peso de vellón a la primera esquila	24.21	13.43
Longitud de mecha	25.30	13.79
Diámetro de fibra	67.61	34.10
Coeficiente de variación de diámetro de fibra	28.17	15.27
Factor de picazón	54.01	27.41

Bustinza (2001), Raunelli y Coronado (2006), Wuliji y col. (2000), Mamani (1995) y León-Velarde y Guerrero (2001), obtienen una heredabilidad de peso al nacimiento y peso al destete a mayor al estimado en el núcleo multicomunal "ANDES PALCÁN"; debido a condiciones ambientales de los lugares donde realizaron los estudios.

Bustinza (2001), Gutiérrez (2011), León-Velarde y Guerrero (2001), Mamani (1995), Ponzoni y col. (1999) y Wuliji y col. (2000), encuentran heredabilidades para peso de vellón superiores a la encontrada, en tanto que Raunelli y Coronado (2006) y Gutiérrez y col. (2009), encuentran heredabilidades menores a la encontrada; debido a edad del animal a la esquila y la condición ambiental.

La heredabilidad para longitud de mecha a la primera esquila mencionada por Bustinza (2001), León-Velarde y Guerrero (2001), Mamani (1995) y Gutiérrez y col. (2009), por encima de lo encontrado, debido a efectos ambientales y la edad del animal a la esquila.

La heredabilidad de diámetro de fibra está influenciada por la campaña de esquila del rebaño, en poblaciones de mayor edad el componente ambiental tiene más influencia, como es el caso de León-Velarde y Guerrero (2001), Raunelli y Coronado (2006), Gutiérrez y col. (2009) y Cervantes y col. (2009), que mencionan heredabilidades menores a la encontrada; debido a que los animales fueron evaluados a la primera esquila, lo que influye en la finura.

Gutiérrez y col. (2009) y Cervantes y col. (2009) obtienen una heredabilidad para coeficiente de variación de diámetro de fibra mayor a la estimada. Cervantes y col. (2009) obtienen una heredabilidad menor a la estimada para factor de picazón; el coeficiente de variación de diámetro de fibra tiene una heredabilidad baja en relación a factor de picazón, debido a la composición de fibras de las mechas evaluadas.

#### 4.4 Correlaciones fenotípicas

Las correlaciones fenotípicas estimadas fueron: peso de vellón a la primera esquila con diámetro de fibra de 0.16 significativa estadísticamente, indicando que al disminuir el diámetro de fibra disminuimos el peso de vellón; peso de vellón a la primera esquila con factor de picazón -0.0001 no significativa estadísticamente, considerándose la esta correlación fenotípica cero; y la correlación de diámetro de fibra con factor de picazón 0.17 significativa estadísticamente, indicando que al disminuir el diámetro de fibra también disminuimos el factor de picazón (Cuadro 10).

Cuadro 10: Correlaciones fenotípicas

	DF	FP
PV	0.16±0.08(*)	-0.0001(NS)
DF		0.17±0.09(*)

León-Velarde y Guerrero (2001), Raunelli y Coronado (2006) y Gutiérrez y col. (2009), encuentran correlaciones superiores a las estimadas para peso de vellón y diámetro de fibra, debido a la cantidad de la población favorece a una mejor estima de la covariancia.

Frank y Molina (1991), encuentra una correlación negativa de peso de vellón y diámetro de fibra, debido al comportamiento negativo de las covariancias.

