

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS DE LA
FIBRA DE ALPACA TUIS EN DOS EMPRESAS ALPAQUERAS DE
CERRO DE PASCO”**

Presentada por:

CARMEN ROSA SILVA VILLAVICENCIO

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA ZOOTECNISTA**

Lima – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE PRODUCCION ANIMAL

**“CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS DE LA
FIBRA DE ALPACA TUIS EN DOS EMPRESAS ALPAQUERAS DE
CERRO DE PASCO”**

Presentada por:

CARMEN ROSA SILVA VILLAVICENCIO

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. Wilder Trejo Cadillo

PRESIDENTE

Ph.D. Gustavo Gutiérrez Reynoso

PATROCINADOR

Ph.D. Enrique Flores Mariazza

MIEMBRO

Ing. Jorge Gamarra Bojórquez

MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz que ilumina mi camino y haberme permitido lograr mis objetivos. Al Señor de los Milagros por darme tranquilidad para no desfallecer en los momentos difíciles.

A mis padres, Aurelio Silva y Erohina Villavicencio porque ellos siempre están a mi lado brindándome su apoyo incondicional y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, todo lo que soy es gracias a ellos.

A mis abuelos, Armando Villavicencio y Carmen Carrera por la admiración y el cariño que les tengo. A mi abuelo por su increíble fortaleza y a mi abuela por su gran corazón.

A mis tíos, Pio y Vilma a quienes les debo mucho, y le doy las gracias por brindarme su apoyo moral y comprensión sin pedir nada a cambio y por todo ello y más; gracias y siempre estarán en mi corazón

A mis hermanos, Jorge, Iris y Ivan, por compartir una infancia feliz, por todos los bellos momentos que hemos pasado juntos y las experiencias que nunca olvidare.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria la Molina, por darme la oportunidad de superarme como profesional.

Al Proyecto VLIR- UNALM en el marco del Proyecto 1 y Sub-proyecto de investigación “Mejorando los Sistemas de Producción de Alpacas en Pastizales de la Sierra Central del Perú” por haber financiado la presente investigación.

Al Ph.D. Gustavo A. Gutiérrez Reynoso, por su acertada dirección, apoyo y asesoramiento de esta investigación.

Al Mg. Sc. Wilder Trejo Cadillo, Ing. Jorge Gamarra Bojórquez e Ph.D. Enrique Flores Mariazza por su apoyo y asesoramiento en esta investigación.

Al Laboratorio de Fibras Textiles, Pielés y Cueros “Alberto Pumayalla Díaz” del Programa de Investigación y Proyección Social en Ovinos y Camélidos Americanos (POCA) de la Facultad de Zootecnia de la UNALM, por su apoyo y colaboración en la ejecución del presente trabajo.

A los administradores de la Cooperativa San Pedro de Racco y la empresa privada Ganadería y Comercio del Centro S.A.C., por su colaboración y apoyo en la realización de esta investigación

A mis primos Jessica, Jimmy y Evelyn por apoyarme incondicionalmente y ser parte de mi vida profesional. A mis sobrinos Iker, Xiomara, Aarón, Thyago, Brianna, Valeria y Kael que por medio de su alegría me motivaron a seguir adelante.

A mis amigos Julissa, Mabel, Mayra, Carito, Chavely, Jorge, Jonathan, Dante, Camilo y Darwin, a quienes agradezco su amistad, apoyo, consejos y enseñanzas brindada a mi persona y a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 POBLACIÓN DE ALPACAS	3
2.2 SISTEMA DE CRIANZA.....	3
2.2.1 Comunidades campesinas	3
2.2.2 Pequeños y medianos productores	4
2.2.3 Empresas asociativas	4
2.3 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LA FIBRA DE ALPACA	5
2.3.1 Peso vivo a la esquila.....	5
2.3.2 Peso de vellón sucio.....	7
2.3.3 Longitud de mecha.....	8
2.4 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE ALPACA.....	10
2.4.1 Clasificación de la fibra de alpaca	10
2.4.2 Diámetro promedio de fibra.....	10
2.4.3 Coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra.....	13
2.4.4 Factor confort.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 LUGAR DE ESTUDIO	15
3.2 DE LOS ANIMALES	16
3.3 METODOLOGÍA	16
3.3.1 Etapa de campo	16
3.3.2 Etapa de laboratorio	18
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LA FIBRA DE ALPACA	21

4.1.1	Peso vivo a la primera esquila	21
4.1.2	Peso de vellón sucio.....	24
4.2	CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS.....	28
4.2.1	Diámetro promedio de fibra.....	28
4.2.2	Coefficiente de variación del diámetro de fibra	33
4.2.3	Factor Confort.....	35
V.	CONCLUSIONES	37
VI.	RECOMENDACIONES	38
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
VIII.	ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Promedio de diámetro de fibra, peso de vellón y peso vivo por categoría de calidades.	5
Tabla 2: Efecto del sexo sobre el peso vivo a la esquila en alpacas tuis de diferentes rebaños.	6
Tabla 3: Efecto del sexo sobre el peso de vellón sucio en alpacas tuis de diferentes rebaños	8
Tabla 4: Efecto del sexo sobre la longitud de mecha en alpacas tuis de diferentes rebaños.	10
Tabla 5: Requisitos para la clasificación de fibra de alpaca.	11
Tabla 6: Efecto del sexo sobre los diámetros promedios de fibras en alpacas tuis de diferentes rebaños.	12
Tabla 7: Estructura de datos utilizados por factores y variables dependientes.	16
Tabla 8: Promedio de mínimos cuadrados y error estándar (EE) de las características productivas de la fibra de alpacas tuis para los efectos del sexo, año y empresa.	21
Tabla 9: Media y error estándar (EE) de las características tecnológicas de alpacas tuis de primera esquila para el factor del sexo, año y organización.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Ubicación geográfica de las empresas alpaqueras en estudio.....	15
Figura 2: Área de muestreo de fibra de alpacas en el costillar medio (CM).	17
Figura 3: Equipo Sirolan LaserScan utilizado para el análisis de fibra.	19
Figura 4: Interacción empresa por sexo para el peso vivo a la esquila.	22
Figura 5: Interacción empresa por año de esquila para el peso vivo a la esquila.	23
Figura 6: Interacción empresa por año de esquila para el peso de vellón sucio.....	25
Figura 7: Interacción empresa por sexo para la longitud de mecha.	26
Figura 8: Interacción sexo por año de esquila para la longitud de mecha.	27
Figura 9: Interacción empresa por año de esquila para la longitud de mecha.....	28
Figura 10: Interacción empresa por sexo para el diámetro promedio de fibras.	30
Figura 11: Distribución acumulada del diámetro promedio de fibra de alpacas tuis de la empresa Gacocen.....	32
Figura 12: Distribución acumulada del diámetro promedio de fibra de alpacas tuis de la empresa Racco.....	33
Figura 13: Interacción empresa por sexo para el coeficiente de variación del diámetro de fibra.....	34
Figura 14: Interacción empresa por año de esquila para el factor confort.	36

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Estructura de datos utilizados por factores y variables por año de esquila.....	46
Anexo 2: Número de muestras de alpaca tuis para la interacción sexo por empresa.	47
Anexo 3: Numero de muestras de alpaca tuis para la interacción empresa por año.....	47
Anexo 4: Numero de muestras de alpaca tuis para la interacción del sexo por año.....	48
Anexo 5: Promedios de las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpaca tuis de primera esquila.	48
Anexo 6: Promedios de mínimos cuadrados de características productivas y tecnológicas de la fibra de alpaca tuis para la interacción empresa por año.	49
Anexo 7: Promedios de mínimos cuadrados de características de la fibra de alpaca tuis para la interacción sexo por año.	49
Anexo 8: Promedios de mínimos cuadrados de características de la fibra de alpaca tuis para la interacción sexo por empresa.....	49
Anexo 9: Análisis de covariancia para el peso vivo en alpacas tuis.....	50
Anexo 10: Análisis de covariancia para el peso de vellón sucio en alpacas tuis.	50
Anexo 11: Análisis de covariancia para la longitud de mecha en alpacas tuis.	51
Anexo 12: Análisis de covariancia para el diámetro promedio de fibras en alpacas tuis....	51
Anexo 13: Análisis de covariancia para el coeficiente de variación del diámetro de fibra en alpacas tuis.....	52
Anexo 14: Análisis de covariancia para el factor confort transformado en alpacas tuis.....	52