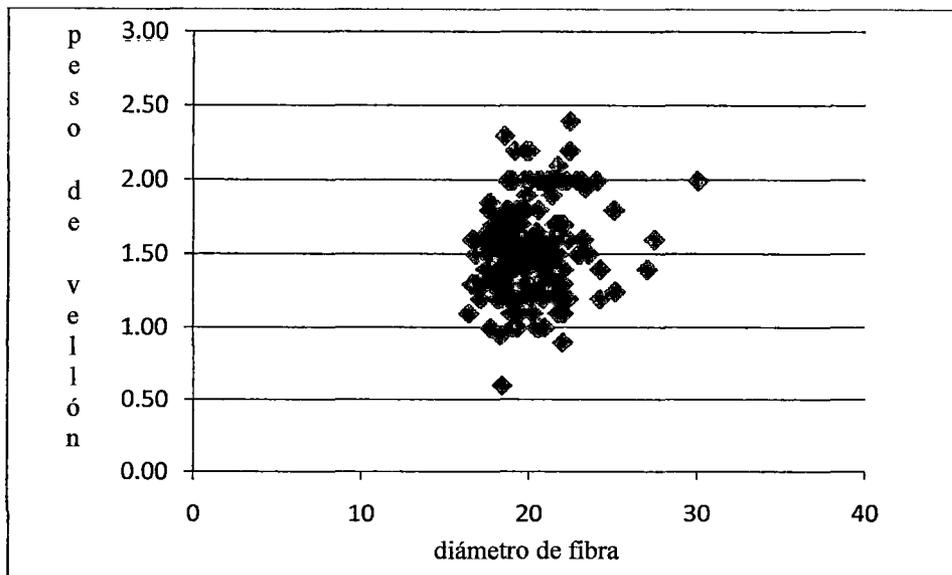


Gráfico 1. Peso de vellón y diámetro de fibra

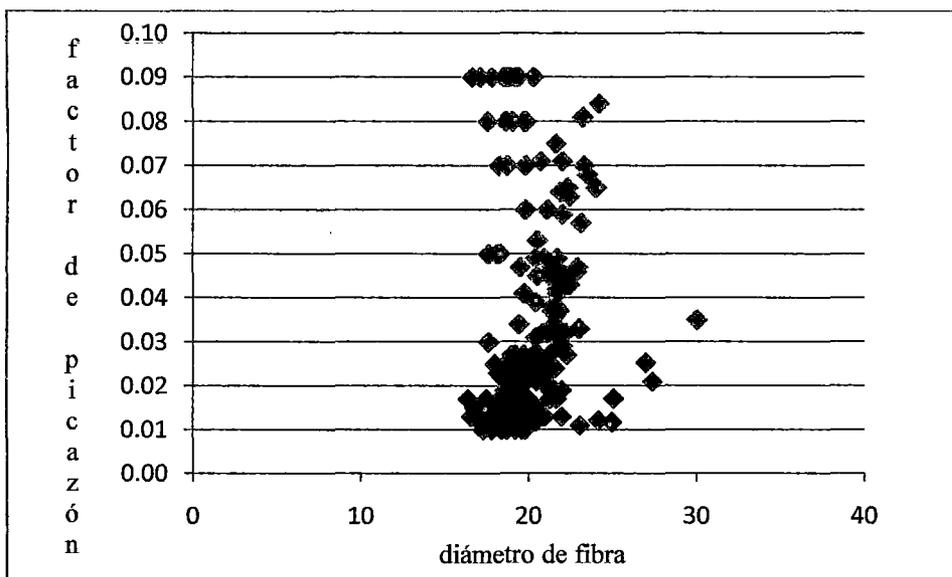


Gráfico 2. Factor de picazón y diámetro de fibra

## V. CONCLUSIONES

Del presente estudio se llega a las siguientes conclusiones:

1. El peso vivo al nacimiento, peso al destete de, peso de vellón a la primera esquila, longitud de mecha, diámetro de fibra, coeficiente de variación de diámetro de fibra y factor de picazón, están dentro del rango de los parámetros establecidos por otros autores en otras poblaciones y campañas de esquila; siendo la variabilidad de estas características baja, a excepción de factor de picazón donde la variabilidad es alta, mostrando una selección aceptable de animales a la formación del núcleo multicomunal "ANDES PALCÁN".
2. Las heredabilidades de peso al nacimiento, el peso al destete, peso de vellón a la primera esquila, longitud de mecha y coeficiente de variación de diámetro de fibra son de bajo a moderado; en cuanto a la heredabilidad diámetro de fibra y factor de picazón son moderados a altos; estas heredabilidades son esperadas para un sistema de crianza extensivo de alpacas en la Sierra Central.
3. Las correlaciones fenotípicas de peso de vellón a la primera esquila con diámetro de fibra es positiva indicando que a mayor peso de vellón el diámetro de fibra se incrementa, y para factor de picazón con diámetro de fibra la correlación es positiva indicando que a menor diámetro menor factor de picazón.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Para mejorar las características de peso vivo al nacimiento, peso al destete y peso de vellón a la primera esquila es necesario mejorar primero el medio ambiente (manejo y alimentación), ya que sus bajas heredabilidades indican que están fuertemente influenciados por el componente ambiental.
2. El diámetro de fibra y factor de picazón son influenciados fuertemente por el componente genético, como muestran sus heredabilidades altas, por tanto la mejora de estas características se puede hacer por selección.
3. En la selección simultanea de diámetro de fibra y peso de vellón a la primera esquila se debe tener en cuenta la correlación fenotípica positiva ya que generaría una selección inversa para alguna de estas características.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

4. ALIAGA, J. 1989. Introducción a la crianza de alpacas en el Perú. Facultad de zootecnia. Departamento de Producción Animal. UNALM. Lima, Perú. 95 p.
5. AMPUERO, E. 1979. Algunas variables que inciden en la producción de fibra de alpacas macho. Tesis para optar el título de Mv Zootecnista. UNSAAC. Cusco, Perú. p. 5-70.
6. APOMAYTA, Z. 1996. Evaluación de las características tecnológicas y productivas de la fibra en Alpacas Huacaya esquiladas a 12 y 17 meses de edad. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima, Perú. p. 90-98.
7. AYALA, J. 1999. Variabilidad del diámetro de fibra en alpacas Huacaya usando los métodos de microproyección y análisis óptico del diámetro de fibra – OFDA. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima, Perú. p. 85-87.
8. BUSTINZA, V. 2001. La Alpaca, Conocimiento de un Gran Potencial Andino. UNA Puno, Perú. 187 p.
9. BUSTINZA, V. 1991. La Alpaca. Edición Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 120 p.
10. CANDIO, J. 2010. Caracterización de la estructura poblacional y variación fenotípica de alpacas en plantel de reproductores de la SAIS Pachacútec-Junín. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima, Perú. p. 12-19.
11. CALLE, R. 1982. Producción y Mejoramiento de la Alpaca. Fondo del libro. Banco Agrario del Perú. Lima, Perú. 75 p.

19. FRANK, E. y M., MOLINA. 1991. Valores medios, desvíos regresiones y correlaciones fenotípicas en características físicas del vellón de camélidos sudamericanos domésticos. En resúmenes de la VII Convención Internacional de Especialistas en Camélidos Sudamericanos. (Jujuy, Argentina, 1991). p. 24-28.
20. GUTIÉRREZ, G. 2011. Valores estimados de los parámetros genéticos en poblaciones de alpacas. En: Producción y tecnología en camélidos sudamericanos. Universidad Nacional de Huancavelica. p. 241-249.
21. GUTIÉRREZ, J.; F., GOYACHE; A. BURGOS y I., CERVANTES.2009. Genetic analysis of six production traits in Peruvian alpacas. *Livestock Science* 123:193-197.
22. HAYTARA, J. 2007. Evaluación de parámetros tecnológicos de la fibra de alpaca mediante método de laserscan y microproyección. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Animal. UNALM. Lima, Perú. p. 10-25.
23. LEÓN-VELARDE, C. y J., GUERRERO.2001. Improving quantity and quality of alpaca fiber; using a simulation model for breeding strategies. (En línea). Puno, Perú.
24. MAQUERA, L. 1996. Estimación de algunos parámetros genéticos y fenotípicos en alpacas de raza Huacaya. Tesis para optar el título de Mv Zootecnista. UNA. Puno, Perú. p. 25-28.
25. MAMANI, G. D. 2005. Estimación de repetibilidad y correlación fenotípica para peso vivo al nacimiento, destete y al año de edad en alpacas Huacaya de color en el CIP Quimsachata- Puno. Tesis para optar el título de Mv Zootecnista. UNA. Puno, Perú. p. 23-32.
26. MAMANI, G. 1995. Parámetros genéticos de peso vivo y peso de vellón en alpacas Huacaya de la puna húmeda de Puno. En Resúmenes XVIII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. (Lambayeque, Perú, 1995). p. 25-28.