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo comparar las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpaca en dos empresas alpaqueras de Cerro de Pasco. Se recopiló información de 457 alpacas tuis entre hembras y machos con una edad promedio de 420 días, perteneciente al grupo plantel de las empresas Racco y Gacocen, durante la esquila de los años 2016 y 2017. Los datos de Peso Vivo a la esquila (PV) y Peso de Vellón Sucio (PVS) fueron determinados con la utilización de una balanza de precisión y la Longitud de Mecha (LM) fue medida con una regla en el área del costillar medio; también se realizó la toma de muestras de fibra para el análisis de Diámetro promedio de Fibra (DF), Coeficiente de Variación del Diámetro promedio de Fibra (CVDF) y el Factor Confort (FC) utilizando el método IWTO 12-2012. En el análisis estadístico se incluyó la edad (días) como covariable y como efectos fijos el año, sexo y empresa con sus interacciones correspondientes. Los resultados mostraron valores promedios de: PV 38.45 kg y 39.95 kg; PVS 2.23 kg y 1.72 kg; LM 13.39 cm y 14.08 cm; DF 18.49 μm y 18.62 μm ; CVDF 21.67% y 20.92%; FC 98.03% y 98.61% para las empresas de Racco y Gacocen, respectivamente. Se encontraron interacciones entre empresa-año para el PV, PVS, LM y FC; entre empresa-sexo sobre el PV, LM, DF y CVDF, y para sexo-año solo en LM. Se concluye que las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas tuis en ambas empresas alpaqueras se encuentran dentro de los valores promedios que corresponden a una organización con nivel tecnológico medio, siendo Racco el que obtuvo mayor PVS en el año 2017.

Palabras clave: fibra de alpaca, diámetro promedio de fibra, peso vivo, peso de vellón, longitud de mecha

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the productive and technological characteristics of alpaca fiber in two alpaca companies of Cerro de Pasco. The information was collected on 457 tuis alpacas between females and males with an average age of 420 days, belonging to the Racco and Gacocen nucleus group, during the shearing of the years 2016 and 2017. The data of Live Weight at shearing (LW) and Greasy Fleece Weight (GFW) were determined with the use of a precision balance and the Staple Length (SL) was measured with a millimeter rule in the area of the middle ribs; fiber samples were also taken for the analysis of average Fiber Diameter (FD), the average fiber Diameter Coefficient of Variation (CVD) and Comfort Factor (CF) using the IWTO 12-2012 method. In the statistical analysis, age (days) was included as a linear covariate and as fixed effects the year, sex and company with their corresponding interactions. The results showed average values of: LW 38.45 kg and 39.95 kg; GFW 2.23 kg and 1.72 kg; SL 13.39 cm and 14.08 cm; FD 18.49 μm and 18.62 μm ; CVD 21.67% and 20.92%; CF 98.03% and 98.61% for the companies of Racco and Gacocen, respectively. Were observed the interactions between company and year for LW, GFW, SL and CF; between company and sex for LW, SL, FD and CVD, and for sex and year only SL; According to the results obtained, both companies are within the average values that correspond to an organization with medium technological level, being Racco significantly different in the GFW. Company-year were found interactions for LW, GFW, SL and CF; between company-sex for LW, SL, FD and CVD, and for sex-year only on SL. It is concluded that the productive and technological characteristics of alpacas tuis fiber in both alpaqueras companies are within the average values that correspond to an organization with medium technological level, being Racco the one that obtained the highest PVS in the year 2017.

Keywords: alpaca fiber, average fiber diameter, live weight, fleece weight, staple length

I. INTRODUCCIÓN

El Perú posee la mayor población de alpacas en el mundo y más del 80% se encuentra en las regiones andinas, en propiedad de comunidades campesinas y pequeños productores de baja disponibilidad de recursos, donde la propiedad de la tierra es comunal mientras que la propiedad de los animales es privada, esta crianza es la principal actividad económica y la única fuente de ingreso de muchas familias. Este sistema de crianza es extensivo a base de pastos naturales, donde muchas veces no existe selección por especie, raza o sexo, tratándose a menudo de rebaños mixtos que generalmente incluyen llamas, ovinos y en algunos casos vacunos (FAO, 2005). Los sistemas de manejo son tradicionales con limitada adopción de tecnologías que encaminen a una mejora de la productividad.

La región Pasco tiene 145,687 alpacas, representando el 3.95% a nivel nacional (INEI, 2013). Una importante cantidad de alpacas se encuentran en manos de organizaciones comunales como: cooperativas comunales, granjas comunales, asociaciones de productores y empresas privadas que tienen un nivel tecnológico medio y distintos tipos de organización y procesos de toma de decisiones (Barrantes, 2012), siendo desconocida las diferencias productivas y tecnológicas de la fibra de alpaca que producen.

Las empresas alpaqueras se desarrollan bajo un sistema de gestión y manejo de recursos diferente, que requieren una estrategia de conservación de recursos naturales, manejo reproductivo y mejoramiento genético específico para cada caso. Es por ello la importancia de determinar las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpaca de dos tipos de empresas, porque permitirá realizar un diagnóstico del sistema productivo y elaborar un plan de mejoramiento genético de acuerdo con los recursos disponibles, así mismo la determinación de la calidad de la fibra de cada empresa permitirá la evaluación del performance de los animales, mejorar la calidad de fibra de manera sostenible y brindar la línea de base para la realización de evaluaciones genéticas en la zona de estudio en colaboración con el proyecto “Mejorando los sistemas de producción de Alpacas en Pastizales” VLIR- UNALM.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el marco del Proyecto VLIR-UNALM, teniendo como objetivo comparar las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpaca tuis en dos empresas alpaqueras de Cerro de Pasco, esquiladas en el año 2016 y 2017.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 POBLACIÓN DE ALPACAS

El Perú es el primer productor de fibra de alpaca en el mundo, albergando el 87% de la población mundial, seguido de Bolivia con el 9.5%. El Perú cuenta con 3'685,516 cabezas, de las cuales el 99% se encuentra en la sierra en manos de personas naturales (pequeños criadores) y el 1% restante en diversas formas organizativas (comunidades campesinas, medianas y grandes empresas, cooperativas, asociaciones, etc.) (INEI, 2013).

La población de alpacas está concentrada principalmente en la sierra, predominando el fenotipo Huacaya, que representa el 80.4%, seguido por el Suri que representa el 12.2% y el 7.3% restante son alpacas de fenotipo no definido. Se encuentra distribuida en 17 departamentos, siendo el departamento de Puno (39.61%) el que posee la mayor población, seguidas por Cusco (14.80%), Arequipa (12.71%), Huancavelica (8.37%), Ayacucho (6.27%), Apurímac (5.95%) y Pasco (3.95%) (INEI, 2013).

2.2 SISTEMA DE CRIANZA

El sistema de crianza de alpacas en el Perú es mayoritariamente extensivo y en zonas geográficas por encima de los 3800 msnm. La crianza de estos animales mayormente se concentra en las comunidades campesinas, pero porcentajes minoritarios pertenecen a empresas asociativas y medianos propietarios (Bustinza, 2001). Hay notables diferencias en el tamaño, grado de organización y nivel tecnológico de las explotaciones de alpacas. Se pueden distinguir al menos tres categorías bien diferenciadas de productores:

2.2.1 Comunidades campesinas

Las comunidades campesinas albergan más del 80% de la población de alpacas, se caracteriza por que la propiedad de las tierras es comunal mientras que la propiedad de los animales es privada y es administrada por los propios comuneros, los animales se manejan

en un solo rebaño sin ser separados por edad, sexo y color. La mayoría manejan rebaños mixtos compuestos por alpacas que generalmente incluyen ovinos, llamas y en algunos casos vacunos existiendo alta capacidad de carga que conduce a un sobrepastoreo. No siguen un calendario de manejo alpaquero, esto conlleva a un bajo nivel tecnológico de la producción y productividad (FAO, 2005).