27. MARÍN, E. 2007. Efecto del sexo sobre características tecnológicas y productivas de fibra de Alpacas tuís Huacaya para su uso en la industria textil. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Animal. UNALM. Lima, Perú. p. 113-123.
28. MCGREGOR, B. y K., BUTLER.2004. Source of variation in fiber diameter attributes of Australian alpacas y implications for fleece evaluation and animal selection. Australian Journal of Agricultural research 55. p. 433-442.
29. MINISTERIO DE NACIONAL DE AGRICULTURA. (MINAG) 2008. Sector pecuario en el Perú. (En línea). Lima, Perú. Disponible en <http://www.minag.gob.pe>. Consultado 02 enero de 2008.
30. MORENO, A. 2005. Evaluación técnica económica de la producción animal. UNALM. Lima, Perú. 90 p.
31. MUELLER, J. 2006. Estrategias para el mejoramiento de camélidos sudamericanos. (En línea). Bariloche, Argentina. INTA. Disponible en <http://www.bariloche.inta.gov.ar>. Consultado 20 abril de 2008.
32. PALACIOS, M. 2010. Evaluación técnica productiva del núcleo de alpacas Huacaya del fundo Mallkini Azangaro – Puno. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima, Perú. p. 22-39.
33. PUMAYALLA, A. 1981. Crianza de ovinos y alpacas. Dirección de capacitación del CENCIRA. Lima, Perú. 80 p.

## **VIII. ANEXOS**

ANEXO 1. Base de datos

Nro	Procedencia	Padre	Sexo	Edad (días)	Peso al nacimiento (kg)	Peso al destete (kg)	Peso de vellón (kg)	Longitud de mecha (cm)	Diámetro de fibra ( $\mu$ )	Coefficiente de variación (%)	Factor de picazón (%)
1	R	5	M	233	8.5	21.5	1.20	7.6	18.2	3.8	0.209
2	PL	1	M	.	10.0	.	.	.	.	.	.
3	CA	1	H	189	8.5	20.0	1.60	6.0	18.9	3.8	0.201
4	CA	1	M	.	7.4	.	.	.	.	.	.
5	CA	1	M	230	8.5	23.5	1.40	7.2	18.9	3.5	0.185
6	CA	3	H	249	7.5	28.0	1.80	7.5	20.5	3.7	0.180
7	CA	6	H	225	7.5	21.5	1.40	7.5	18.6	4.2	0.226
8	CA	2	H	251	7.5	15.0	1.10	7.2	16.4	4.2	0.256
9	CA	2	M	234	9.5	26.5	1.65	8.0	17.5	4.4	0.251
10	CA	5	H	251	7.5	28.0	0.90	8.0	22.0	5.5	0.250
11	CA	4	H	230	8.0	23.5	1.50	7.9	19.9	4.4	0.221
12	CH	6	H	232	7.5	22.5	1.00	8.7	20.9	3.7	0.177
13	CH	4	M	188	7.0	19.5	1.20	6.7	18.9	3.8	0.201
14	CH	9	H	234	6.5	20.0	1.50	10.0	23.5	5.4	0.230
15	CH	7	M	252	6.5	17.5	1.20	9.2	18.7	3.5	0.187
16	CH	10	H	231	7.0	.	.	.	.	.	.
17	CO	8	M	255	8.5	24.5	2.00	9.5	21.3	3.8	0.178
18	CO	1	M	199	7.0	20.0	1.50	8.2	20.5	4.0	0.195
19	CO	4	M	258	8.0	25.0	1.95	9.8	23.3	4.7	0.202
20	CO	6	H	.	7.0	.	.	.	.	.	.
21	CO	2	H	190	7.0	20.0	1.20	8.2	24.2	6.5	0.269
22	CO	5	M	246	7.0	24.0	1.70	7.9	22.0	3.4	0.155
23	CP	3	M	244	7.3	23.5	1.60	9.2	23.1	4.9	0.212
24	CP	5	H	239	8.0	24.0	1.55	7.9	19.2	4.5	0.234
25	CP	4	M	.	6.0	.	.	.	.	.	.
26	CP	10	M	231	7.0	23.0	2.00	9.8	21.1	4.3	0.204
27	CP	4	H	244	8.0	21.5	1.90	8.6	19.8	3.6	0.182
28	CP	6	H	235	7.5	21.0	1.30	9.0	18.2	3.8	0.209
29	CP	7	M	201	9.5	23.0	1.30	8.3	22.0	4.1	0.186
30	CT	6	M	244	8.5	23.5	2.00	10.4	21.9	4.5	0.205
31	CT	10	H	.	8.0	.	.	.	.	.	.
32	CT	9	M	232	8.5	21.5	1.50	7.8	19.5	5.3	0.272
33	CT	9	H	263	9.5	33.0	2.10	8.7	21.7	4.0	0.184
34	CU	7	H	277	7.0	30.0	2.00	9.8	22.8	4.5	0.197
35	CU	7	M	212	6.5	15.0	1.60	6.7	22.3	5.0	0.224
36	CU	3	H	253	9.0	25.0	1.80	10.0	19.4	4.0	0.206

Nro	Procedencia	Padre	Sexo	Edad (días)	Peso al nacimiento (kg)	Peso al destete (kg)	Peso de vellón (kg)	Longitud de mecha (cm)	Díámetro de fibra ( $\mu$ )	Coefficiente de variación (%)	Factor de picazón (%)
37	CU	9	M	216	8.5	21.0	1.60	7.2	20.1	4.0	0.199
38	CU	6	M	.	8.0	.	.	.	.	.	.
39	CU	3	H	255	9.0	31.0	2.20	10.3	19.8	3.3	0.167
40	CU	6	H	229	7.0	18.0	1.10	8.7	21.7	4.4	0.203
41	CU	6	M	253	6.0	21.5	1.60	9.4	21.6	4.7	0.218
42	CY	1	H	260	8.0	26.0	1.60	8.2	20.2	4.2	0.208
43	CY	2	M	.	7.0	.	.	.	.	.	.
44	CY	7	M	250	9.0	30.0	2.00	10.0	20.5	4.4	0.215
45	CY	1	M	.	8.5	.	.	.	.	.	.
46	CY	8	M	249	7.0	19.5	1.55	8.5	17.6	3.3	0.188
47	CY	3	M	251	7.0	25.0	2.00	7.8	19.7	4.3	0.218
48	CY	8	M	242	8.0	26.0	1.40	10.0	19.8	3.2	0.162
49	CY	6	M	214	8.0	18.5	1.50	9.8	18.7	3.4	0.182
50	EA	6	H	253	8.0	27.0	1.50	8.7	19.1	4.2	0.220
51	EA	3	H	264	7.0	28.0	2.30	8.3	18.5	3.6	0.195
52	EA	9	M	254	7.5	26.0	1.40	8.2	22.0	3.8	0.173
53	EA	8	M	269	7.0	27.0	1.25	8.2	25.1	6.5	0.259
54	EA	9	H	253	8.5	22.5	1.25	9.0	21.6	5.0	0.231
55	EA	7	H	245	7.0	21.0	1.40	7.8	21.3	4.0	0.188
56	EA	8	H	267	8.0	26.0	1.50	8.5	21.7	4.2	0.194
57	EA	9	M	241	7.0	22.5	1.40	9.4	27.0	6.2	0.230
58	EA	10	H	244	7.0	21.5	1.30	8.7	20.5	4.4	0.215
59	EA	8	M	.	7.0	.	.	.	.	.	.
60	EA	2	M	259	7.5	29.0	1.45	8.4	19.7	4.8	0.244
61	EA	9	H	264	9.0	28.0	2.00	9.2	24.0	4.6	0.192
62	EA	10	H	233	7.8	20.5	1.10	8.6	20.2	4.6	0.228
63	EA	2	M	240	9.0	26.5	1.50	8.0	18.4	4.5	0.245
64	EA	5	M	240	9.0	27.0	2.20	8.1	19.1	3.7	0.194
65	EA	9	M	254	8.0	30.0	1.80	8.7	25.0	5.8	0.232
66	EA	8	H	234	7.5	22.5	1.60	7.9	21.4	4.6	0.215
67	EA	4	H	233	7.5	20.0	1.30	8.0	18.7	3.9	0.209
68	EA	10	M	231	8.0	23.5	1.80	8.5	19.8	3.5	0.177
69	GH	8	M	238	8.0	20.0	1.30	8.7	16.6	3.6	0.217
70	GH	8	H	248	9.5	26.0	1.70	7.6	21.6	4.4	0.204
71	GH	9	M	193	6.0	16.5	1.20	8.0	20.8	4.5	0.216
72	GH	6	M	189	8.5	18.0	1.00	8.4	20.4	4.8	0.235
73	GH	7	H	241	8.0	25.0	1.70	7.9	19.5	4.3	0.221
74	GH	9	H	245	9.0	25.5	1.45	9.0	21.1	5.3	0.251

Nro	Procedencia	Padre	Sexo	Edad (días)	Peso al nacimiento (kg)	Peso al destete (kg)	Peso de vellón (kg)	Longitud de mecha (cm)	Diámetro de fibra ( $\mu$ )	Coefficiente de variación (%)	Factor de picazón (%)
75	GH	7	M	260	8.0	26.0	1.80	9.8	20.5	3.9	0.190
76	GH	9	M	.	8.0	.	.	.	.	.	.
77	GH	2	H	242	8.0	21.5	0.95	7.5	18.3	3.4	0.186
78	GH	3	H	241	7.0	22.0	1.50	11.2	20.8	4.1	0.197
79	GH	3	M	189	7.0	20.5	1.30	7.8	17.3	4.0	0.231
80	GH	3	M	229	8.5	26.0	1.80	9.2	19.8	3.5	0.177
81	GH	1	M	244	8.5	25.0	1.80	8.6	19.6	3.8	0.194
82	GH	2	H	215	8.0	18.0	1.30	8.0	17.8	3.5	0.197
83	GH	7	M	192	8.0	16.0	1.30	8.5	19.9	3.8	0.191
84	GH	8	M	240	9.0	.	.	.	.	.	.
85	GO	3	H	252	7.0	22.0	1.60	10.1	20.5	4.1	0.200
86	GO	5	H	189	8.0	21.0	1.20	6.5	17.1	3.5	0.205
87	GO	7	M	.	7.0	.	.	.	.	.	.
88	GO	8	H	241	9.0	26.5	1.90	7.6	21.3	4.7	0.221
89	GO	10	M	229	6.5	18.0	1.30	7.2	21.6	4.4	0.204
90	GO	5	H	232	5.5	22.0	1.20	9.5	21.7	4.0	0.226
91	GO	7	H	253	6.5	22.0	1.40	8.3	21.3	4.1	0.192
92	GO	6	H	233	7.5	26.0	1.45	7.8	21.5	4.8	0.223
93	GO	10	H	199	8.0	19.5	1.60	10.0	18.2	4.5	0.247
94	GY	1	H	231	7.5	22.5	1.60	6.8	17.1	3.6	0.211
95	GY	7	M	225	7.0	13.5	1.20	7.0	17.1	3.5	0.205
96	GY	4	H	254	8.0	23.0	1.40	9.1	18.8	4.3	0.229
97	GY	1	M	222	9.5	24.5	2.00	8.7	20.0	3.6	0.180
98	GY	3	M	189	6.0	16.5	1.20	7.5	18.1	3.2	0.177
99	GY	1	M	252	9.5	27.5	2.00	8.7	20.7	3.4	0.164
100	GY	1	M	.	6.5	.	.	.	.	.	.
101	GY	2	H	.	7.0	.	.	.	.	.	.
102	H	2	M	241	7.0	20.5	1.50	7.0	16.8	4.3	0.256
103	H	2	M	262	9.0	28.5	1.15	8.7	19.1	4.2	0.220
104	H	2	H	270	8.0	26.5	1.80	8.0	18.7	3.6	0.193
105	H	4	H	226	6.5	20.0	1.10	8.9	19.4	3.5	0.180
106	H	2	M	242	8.0	26.0	1.85	8.2	17.6	3.6	0.205
107	M	2	M	242	8.5	25.0	1.45	9.0	19.1	4.2	0.220
108	M	3	H	233	7.5	27.0	1.30	7.8	21.0	4.0	0.190
109	M	3	M	232	9.5	22.0	1.70	9.0	18.7	4.4	0.235
110	M	1	H	268	8.5	30.0	2.20	9.5	20.0	3.4	0.170
111	M	1	H	270	8.0	26.5	2.00	9.8	18.8	3.9	0.207
112	M	1	M	247	8.5	22.0	1.60	9.0	19.7	3.6	0.183