2.2.2 Pequeños y medianos productores

En este sector se concentra aproximadamente el 10 a 12% de la población de alpacas, en unidades de producción de 500 a 2000 cabezas o más, los criadores por lo general tienen un enfoque empresarial, clasifican sus rebaños en función a la raza, sexo, edad, color de vellones, realizan prácticas de manejo y control sanitario aceptable, son empresas con un nivel tecnológico medio que realizan la esquila mecánica, con limitada adopción de tecnologías que encaminen a una mejora de la productividad (FAO, 2005).

Dentro de esta categoría también se encuentran las granjas comunales, organizaciones creadas por las comunidades campesinas, como medianos productores con la finalidad de constituir una fuente de ingresos comunales y usufructuar sus pastos. También se encuentran las asociaciones de productores, que son organizaciones constituidas al interior de las comunidades campesinas, conformadas por pequeños productores y por lo general tienen un origen familiar (Barrantes, 2012).

2.2.3 Empresas asociativas

El 8% de la población de alpacas se concentra en este sector. Surgieron a raíz de la reforma agraria en la década de los 70, las antiguas empresas alpaqueras de propiedad privada fueron convertidas en Cooperativas o Sociedades Agrícola de Interés Social (SAIS). El nivel tecnológico de estas explotaciones es similar al de los medianos productores, donde se realizan clasificación de los animales por edad, sexo y raza, existe manejo de calendario y se caracterizan por tener alta producción y tienen un alto poder de negociación y comercialización de animales, carne y fibra. (FAO, 2005).

En la región Pasco, dentro de esta categoría existen organizaciones como las cooperativas comunales que fueron creadas por las comunidades campesinas, como una manera empresarial. También se encuentran las empresas que son organizaciones creadas de manera

individual o en sociedad, sobre todo por ser de pequeña dimensión en su mayoría la titularidad corresponde a un solo propietario que son los encargados de la administración de los recursos. Sin embargo, las cooperativas comunales y las empresas utilizan pastizales asignadas por la comunidad, en tal sentido su personería jurídica es independiente tanto del aspecto jurídico – legal y económico de la comunidad matriz que le asigna los pastizales en uso (Barrantes, 2012).

2.3 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LA FIBRA DE ALPACA

En la crianza de alpacas existen características productivas de importancia económica, las cuales deben ser incluidas como criterios de selección. Dos de estas características son económicamente importantes y fáciles de evaluar: el peso vivo y el peso de vellón (Calcina, 2007), mientras que la longitud de mecha determina a que proceso textil será sometido la fibra (Bustinza, 2001).

Ruiz *et al.* (2012) realizaron la selección de alpacas mediante evaluación visual y categorización por calidad S, A, B, C y R en seis organizaciones comunales de Pasco, conformando un núcleo genético disperso, obteniendo valores promedios del diámetro de fibra, peso de vellón y peso vivo por categoría de calidades (Tabla 1).

Tabla 1: Promedio de diámetro de fibra, peso de vellón y peso vivo por categoría de calidades.

Categoría	Diámetro de fibra (μm)		Peso de vellón sucio (kg)		Peso vivo (kg)	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
S	20.15	19.20	3.08	2.73	52.20	38.00
A	22.57	22.42	3.23	2.69	56.71	53.67
B	23.32	23.43	2.99	2.79	55.64	52.78
C	22.86	24.88	2.48	2.66	46.47	57.55
R	25.80	24.85	2.57	2.30	51.33	58.56

FUENTE: Ruiz *et al.* (2012).

2.3.1 Peso vivo a la esquila

Se entiende por esta característica al peso del animal obtenido después del proceso de esquila. Bustinza (1991) indica que en las alpacas existe crecimiento corporal hasta los cuatro años, llegando a alcanzar rápidamente un peso vivo de 28.5 kg a los 8 - 9 meses de

edad (destete) con diferencias significativas entre sexo y raza. Por otro lado, Calcina (2007) identificó que las alpacas mayores a cuatro años tienen un bajo incremento de peso vivo, reportando 61.5 kg en machos y 59.40 kg para hembras, llegando a su máximo peso entre los 7 y 8 años. Según, Palacios (2009) el peso vivo puede verse afectado por factores como el sexo, la raza, el manejo, la alimentación, etc.

En la Sais Pachacútec, diversos autores realizaron estudios en alpacas tuis (Tabla 2), Apomayta (1996) reporta peso vivo en alpacas esquiladas a los 12 y 17 meses de 31.89 y 37.85 kg, respectivamente, también indica que los valores promedios son similares entre hembras y machos. De manera similar, Candio (2011) para tuis de un año reporto un valor promedio de 33.3 kg, no halló diferencias significativas para el efecto del sexo. Por otro lado, Marín (2007) encontró diferencias significativas entre hembras y machos a la primera esquila, para esta característica.

Tabla 2: Efecto del sexo sobre el peso vivo a la esquila en alpacas tuis de diferentes rebaños.

Lugar	Edad	Peso vivo (kg)		Autor
		Hembra	Macho	
Sais Pachacútec	12 meses	33.03	30.75	Apomayta (1996)
Sais Pachacútec	1 año	26.70	27.52	Marín (2007)
Sais Pachacútec	1 año	32.60	33.88	Candio (2011)

Sobre el efecto de la localidad en el peso vivo a la primera esquila, Braga *et al.* (2007) al evaluar el efecto de la altitud sobre la producción y calidad de la fibra en alpacas alimentadas con dietas similares, encontraron efecto sobre el peso corporal, el cual fue superior en los animales criados a menor altitud. Candio (2011) en un estudio realizado en alpacas tuis de la Sais Pachacútec, encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las unidades de producción en estudio. Por otro lado, Barrantes (2012) señala que las alpacas adultas provenientes de cooperativas comunales y empresas privadas tienen mayor peso a la esquila que las granjas comunales y asociaciones ganaderas, registrando pesos de 59.3, 58.9 y 53.1 kg respectivamente, para alpacas de diferentes edades.

En relación con el efecto del año sobre el peso vivo a la esquila, Wuliji *et al.* (2000) identificaron diferencias significativas entre los años de producción en alpacas tuis evaluadas entre el año 1991 a 1994. Generalmente el clima en las zonas altoandinas es variable cada año, pudiendo presentar sequias, heladas, nevadas y granizadas.

2.3.2 Peso de vellón sucio

El vellón se define como un conjunto de fibras que cubre al cuerpo del animal y que se obtiene después de la esquila (Flores *et al.*, 1993). La producción de la fibra de la alpaca es registrada mediante el peso del vellón, para un determinado periodo de crecimiento (generalmente de un año) está influenciada por factores de la edad materna, siendo mayor cuando la madre tiene 7 años (Velasco, 1981; citado por Apomayta, 1996). Además, la edad, sexo de los animales y grado de finura de la fibra y otros factores adicionales como la nutrición tienen un efecto positivo sobre el peso de la fibra de alpaca, haciendo que el peso de vellón promedio aumente cuando la producción forrajera mejora (De Gea, 2007; Pumayalla, 1980; Wuliji, 1993). Lo cual también fue demostrado por Franco *et al.* (2009) quienes hallaron que el peso del vellón varía con los cambios en la alimentación.