Nro	Procedencia	Padre	Sexo	Edad (días)	Peso al nacimiento (kg)	Peso al destete (kg)	Peso de vellón (kg)	Longitud de mecha (cm)	Diámetro de fibra ( $\mu$ )	Coefficiente de variación (%)	Factor de picazón (%)
113	M	5	H	192	7.0	18.0	1.00	7.6	20.6	4.1	0.190
114	M	2	M	242	8.0	27.0	1.60	9.0	20.2	3.9	0.193
115	PL	7	M	.	7.0	.	.	.	.	.	.
116	PL	3	H	251	7.0	27.0	1.60	10.2	16.6	4.4	0.265
117	PL	10	H	200	7.0	23.0	1.10	8.9	19.1	4.1	0.215
118	PL	1	M	261	8.0	17.0	1.70	7.1	19.2	3.4	0.177
119	PL	3	M	248	8.5	20.0	1.00	6.8	17.7	3.7	0.209
120	PL	10	M	.	7.0	.	.	.	.	.	.
121	PL	6	H	264	9.0	22.5	2.00	10.2	23.1	3.6	0.156
122	PL	8	H	257	7.5	21.0	1.20	9.3	20.1	4.4	0.219
123	PL	3	M	259	6.5	27.0	1.70	8.3	21.5	3.8	0.177
124	PL	6	M	229	7.5	19.5	1.40	9.0	18.0	3.8	0.211
125	PL	3	M	234	8.0	20.5	1.40	9.5	19.7	4.1	0.208
126	PL	3	H	254	7.5	24.0	1.60	7.8	21.4	4.8	0.224
127	PL	10	M	258	8.0	28.0	1.65	9.5	20.4	3.9	0.191
128	PL	10	H	236	7.0	26.0	1.50	9.5	20.4	5.6	0.275
129	PL	10	M	246	6.0	18.0	1.30	8.1	19.7	4.2	0.213
130	PL	5	M	.	8.0	.	.	.	.	.	.
131	PL	1	M	245	7.2	23.0	1.80	8.5	19.2	3.4	0.177
132	PL	3	M	235	6.5	20.5	1.50	6.7	17.5	3.3	0.189
133	PL	2	H	.	7.0	.	.	.	.	.	.
134	PL	2	M	271	7.0	29.0	2.00	9.8	20.5	5.4	0.263
135	PL	8	M	257	6.5	22.0	1.60	8.9	19.7	4.0	0.203
136	PL	1	M	256	8.0	22.0	2.00	8.0	22.2	3.6	0.162
137	PL	6	H	221	6.5	16.5	1.10	9.0	18.9	3.5	0.185
138	PL	9	H	193	8.0	23.5	1.25	7.8	20.5	3.6	0.176
139	PL	9	H	243	8.0	18.0	1.20	8.0	22.3	4.0	0.179
140	PL	9	H	271	7.0	28.5	2.00	11.0	30.0	6.9	0.230
141	PL	4	H	220	7.5	21.5	1.40	8.3	24.2	5.1	0.211
142	PL	6	M	197	7.0	20.0	1.00	8.6	19.0	4.1	0.216
143	PL	9	H	.	6.5	.	.	.	.	.	.
144	PL	9	H	257	8.0	20.5	1.50	9.8	18.8	4.2	0.223
145	PL	7	H	266	8.5	32.0	1.75	8.0	18.3	4.5	0.246
146	PL	6	M	279	7.0	24.0	1.65	8.2	21.7	4.4	0.203
147	PL	7	H	233	8.5	23.5	1.40	8.9	18.0	4.5	0.250
148	PL	1	M	243	8.0	24.5	1.50	7.9	20.4	4.6	0.225
149	PL	4	H	218	7.5	25.5	1.80	7.9	19.4	3.6	0.186
150	PL	10	H	256	6.5	21.0	1.70	8.3	21.9	5.1	0.233

Nro	Procedencia	Padre	Sexo	Edad (días)	Peso al nacimiento (kg)	Peso al destete (kg)	Peso de vellón (kg)	Longitud de mecha (cm)	Diámetro de fibra ( $\mu$ )	Coefficiente de variación (%)	Factor de picazón (%)
151	PL	8	H	235	8.0	22.6	1.30	8.7	16.9	4.2	0.249
152	PL	2	M	237	9.5	19.0	1.60	8.6	19.0	4.3	0.226
153	PL	6	M	241	10.0	23.0	1.35	9.1	21.5	4.9	0.228
154	PL	6	M	187	7.5	18.0	2.39	7.6	22.4	5.3	0.237
155	R	8	H	262	8.0	28.0	2.00	9.0	20.0	4.3	0.215
156	R	2	M	252	6.0	22.0	1.60	8.5	20.3	4.5	0.222
157	R	6	H	234	10.0	26.5	1.45	8.0	20.3	3.7	0.182
158	R	8	H	242	7.5	18.0	1.25	9.5	21.5	3.9	0.181
159	R	5	M	226	8.5	29.5	1.10	7.1	22.0	5.2	0.236
160	R	6	H	191	8.5	27.0	1.30	6.0	17.8	4.0	0.225
161	R	8	M	244	8.0	22.5	1.80	9.1	18.6	3.5	0.188
162	SJ	9	M	238	8.5	18.0	1.20	8.0	21.8	3.8	0.174
163	SJ	2	M	.	7.0	.	.	.	.	.	.
164	SJ	9	H	258	7.5	30.0	1.70	9.2	21.8	4.4	0.202
165	SJ	6	H	260	8.0	17.0	1.20	8.7	20.1	4.5	0.224
166	SJ	8	H	251	7.0	24.0	1.40	7.9	19.1	3.5	0.183
167	SJ	10	M	226	8.0	23.5	1.60	9.1	23.2	5.3	0.228
168	SJ	10	M	242	8.5	20.0	1.60	6.7	20.5	7.8	0.256
169	SJ	7	M	226	8.5	25.0	1.40	9.1	21.6	4.1	0.190
170	SJ	9	M	251	8.0	21.5	1.30	8.9	20.4	4.6	0.225
171	SJY	7	H	251	7.5	24.0	1.95	7.6	21.2	4.7	0.222
172	SJY	10	H	239	8.0	28.0	1.60	9.5	20.7	3.4	0.201
173	SJY	10	H	.	7.3	19.5	0.60	6.7	18.4	3.0	0.163
174	SJY	10	H	240	9.0	21.0	2.00	8.1	18.7	3.9	0.209
175	SJY	10	H	234	8.5	22.0	1.60	9.0	18.5	4.2	0.227
176	T	3	M	228	8.0	20.0	1.60	7.3	18.8	3.8	0.202
177	T	3	H	241	7.0	25.0	1.60	6.9	19.8	4.3	0.217
178	T	4	H	243	8.0	25.0	1.00	8.1	20.9	5.2	0.249
179	T	1	H	238	7.0	20.0	1.20	7.5	18.4	3.8	0.207
180	T	7	M	243	8.0	23.5	1.60	9.0	19.4	4.0	0.206
181	T	1	H	258	7.0	26.0	1.50	9.2	19.0	3.5	0.184
182	T	7	H	233	8.0	27.5	1.50	9.0	19.6	4.6	0.235
183	T	7	M	238	8.5	21.0	1.80	7.9	17.6	3.7	0.210
184	V	6	M	246	8.0	22.0	1.00	5.1	19.3	4.3	0.223
185	V	6	M	263	10.0	31.5	2.00	8.9	19.0	4.2	0.221
186	V	5	H	233	6.0	20.0	1.30	7.0	21.7	4.6	0.212
187	V	10	M	256	7.5	23.0	1.70	8.7	17.8	3.3	0.185
188	V	3	H	272	9.0	27.5	2.00	12.0	21.5	4.4	0.205

Nro	Procedencia	Padre	Sexo	Edad (días)	Peso al nacimiento (kg)	Peso al destete (kg)	Peso de vellón (kg)	Longitud de mecha (cm)	Diámetro de fibra ( $\mu$ )	Coefficiente de variación (%)	Factor de picazón (%)
189	V	7	M	.	7.0	.	.	.	.	.	.
190	VP	4	M	208	7.0	23.5	1.50	7.5	23.0	3.9	0.170
191	VP	8	H	253	7.0	23.0	1.75	7.5	18.6	4.0	0.215
192	VP	7	M	255	7.0	18.5	1.40	7.8	19.2	4.1	0.214
193	VP	7	H	227	9.0	24.5	1.55	9.8	21.0	43.0	0.190
194	VP	4	M	188	8.5	20.0	1.20	8.2	19.4	5.2	0.268
195	VP	10	H	236	6.5	23.5	1.20	8.2	19.1	4.1	0.215
196	VP	5	H	266	8.5	27.0	1.60	8.3	27.4	6.6	0.241
197	VP	5	H	251	8.5	31.0	1.70	7.8	18.2	4.0	0.220
198	Y	9	M	.	5.0	.	.	.	.	.	.
199	Y	1	M	264	8.0	32.0	2.00	9.4	18.8	4.1	0.218
200	Y	3	H	257	6.5	21.0	1.50	9.3	22.9	4.6	0.201
201	Y	5	M	232	9.0	29.5	2.20	9.0	22.4	4.2	0.188
202	Y	1	M	.	8.0	.	.	.	.	.	.
203	Y	5	M	218	10.0	24.8	1.45	6.2	19.0	4.5	0.237
204	Y	5	H	199	7.0	24.0	1.40	8.3	17.4	3.8	0.218
205	Y	5	H	218	9.0	24.0	1.60	5.1	19.6	4.2	0.214
206	Y	4	M	235	9.5	24.0	1.60	9.0	.	.	.
207	Y	6	M	198	9.0	24.0	1.40	8.7	20.7	4.1	0.198

ANEXO 2. Efectos fijos en peso al nacimiento

Efecto	Gl numerador	Gl denominador	F-Valor	Pr > F	Sig
procedencia	20	151	7.04	<.0001	**
Sexo	1	151	1.54	0.2153	NS