Con respecto al efecto de la edad sobre el peso del vellón sucio, varios estudios realizados demuestran que el peso del vellón se incrementa a medida que aumenta la edad del animal. Bustinza (2001) indica que existe un rápido incremento del peso de vellón hasta los cuatro o cinco años, durante la primera esquila (9 - 12 meses de edad) los vellones alcanzan un peso de 1.5 kg, a partir de los cuatro años los incrementos son bajos alcanzando un peso de 2.15 kg. De modo general consideran que las alpacas jóvenes producen vellones menos pesados que los adultos, debido a que tienen menor superficie corporal (Quispe *et al.*, 2009; Corredor, 2015). En el fundo Mallkini, se encontró un valor promedio 1.85 ± 0.49 kg, a la primera esquila (Palacios, 2009).

En varios estudios realizados en la Sais Pachacútec (Tabla 3), Apomayta (1996) reporta que las alpacas esquiladas a los 12 y 17 meses producen 1.17 y 1.73 kg de vellón, respectivamente; en el mismo estudio encontró diferencias entre hembras y machos, esquilados a los 12 meses de edad (Tabla 3); mientras que para los 17 meses registró pesos similares (1.73 kg) para ambos sexos, encontrando además que a esta edad el peso de vellón es más variable. En otro estudio, Candio (2011) evaluó alpacas adultas del plantel obteniendo

en promedio 3.4 kg, indicando que existe diferencias significativas ($p < 0.01$) entre hembras (3.00 kg) y machos (3.87 kg) adultos, teniendo como covariable a la longitud de mecha. Del mismo modo Marín (2007) al evaluar alpacas de primera esquila, encontró efecto del sexo. Esto coincide a lo señalado por Quispe *et al.* (2009) que las alpacas machos tienden a producir vellones más pesados con relación a las hembras.

Tabla 3: Efecto del sexo sobre el peso de vellón sucio en alpacas tuis de diferentes rebaños

Lugar	Edad	Peso de vellón sucio (kg)		Autor
		Hembra	Macho	
Sais Pachacútec	12 meses	1.15	1.19	Apomayta (1996)
Sais Pachacútec	12 meses	1.56	1.72	Marín (2007)
Mallkini - Puno	12 meses	1.80	1.90	Palacios (2009)
La Raya - Puno	Primera esq.	1.47	1.49	Calcina (2007)

Con respecto al efecto de la localidad sobre el peso de vellón, Moreno (2005) señala que la producción de fibra varía de acuerdo con el nivel tecnológico de la explotación, donde un nivel medio puede obtener 1.26 y 1.22 kg en tuis machos y hembras respectivamente.

2.3.3 Longitud de mecha

La longitud de la mecha es una característica que mide el crecimiento de la fibra durante un año o de una esquila a otra. Es la segunda característica de mayor importancia, luego del diámetro, siendo muy importante para decidir si la fibra será sometida al proceso textil de cardado o peinado (Solís, 2000). Los vellones con longitudes de mecha mayores a 7.5 cm serán destinados al proceso textil del peinado, mientras que los de menor longitud serán destinados al proceso de cardado (Villaruel, 1963). La longitud de mecha juega un rol decisivo en la producción del animal, por ser el factor que más contribuye al peso de vellón (Carpio, 1991).

La longitud de mecha varía ampliamente en relación con la edad y raza, gestación, lactancia, época de esquila, época del año, enfermedades, estrés y levemente en relación con el sexo (Solís, 2000; Bustinza, 2001). Otros factores relacionados al crecimiento de la fibra son el

clima y la nutrición. El crecimiento de la fibra es mayor en épocas lluviosas donde existe buena calidad nutritiva y mayor disponibilidad de los pastos naturales (Palacios, 2009).

Apomayta (1996) señala que para los efectos de edad, raza, sexo, nutrición y grado de mejoramiento genético los vellones de alpacas presentan variabilidad en las características productivas y tecnológicas de la fibra. En cashmere y mohair, McGregor (1998) menciona que los factores bio-geofísicos como fotoperiodo, sistema clima-vegetación, sistema suelo-planta y entre otros, afectan el crecimiento de estas fibras.

Con respecto al efecto de la edad sobre la longitud de la mecha, Bustinza (1991) indica que en alpacas tuis la longitud de mecha es más larga y a medida que aumenta la edad, la longitud va disminuyendo. Haytara (2007) indica que la longitud de mecha en alpacas disminuye progresivamente al pasar los años, reportando valores promedios de 12.6, 12.15, 11.2 y 10.4 cm en animales de uno, dos, tres y siete años, respectivamente. Por otro lado, Candio (2011) en un estudio realizado en la Sais Pachacútec, confirma a lo señalado anteriormente presentando valores promedios de 10.14, 13.72, 13.68 y 10.63 cm para alpacas de uno, dos, tres y mayor a tres años, respectivamente.

En relación con el efecto del sexo sobre la longitud de mecha en alpacas de primera esquila. En un grupo de alpacas Huacaya de un año en la Sais Pachacútec (Tabla 4), Marín (2007) y Apomayta (1996) reportan que no hay diferencias significativas para el efecto del sexo, al igual que Candio (2011) en alpacas tuis no identificó diferencias significativas entre sexos. Por otro lado, Siguayro (2009) para alpacas tuis de INÍA-Quimsachata (Puno), no identificó diferencias significativas entre hembras y machos.

Candio (2011) en su estudio realizado en dos unidades de producción de la Sais Pachacútec, con respecto a la longitud de mecha, encontró diferencias significativas ($p < 0.01$) entre las unidades de producción, reportando valores promedios de 9.52 y 10.76 cm para Corpacancha y Cuyo, respectivamente. Barrantes (2012) indica que las alpacas adultas mantienen una longitud de mecha igual a 7.5 cm en los distintos sistemas de producción, encontrando promedios de 8.9, 7.0 y 6.9 cm para cooperativas comunales, asociaciones ganaderas y granjas comunales, respectivamente.

Tabla 4: Efecto del sexo sobre la longitud de mecha en alpacas tuis de diferentes rebaños.

Lugar	Edad	Longitud de mecha (cm)		Autor
		Hembra	Macho	
Sais Pachacútec	12 meses	11.03	12.40	Apomayta (1996)
Sais, Pachacútec	1 año	12.75	12.38	Marín (2007)
Sais Pachacútec	1 año	10.44	10.22	Siguayro (2009)
Sais, Pachacútec	1 año	10.52	9.76	Candio (2011)

Con relación al efecto del año sobre la longitud de mecha en alpacas tuis de primera esquila Wuliji *et al.* (2000) registraron valores promedios de 12.2 cm en alpacas tuis de entre 1 a 2 años, encontrando efecto significativo entre los años de producción.

2.4 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE ALPACA

La fibra de los camélidos, al igual la de los caprinos, se encuentra clasificada como fibras especiales, porque es utilizada en menor cantidad por la industria textil debido a que su producción es muy reducida con relación a la lana y otras fibras textiles existentes en el mercado mundial; sin embargo, la fibra de alpaca por su cualidad textil es muy buscada y cotizada (Carpio, 1991).

2.4.1 Clasificación de la fibra de alpaca

La clasificación de la fibra es el proceso de separación y selección de las fibras del vellón de acuerdo con sus calidades (Tabla 5). Los principales parámetros que se toman en cuenta son la finura o diámetro (micronaje), la longitud de mecha (largo de la mecha) y el color (tonalidad de los colores básicos naturales) (INDECOPI, 2014).

2.4.2 Diámetro promedio de fibra

El diámetro promedio de fibra (DMF) se define como el grosor o la finura de la fibra, según el sistema internacional se mide en micras (μm) y constituye una medida que define el uso y proceso textil (Carpio, 1978). Es uno de los factores más importantes en la clasificación de la fibra y es el principal determinante del precio en el mercado mundial, siendo uno de los caracteres más estudiados para realizar selección en el proceso de mejora genética (Aliaga, 2006; McGregor, 2006). Esta característica es afectada por factores que condicionan

el grado de uniformidad y variación, causadas por cambios fisiológicos en el organismo del animal debido a la nutrición, gestación, destete, enfermedades, manejo y medio ambiente (Bustinza, 2001). Franco *et al.* (2009) señalan que la nutrición juega un rol importante en la formación y maduración folicular, así como en el crecimiento y diámetro de la fibra. Así mismo, (Franco *et al.* 2006) indicaron que las alpacas hembras en el último tercio de gestación con un buen estado nutricional producen crías con mayor peso al nacimiento y también con mayor densidad folicular, lo que se interpretaría que una alta relación negativa entre densidad folicular y diámetro, a mayor densidad folicular menor diámetro de fibra.