NS=P>0.05, \*=P<0.05 y \*\*= P<0.01

ANEXO 3. Efectos fijos en peso al destete

Efecto	Gl numerador	Gl denominador	F-Valor	Pr > F	Sig
procedencia	20	150	7.82	<.0001	**
sexo	1	150	9.66	0.0019	*
edad	1	150	239.92	<.0001	**

NS=P>0.05, \*=P<0.05 y \*\*= P<0.01

ANEXO 4. Efectos fijos en peso de vellón a la primera esquila

Efecto	Gl numerador	Gl denominador	F-Valor	Pr > F	Sig
procedencia	20	150	6.21	<.0001	**
sexo	1	150	8.99	0.0028	*
edad	1	150	75.75	<.0001	**

NS=P>0.05, \*=P<0.05 y \*\*= P<0.01

ANEXO 5. Efectos fijos en longitud de mecha

Efecto	Gl numerador	Gl denominador	F-Valor	Pr > F	Sig
procedencia	20	150	6.47	<.0001	**
sexo	1	150	10.9	0.001	**
edad	1	150	135.83	<.0001	**

NS=P>0.05, \*=P<0.05 y \*\*= P<0.01

ANEXO 6. Efectos fijos en diámetro de fibra

Efecto	Gl numerador	Gl denominador	F-Valor	Pr > F	Sig
procedencia	20	150	3.64	<.0001	**
sexo	1	150	0.56	0.4564	NS
edad	1	150	56.99	<.0001	**

NS=P>0.05, \*=P<0.05 y \*\*= P<0.01

ANEXO 7. Efectos fijos en coeficiente de variación de diámetro de fibra

Efecto	Gl numerador	Gl denominador	F-Valor	Pr > F	Sig
procedencia	20	150	9.73	<.0001	**
sexo	1	150	0.11	0.7356	NS
edad	1	150	11.55	0.0007	**

NS=P>0.05, \*=P<0.05 y \*\*= P<0.01

ANEXO 8. Efectos fijos en factor de picazón

Efecto	Gl numerador	Gl denominador	F-Valor	Pr > F	Sig
procedencia	20	150	4.58	<.0001	**
sexo	1	150	0.31	0.5759	NS
edad	1	150	22.83	<.0001	**

NS=P>0.05, \*=P<0.05 y \*\*= P<0.01

ANEXO 9. Efecto padre en peso al nacimiento

Fuente variación	Estimador	Error estándar	Valor Z	Pr Z	Sig
Padre	0.001259	0.000704	1.79	0.0369	*
Residual	0.027	0.001083	24.93	<.0001	**
Total	0.028259				

NS=P>0.05, \*=P<0.05 y \*\*= P<0.01

ANEXO 10. Efecto padre en peso al destete

Fuente variación	Estimador	Error estándar	Valor Z	Pr Z	Sig
Padre	0,03237	0,01859	1,74	0,0408	*
Residual	0,7064	0,02835	24,92	<.0001	**
Total	0,73877				

NS=P>0.05, \*=P<0.05 y \*\*= P<0.01

ANEXO 11. Efecto padre en peso de vellón

Fuente variación	Estimador	Error estándar	Valor Z	Pr Z	Sig
Padre	0,000603	0,000333	1,81	0,035	*
Residual	0,00936	0,000376	24,92	<.0001	**
Total	0,009963				

NS=P>0.05, \*=P<0.05 y \*\*= P<0.01

ANEXO 12. Efecto padre en longitud de mecha

Fuente variación	Estimador	Error estándar	Valor Z	Pr Z	Sig
Padre	0,003455	0,001873	1,84	0,0326	*
Residual	0,05116	0,002053	24,92	<.0001	**
Total	0,054615				

NS= $P > 0.05$ , \*= $P < 0.05$  y \*\*= $P < 0.01$

ANEXO 13. Efecto padre en diámetro de fibra

Fuente variación	Estimador	Error estándar	Valor Z	Pr Z	Sig
Padre	0,04066	0,02016	2,02	0,0219	*
Residual	0,1999	0,008023	24,92	<.0001	**
Total	0,24056				

NS= $P > 0.05$ , \*= $P < 0.05$  y \*\*= $P < 0.01$

ANEXO 14. Efecto padre en coeficiente de variación de diámetro de fibra

Fuente variación	Estimador	Error estándar	Valor Z	Pr Z	Sig
Padre	0,000106	0,000057	1,86	0,0315	*
Residual	0,001399	0,000056	24,92	<.0001	**
Total	0,001505				

NS= $P > 0.05$ , \*= $P < 0.05$  y \*\*= $P < 0.01$

ANEXO 15. Efecto padre en factor de picazón

Fuente variación	Estimador	Error estándar	Valor Z	Pr Z	Sig
Padre	0,000741	0,000372	1,99	0,0231	NS
Residual	0,004747	0,00019	24,92	<.0001	**
Total	0,005488				

NS= $P > 0.05$ , \*= $P < 0.05$  y \*\*= $P < 0.01$

## VII. BIBLIOGRAFÍA

4. ALIAGA, J. 1989. Introducción a la crianza de alpacas en el Perú. Facultad de zootecnia. Departamento de Producción Animal. UNALM. Lima, Perú. 95 p.
5. AMPUERO, E. 1979. Algunas variables que inciden en la producción de fibra de alpacas macho. Tesis para optar el título de Mv Zootecnista. UNSAAC. Cusco, Perú. p. 5-70.
6. APOMAYTA, Z. 1996. Evaluación de las características tecnológicas y productivas de la fibra en Alpacas Huacaya esquiladas a 12 y 17 meses de edad. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima, Perú. p. 90-98.
7. AYALA, J. 1999. Variabilidad del diámetro de fibra en alpacas Huacaya usando los métodos de microproyección y análisis óptico del diámetro de fibra – OFDA. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima, Perú. p. 85-87.
8. BUSTINZA, V. 2001. La Alpaca, Conocimiento de un Gran Potencial Andino. UNA Puno, Perú. 187 p.
9. BUSTINZA, V. 1991. La Alpaca. Edición Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 120 p.
10. CANDIO, J. 2010. Caracterización de la estructura poblacional y variación fenotípica de alpacas en plantel de reproductores de la SAIS Pachacútec-Junín. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima, Perú. p. 12-19.
11. CALLE, R. 1982. Producción y Mejoramiento de la Alpaca. Fondo del libro. Banco Agrario del Perú. Lima, Perú. 75 p.

12. CALCINA, J. 2007. Evaluación del efecto de la madre y del sexo de la cría sobre características de importancia económica y sus correlaciones en alpacas Huacaya del CIP la Raya-Puno. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Animal. UNALM. Lima, Perú. p. 34-40.
13. CARDELLINO, R. y J., ROVIRA. 1987. Mejoramiento Genético Animal. 1 ed. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. 253 p.
14. CERVANTES, I.; F., GOYACHE; M., PÉREZ; B., NIETO; M., SALGADO MORALES; A., BURGOS y J., GUTIÉRREZ. 2009. Parámetros genéticos y tendencias genéticas asociados a caracteres productivos y de apariencia del vellón en alpacas. En: XIII Jornadas sobre producción animal, Zaragoza, 12 y 13 de Mayo de 2009.
15. FALCONER, D. y T., MACKAY. 1996. Introducción a la Genética Cuantitativa. 4 ed. Acriba. Zaragoza, España. 468 p.
16. FLORES, E.; G., GUTIÉRREZ; W., TREJO; J., TELLEZ y A., ZÁRATE. 1993. En Producción de alpacas y tecnología de sus productos. Proyecto TTA. 90 p.
17. FLOREZ, A. 1989. Manejo y utilización de pastizales. En Simposio Producción de Alpacas y Llamas. XII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. Lima, Perú. p. 40-46.
18. FLOREZ, A.; F., BRYANT; J., GAMARRA y J., ARIAS. 1986. Estudio de la influencia de diferentes niveles nutricionales del pastoreo sobre el crecimiento de la fibra de alpaca. Programa cooperativo de apoyo a la investigación en rumiantes menores. Reporte técnico N° 79. Lima, Perú. p. 28-37.

27. MARÍN, E. 2007. Efecto del sexo sobre características tecnológicas y productivas de fibra de Alpacas tuís Huacaya para su uso en la industria textil. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Animal. UNALM. Lima, Perú. p. 113-123.
28. MCGREGOR, B. y K., BUTLER. 2004. Source of variation in fiber diameter attributes of Australian alpacas y implications for fleece evaluation and animal selection. Australian Journal of Agricultural research 55. p. 433-442.
29. MINISTERIO DE NACIONAL DE AGRICULTURA. (MINAG) 2008. Sector pecuario en el Perú. (En línea). Lima, Perú. Disponible en <http://www.minag.gob.pe>. Consultado 02 enero de 2008.
30. MORENO, A. 2005. Evaluación técnica económica de la producción animal. UNALM. Lima, Perú. 90 p.
31. MUELLER, J. 2006. Estrategias para el mejoramiento de camélidos sudamericanos. (En línea). Bariloche, Argentina. INTA. Disponible en <http://www.bariloche.inta.gov.ar>. Consultado 20 abril de 2008.
32. PALACIOS, M. 2010. Evaluación técnica productiva del núcleo de alpacas Huacaya del fundo Mallkini Azangaro – Puno. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima, Perú. p. 22-39.
33. PUMAYALLA, A. 1981. Crianza de ovinos y alpacas. Dirección de capacitación del CENCIRA. Lima, Perú. 80 p.

34. PONZONI, R.; R., GRIMSON; J., HILL; D., HUBBARD; B., MCGREGOR; A., HOWSE; I., CARMICHAEL y G.J., JUDSON. 1999. The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas. In: Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics 13. p. 468-471.
35. QUISPE, E.; L., ALFONSO; R., PÁUCAR y H., GUILLEN. 2007. Predicción de respuesta a la selección de alpacas Huacaya en la región alto andina de Huancavelica-Perú. I Congreso Nacional de Reproducción y Mejoramiento Genético de Camélidos Sudamericanos. (Huancavelica, Perú, 2007). p. 157-160.
36. RAUNELLI, J. y J., CORONADO. 2006. Método de selección aplicable en alpacas. En II Simposium Internacional de Investigación Sobre Camélidos Sudamericanos. (Arequipa, Perú 2006). p. 185-193.
37. TREJO, W. 1986. Estudio de la correlación fenotípica entre diámetro de fibra y la escala de colores en alpacas Huacaya. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima, Perú. p. 25-30.
38. SÁNCHEZ, O. 1982. Estudio estadístico de parámetros de producción de alpacas Huacaya. Tesis para optar el título de Mv Zootecnista. UNSAAC. Cusco, Perú. p. 50-53.
39. SCHAEFFER, L. 2004. Estimation of Variance Components in Animal Breeding. Short course notes. Iowa State University. 140 p.
40. SIGUAYRO, R. 2009. Comparación de las características físicas de las fibras de la llama Ch'aku (lama glama) y la alpaca Huacaya (lama pacos) del centro experimental Quimsachata del INIA – Puno. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Animal. UNALM. Lima, Perú. p. 17-20.

41. SOLÍS, R. 1997. Producción de Camélidos Sudamericanos. Cerro de Pasco, Perú. Ríos. 546 p.
42. STEEL, R. y T, TORRIE. 1988. Bioestadística Principios y Procedimientos. México. Mac Graw Hill. 622 p.
43. WULIJI, T. 2000. Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. Small Rumin. Res. 2000. New Zealand. p. 189-201.