Tabla 5: Requisitos para la clasificación de fibra de alpaca.

Grupo de calidades	Rango de finura (μm)	Longitud mín. de mecha (mm)	Humedad % max.	Sólidos minerales % max.	Grasa % max.
Alpaca Super Baby	≤ 20	65	8	6	4
Alpaca Baby	20.1 - 26.5	65	8	6	4
Alpaca Fleece	23.1 - 26.5	70	8	6	4
Alpaca Medium Fleece	26.6 - 29.0	70	8	6	4
Alpaca Huarizo	29.1 - 31.5	70	8	6	4
Alpaca Grueso	> 31.5	70	8	6	4
Alpaca corta	-	20 a 50	8	6	4

FUENTE: NTP 231.300.2014 (INDECOPI, 2014).

La determinación del diámetro medio de la fibra se puede realizar a través de varios métodos como: lanámetro o micro proyección, el air flow (flujo de aire), el analizador óptico del diámetro de fibra (OFDA®) y por escaneo laser (LaserScan®) (Aliaga, 2006).

Estudios realizados sobre el diámetro promedio de la fibra de alpacas, indican que existe un incremento del diámetro promedio a medida que aumenta la edad del animal (Villarreal, 1963; Osorio, 1986). A los 9 meses de edad, en la primera esquila se han reportado valores promedio de 17.4 μm (Bustinza, 1991). En un estudio realizado en seis organizaciones comunales de la sierra central por Corredor (2015), quien encontró efecto de la edad sobre el diámetro de la fibra siendo los animales de diente de leche que poseen vellones más finos a diferencia de las de boca llena, reportando valores de 20.53 y 24.75 μm , respectivamente.

Diversos estudios realizados sobre el diámetro promedio de fibras en alpacas tuis de un año (Tabla 6), en la Sais Pachacútec, Apomayta (1996) reporta 22.93 y 24.22 μm para tuis esquiladas a los 12 y 17 meses, respectivamente y Candio (2011) reportó un valor promedio de 18.33 μm entre machos y hembras. Por otro lado, Palacios (2009) realizó un estudio en tuis de grupo plantel y majada del fundo Malkini, registrando valores promedios de $18.74 \pm 1.87 \mu\text{m}$, indicando que los tuis de primera esquila poseen vellones más finos en comparación a los adultos. De igual manera, Diaz (2014) reporto un valor promedio de 19.60 μm para animales de un año en tres unidades de producción de Macusani, Puno.

Sobre la relación del efecto del sexo sobre el diámetro de fibras de tuis a la primera esquila, Marín (2007), Siguayro (2009) y Diaz (2014) indican que no existen diferencias significativas entre machos y hembras, pero observaron que los machos presentan menor diámetro de fibras que las hembras, esta diferencia lo explica Montes *et al.* (2008), porque los criadores realizan una selección de machos mucho más minuciosa e intensa que las hembras (Tabla 6). Otros autores, como Candio (2011), Palacios (2009) y Apomayta (1996) observaron que las hembras son levemente más finos que los machos. Bustinza (2001) y Lupton *et al.* (2006) señalan que las alpacas hembras tienen menor finura, debido a que presentan requerimientos nutricionales más altos por las diferentes condiciones fisiológicas difíciles que atraviesan como la lactación y preñez, las cuales tienen impacto en el diámetro de fibra.

Tabla 6: Efecto del sexo sobre los diámetros promedios de fibras en alpacas tuis de diferentes rebaños.

Lugar	Edad	Diámetro promedio de fibra (μm)		Autor
		Hembra	Macho	
Sais Pachacútec	1 año	22.92	22.94	Apomayta (1996)
Sais Pachacútec	1 año	22.28	21.62	Marín (2007)
Quimsachata - Puno	1 año	18.23	17.87	Siguayro (2009)
Mallkini - Puno	1 año	18.05	18.32	Palacios (2009)
Sais Pachacútec	1 año	17.87	18.79	Candio (2011)
Macusani, Puno	1 año	19.61	19.59	Diaz (2014)

Con respecto al efecto de la localidad sobre el diámetro promedio de fibras, Candio (2011) realizó un estudio en dos unidades de producción de la Sais Pachacútec y Diaz (2014) reporto

19.49, 19.58 y 19.74 μm para las unidades de producción de Parina, Texci y Pukacajaja de la comunidad de Huaylluma del distrito de Macusani – Puno; ambos autores no encontraron diferencias entre las unidades de producción. Igualmente, Braga *et al.* (2007) al evaluar el efecto de la altitud sobre la producción y calidad de la fibra en alpacas alimentadas con dietas similares, no encontró efecto sobre el diámetro de la fibra. Por otro lado, Machaca *et al.* (2017) observaron diferencias significativas entre cinco localidades del distrito de Cotaruse, Apurímac, estudio realizado en alpacas de diferentes edades.

2.4.3 Coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra

El coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra (CVDF) es una medida de heterogeneidad estandarizada en función del diámetro de fibra. Un vellón con bajo CVDF, tiene mayor uniformidad de diámetro de fibras individuales dentro de la mecha, produciendo un hilo uniforme y resistente. Matemáticamente se expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100, por lo tanto, se expresa en porcentaje (McLennan y Lewer, 2005; Manso, 2011; Quispe *et al.*, 2013).

Osorio (1986) indica que el diámetro es sensible de ser alterado por varios factores que afectan el desarrollo de toda fibra de origen animal, por lo que esta característica debe ser medida en términos de diámetro promedio y grado de variación.

Candio (2011) en su estudio realizado en la Sais Pachacútec registro un promedio de 20.13% para tuis de un año, observando mayor variabilidad en tuis hembras de la unidad de producción de Corpacancha, en el mismo estudio no encontró efecto significativo del sexo, registrando las hembras 19.84% y machos 20.42%. De igual manera, Quispe *et al.* (2009) y Corredor (2015) indicaron que no existen diferencias significativas para el efecto del sexo en alpacas de diferentes edades.

Respecto al efecto de la localidad sobre el CVDF, Candio (2011) y Ormachea *et al.* (2015) no encontraron diferencias significativas. Mientras que Machaca *et al.* (2017) reportaron que identificaron diferencias para el efecto localidad entre las cinco comunidades de Cotaruse - Apurímac. Palacios (2009) en un estudio realizado en el fundo Mallkini - Puno de alpacas tuis de majada y plantel reporto un coeficiente de variación de 25.01%, encontrando diferencias significativas para el efecto del año (campañas de nacimiento).

2.4.4 Factor confort

El factor confort (FC) o también conocido como índice confort o factor comodidad se define como el porcentaje de fibras menores a 30 micras que posee una muestra de vellón (Frank *et al.*, 2006; Quispe, 2010; Arango, 2016). Esta característica aumenta a medida que disminuye el diámetro de las fibras (Fernández y Maquera, 2012) y disminuye conforme la edad del animal aumenta.

Palacios (2009) reportó un promedio de FC a la primera esquila de 97.57% en alpacas del fundo Mallkini - Puno. En otro estudio, Quispe *et al.* (2009) en animales de distintas edades y sexo, registraron un valor promedio de 93.67%, el cual se considera como un buen factor de acuerdo con los requerimientos de la industria.

En cuanto al efecto del sexo sobre el factor confort, Candio (2011) registró valores de FC de 99.19 y 98.65% en hembras y machos, respectivamente; indicando que existe efecto del sexo, estudio realizado en un grupo de alpacas tuis de la Sais Pachacútec. Por otro lado, Arango (2016) al evaluar alpacas con diente de leche, reporta valores de 98.34 y 95.47% para machos y hembras, respectivamente. En el sur del Perú, Ormachea *et al.* (2015) registró un factor confort de 97.50% en alpacas de dos años, mientras que para el efecto del sexo obtuvo 96.19% en hembras y 94.99% en machos de diferentes edades. En otro estudio, Díaz (2014) halló un promedio de 97.44 y 96.90% para machos y hembras respectivamente de un año, señalando que el factor confort en machos es superior con respecto a las hembras ($P > 0.05$).

Respecto al efecto de la localidad sobre FC, Candio (2011) en un estudio en la Sais Pachacútec, reporta valores promedios 0.98 y 1.18% de fibras mayores a 30.5 micras para tuis de Corpacancha y Cuyo, respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre unidades de producción. Díaz (2014) registró valores de 97.43, 97.19 y 96.88% para Parina, Texci y Pukacaja pertenecientes a una comunidad del distrito de Macusani, respectivamente. Al igual, que Ormachea *et al.* (2015) estos autores no encontraron diferencias entre unidades de producción (localidades). Mientras que, Machaca *et al.* (2017) en un estudio realizado en Cotaruse-Apurímac, encontraron que existe diferencias estadísticas entre los lugares de procedencia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE ESTUDIO

La etapa de campo; se desarrolló en dos empresas alpaqueras, localizadas en la región Pasco. Estas empresas forman parte del proyecto de desarrollo liderado por la Universidad Nacional Agraria La Molina en convenio con el Consejo de Universidades Flamenecas (VLIR/UOS - UNALM).

- Cooperativa comunal San Pedro de Racco: está ubicada en la Comunidad Campesina San Pedro de Racco, distrito Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco a una altitud aproximada de 4398 m.s.n.m., entre las coordenadas -10.780015 Latitud Sur y -76.380073 Longitud Oeste.
- Ganadería y Comercio del Centro S.R.L. (Gacocen), está ubicada en la Comunidad Campesina de Lancari, Distrito Tinyahuarco, Provincia y Región Pasco. A una altitud de 4513 a 5600 m.s.n.m., entre las coordenadas -10.826337 Latitud Sur y -76.577454 Longitud Oeste.

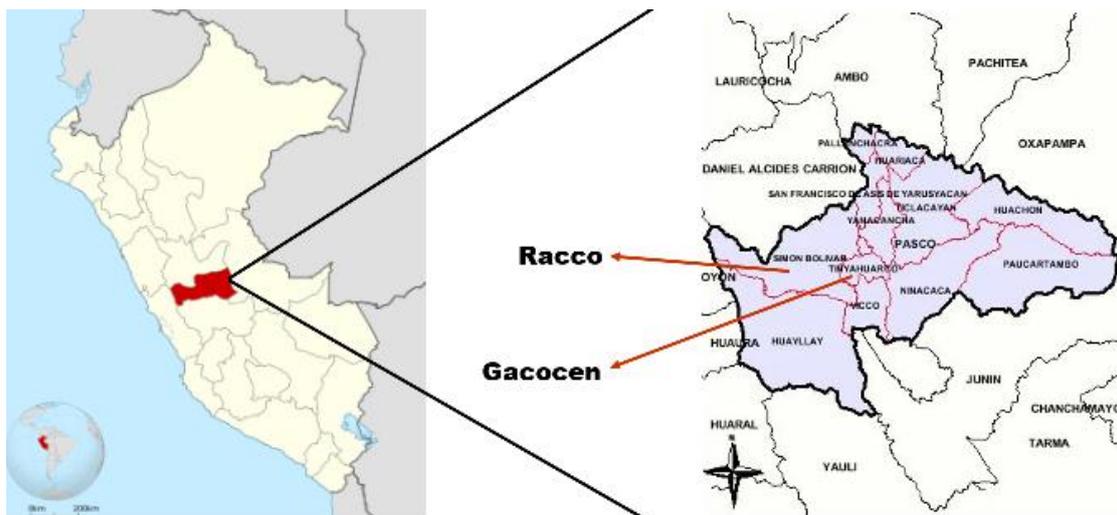


Figura 1: Ubicación geográfica de las empresas alpaqueras en estudio.

La etapa de laboratorio; se realizó en el laboratorio de fibras textiles, pieles y cueros “Alberto Pumayalla Díaz” perteneciente al Programa de Investigación y Proyección Social en Ovinos y Camélidos Americanos, de la Facultad de Zootecnia, de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.2 DE LOS ANIMALES

Se utilizó información proveniente de registros de alpacas tuis Huacaya color blanco, correspondientes a la campaña de nacimiento 2015 y 2016 con un total de 457 registros de alpacas tuis entre hembras y machos de primera esquila con una edad promedio de 420 días pertenecientes al grupo plantel de reproductores de las dos empresas alpaqueras en estudio. En la Tabla 7 se muestra la estructura de los datos utilizados según variable para cada una de las características productivas y tecnológicas, realizada durante la campaña de esquila 2016 y 2017.

Tabla 7: Estructura de datos utilizados por factores y variables dependientes.

Factor en estudio		Características productivas			Características tecnológicas		
		Peso vivo	Peso vellón sucio	Longitud de mecha	Diámetro promedio de fibra	Coefficiente de variación	Factor confort
Empresa	Gacocen	245	276	252	252	252	252
	Racco	83	66	85	87	87	87
Sexo	Hembra	173	185	178	178	178	178
	Macho	155	157	159	161	161	161
Año	2016	131	124	99	100	100	100
	2017	197	228	238	239	239	239
Total		328	342	337	339	339	339

3.3 METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló en dos etapas: etapa de campo y etapa de laboratorio.

3.3.1 Etapa de campo

La etapa de campo se realizó durante la faena anual de esquila de alpacas tuis hembras y machos en ambas empresas. En el año 2016, la esquila se realizó en los meses de enero (Racco) y abril (Gacocen), mientras que en 2017 fue realizado en los meses de febrero (Racco) y mayo (Gacocen). Para la esquila los animales fueron trasladados a la playa de

esquila. Durante las esquilas se efectuó la recopilación de datos para la evaluación de las características productivas (peso vivo, peso de vellón y longitud de mecha) y la colección de muestras de fibra para envío posterior a laboratorio.

a. Peso vivo

Después del proceso de esquila se registró el número de arete de los animales y su respectivo peso vivo, utilizando una balanza de plataforma con precisión de 0.5 kg.

b. Peso de vellón

El peso del vellón (vellón propiamente dicho y las bragas) se registró después de terminada la esquila, utilizando una manta y una balanza electrónica con 0.05 kg de precisión.

c. Longitud de mecha

La medición de la longitud de mecha se realizó con una regla metálica graduada colocado perpendicularmente en la zona del costillar medio (Figura 2), tomando en consideración la medida entre la base de la piel y el extremo de la mecha, fue expresada en cm.

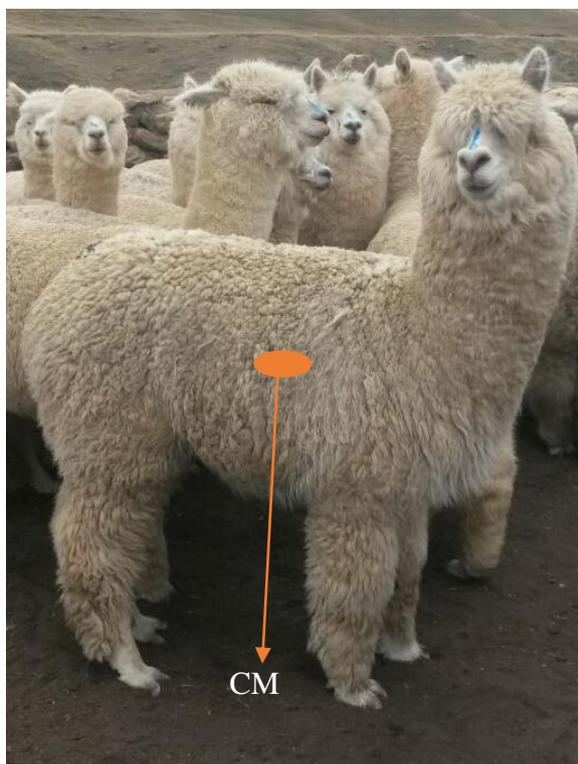


Figura 2: Área de muestreo de fibra de alpacas en el costillar medio (CM).

3.3.2 Etapa de laboratorio

El proceso de lavado y análisis de muestras de fibra de alpaca, se realizaron en el Laboratorio de Fibras Textiles, Pielés y Cueros “Alberto Pumayalla Díaz”.

a. Lavado de muestras de fibra

El proceso de lavado se realizó utilizando un equipo leviatán, siguiendo los pasos de la IWTO-19 (2011).

- Lavado en tina 1 con agua caliente (50 - 55 °C) y el tiempo de agitación fue durante 3 a 5 minutos.
- Lavado en tina 2 con solución de agua caliente (50 - 55 °C) con detergente TINOVETINA® y fue agitado por 5 a 10 minutos.
- Lavado en tina 3, con solución de agua caliente (50 - 55 °C) y jabón BP-NID®, por 3 a 5 minutos.
- Enjuague en tina 4 con agua a temperatura ambiente, luego se exprimió y se dejó secar a temperatura ambiente.

b. Acondicionamiento de las muestras

Después del proceso de lavado, las muestras fueron llevadas a una estufa con ventilación forzada a 105 °C durante dos horas, luego las muestras fueron acondicionadas durante 8 horas en un ambiente con una humedad relativa de 65% ($\pm 3\%$) y temperatura de 20 °C (± 2 °C), estas condiciones fueron seguidas de acuerdo con las regulaciones de la norma internacional IWTO-52 (2012). Durante este proceso se realizó el cardado de la muestra con la finalidad de abrir, paralelizar, eliminar las impurezas y dar homogeneidad a la fibra.

c. Análisis de muestras de fibras

Para la determinación de los parámetros de calidad de la fibra de alpaca, se siguió la metodología IWTO-12 (2012) de acuerdo con esta norma, una pequeña porción de cada muestra fue cortada mediante una guillotina en pequeños fragmentos de 2 mm de longitud. Con el uso de una pinza fueron colocadas en el recipiente de dispersión del equipo Sirolan LaserScan® (Figura 3). Obteniendo como resultados lo siguiente: Diámetro promedio de fibra (DF): promedio del diámetro de 1000 fibras analizadas dentro de cada muestra, desviación estándar, coeficiente

de variación del diámetro promedio de fibras (% CV), curvatura media (deg/mm) y factor de confort (FC).



Figura 3: Equipo Sirolan LaserScan utilizado para el análisis de fibra.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para evaluar el peso vivo, peso de vellón, longitud de mecha, diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra y factor confort de la fibra de alpacas tuis, se ajustaron los datos usando la edad del animal en días como covariable. Asimismo, se realizó la transformación logarítmica del factor confort (FC) a factor picazón mediante la ecuación $\log(100 - FC)$, logrando cumplir el supuesto de normalidad.

Se utilizó el análisis de covarianza (ANCOVA) y la prueba de F para determinar la significancia estadística de los efectos simples y de las interacciones. Luego se realizó la prueba de comparación DLS (Diferencia Límites de Significación) para la comparación de las diferentes combinaciones de niveles de los factores. El análisis estadístico se realizó utilizándose el programa estadístico SAS mediante el procedimiento GLM.

El modelo estadístico usado para el análisis de datos de las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpaca, como el peso vivo, peso de vellón y longitud de mecha, diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro fibra y factor confort fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + L_j + A_k + E + (SxL)_{ij} + (SxA)_{ik} + (LxA)_{ik} + (SxLxA)_{ijk} + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta peso vivo, peso de vellón, longitud de mecha, diámetro promedio de fibra, coeficiente de variación del diámetro fibra y factor confort.

μ = Media poblacional de la variable respuesta

S_i = Efecto del sexo (i = hembra y macho).

L_j = Efecto de la empresa (j= Gacocen y Racco).

A_k = Efecto del año (k= 2016 y 2017).

$E = \beta_1 (X - \bar{X})$; edad a la primera esquila

X_{ijk} = Edad a la primera esquila (días)

\bar{X} = Media de edad

β_1 = Coeficiente de regresión lineal de Y_{ijk} sobre X_{ijk}

$(SxL)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre sexo y empresa

$(SxA)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre sexo y año

$(LxA)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre empresa y año

$(SxLxA)_{ijk}$ = Efecto interacción entre sexo, empresa y año

e_{ijk} = Error residual.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LA FIBRA DE ALPACA

La edad promedio a la primera esquila fue 420 días durante el periodo de evaluación. Esta característica muestra una alta variabilidad durante los años evaluados, donde los tuis de las empresas fueron esquilados a una edad promedio de 372 y 435 días para Racco y Gacocen, respectivamente. Las variables de evaluación de las características productivas como los promedios y error estándar del peso vivo a la esquila (PV), peso de vellón sucio (PVS) y longitud de mecha (LM) por sexo, año y localidad, se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8: Promedio de mínimos cuadrados y error estándar (EE) de las características productivas de la fibra de alpacas tuis para los efectos del sexo, año y empresa.

Factor	Peso vivo (kg)			Peso vellón (kg)			Longitud mecha (cm)		
	n	Media	EE	n	Media	EE	n	Media	EE
<i>Sexo</i>									
Hembra	173	38.54 ^a	0.43	185	1.95 ^a	0.03	178	13.72 ^a	0.15
Macho	155	36.84 ^b	0.49	157	2.01 ^a	0.08	159	13.74 ^a	0.18
<i>Año</i>									
2016	131	39.50 ^a	0.57	124	1.69 ^a	0.04	99	12.40 ^a	0.21
2017	197	35.90 ^b	0.40	218	2.26 ^b	0.08	238	15.07 ^b	0.13
<i>Empresa</i>									
Racco	83	38.45 ^a	0.79	66	2.23 ^a	0.09	85	13.39 ^a	0.26
Gacocen	245	39.95 ^a	0.33	276	1.72 ^b	0.02	252	14.08 ^b	0.11
Total	328	36.76		342	1.79		337	14.57	

a, b letras diferentes indican diferencias entre variables

4.1.1 Peso vivo a la primera esquila

En la Tabla 8 se presenta el promedio de mínimos cuadrados de los pesos vivos a la primera esquila de alpacas tuis de acuerdo con los efectos del sexo, año y empresa. El promedio total de peso vivo a la esquila a la primera esquila fue 36.76 kg, este valor es superior a lo reportado por Apomayta (1996) y Candio (2011) quienes realizaron estudios en alpacas tuis de un año de la SAIS Pachacútec cuyo peso promedio a la primera esquila fue 33.3 kg y

31.89 kg, respectivamente. Esto podría deberse a diversos factores como el manejo de animales, la calidad nutritiva de los pastos y los efectos ambientales. Asimismo, se encontró efecto significativo del sexo, año e interacción entre empresa por sexo y empresa por año.

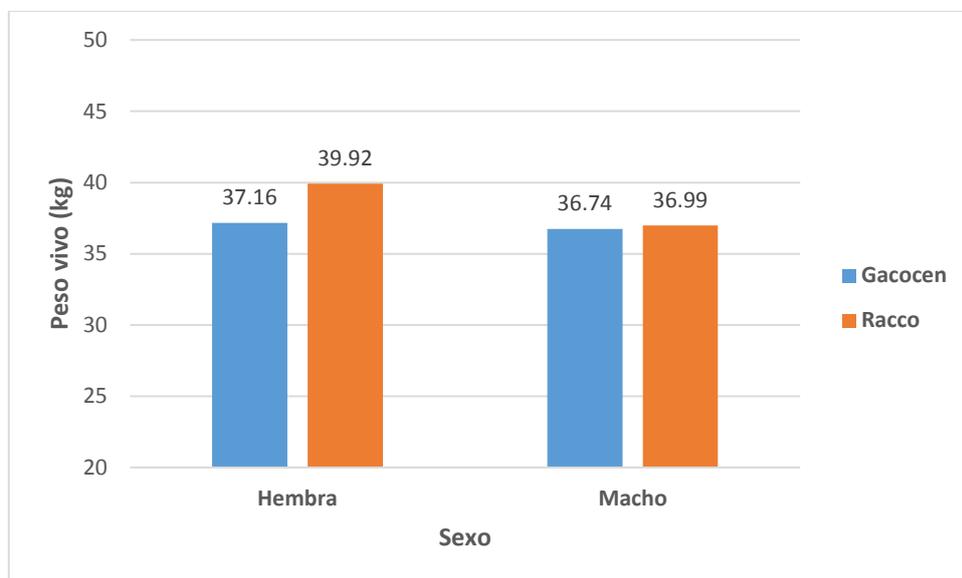


Figura 4: Interacción empresa por sexo para el peso vivo a la esquila.

Se encontró diferencias estadísticas ($p < 0.05$) para el efecto del sexo. En la Tabla 8, se observa que las alpacas hembras presentan mayor peso vivo que los machos, siendo este valor promedio de mínimos cuadrados de 38.54 y 36.84 kg respectivamente. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Marín (2007) y difieren a Apomayta (1996) y Candio (2011) quienes no encontraron diferencias significativas para efectos del sexo. Esta diferencia posiblemente se debe a los cambios de estados fisiológicos de la pubertad donde los animales con buena alimentación tienen una madurez sexual temprana, en los machos al estar dentro de la etapa reproductiva por un efecto hormonal cambian de conducta, lo que influye en un bajo consumo de alimento y se refleja en el peso vivo.

La interacción empresa por sexo para el peso vivo en alpacas tuis de primera esquila resulto significativa ($p < 0.05$). En la Figura 4, se observa que existen diferencias estadísticas ($p < 0.01$) entre hembras, presentando Racco un mayor valor promedio de peso vivo que Gacocen. No se encontró diferencias significativas entre machos, siendo el peso vivo similar en ambas empresas. La diferencia en el peso vivo de las alpacas hembras entre ambas empresas, posiblemente se deban a que Racco cuenta con mayor área de pastoreo, alta

disponibilidad de recurso forrajero de buena condición; en cambio Gacocen tiene menor área territorial, además está ubicado sobre los 4500 msnm, donde las condiciones ambientales son extremas (heladas, nevadas, sequias etc.), baja calidad y disponibilidad de pastos, que influye directamente sobre el peso vivo de los animales.

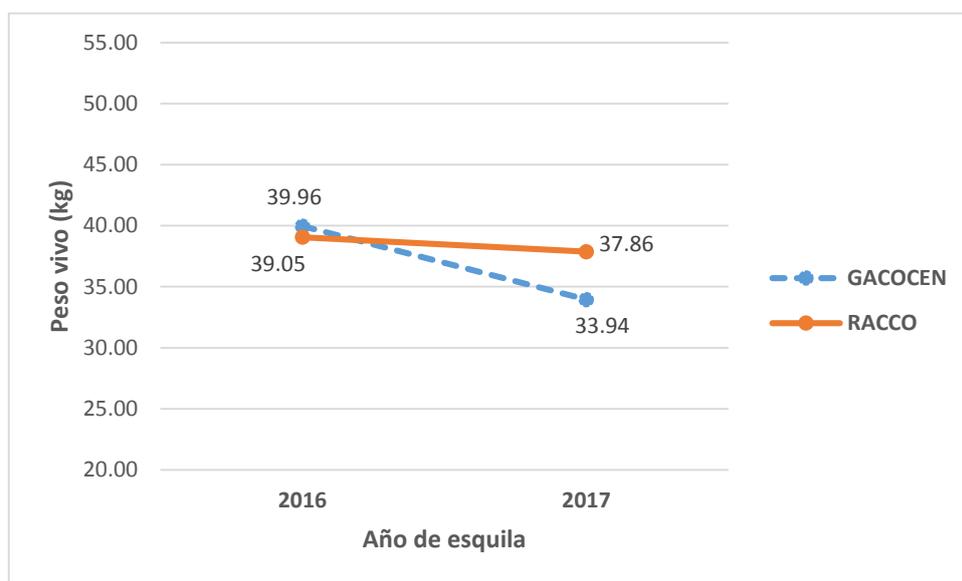


Figura 5: Interacción empresa por año de esquila para el peso vivo a la esquila.

Para la interacción empresa por año de esquila se encontró diferencia altamente significativa ($p < 0.01$). El peso vivo de las alpacas en las empresas varía a través de los años, existiendo diferencias entre 2016 y 2017 (Figura 5). En el año 2016 no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) entre ambas empresas, siendo el peso vivo de las alpacas de Gacocen levemente superior a Racco 39.96 y 39.05 kg, respectivamente. Por otro lado, se observó diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) para el año 2017, donde la empresa Gacocen presenta menor peso vivo a la esquila que Racco (33.94 y 37.86 kg respectivamente). Para la campaña de esquila del 2016 y 2017 se observa diferencias significativas ($p < 0.01$) dentro de la empresa Gacocen.

Estas diferencias podrían deberse a diversos efectos ambientales, sobre todo las variaciones climáticas anuales que ocasiona ausencia de lluvias y en consecuencia baja disponibilidad y calidad nutritiva de pastos (Palacios, 2009) encontrándose valores de 38.45 y 39.95 kg, respectivamente (Tabla 8), esto confirma a lo señalado por Barrantes (2012), que indica que las alpacas provenientes de cooperativas comunales y empresas tienen mayor peso a la

esquila que las granjas comunales y asociaciones ganaderas. Sin embargo, en esta investigación se puede decir que las alpacas tuis provenientes de las cooperativas comunales (Racco) tienen mayor peso vivo a la esquila que las empresas individuales (Gacocen); por otro lado, no se identificó diferencias entre ambas empresas para la campaña de esquila 2016, ni tampoco efecto del año, presentando ambas empresas pesos similares.

4.1.2 Peso de vellón sucio

En la evaluación del peso de vellón de alpacas tuis de primera esquila, se encontró un valor promedio de 1.79 kg (Tabla 8). Este valor obtenido es superior a lo reportado por Apomayta (1996), quien realizó un estudio en tuis de 12 meses de edad en la Sais Pachacútec, encontrando un valor promedio de 1.17 kg, y es inferior a lo reportado por Palacios (2009) en alpacas de un grupo plantel y majada del fundo Mallkini, hallando 1.85 kg. Este peso superior puede ser debido a que los animales evaluados pertenecen al grupo de plantel, además son alimentados con pastos naturales de buena condición, cercados y conservados durante seis meses previos al destete. Además, se encontró efecto significativo de la empresa, año y de la interacción entre la empresa y el año.

Con relación al efecto del sexo sobre el peso de vellón sucio (Tabla 8), no se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$), siendo la producción de los machos (2.01 kg) similar a las hembras (1.95 kg). Estos resultados coinciden a lo reportado por Apomayta (1996) y Corredor (2015) quienes no encontraron diferencias, mientras que Marín (2007) halló diferencias significativas para el efecto sexo, reportando 1.56 y 1.72 kg para hembras y machos, respectivamente.

En relación con el efecto de la empresa sobre el peso de vellón sucio se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$), donde el peso de vellón obtenido en Racco fue superior a Gacocen (Tabla 8), estas diferencias pueden ser debidas al manejo, capacidad de carga, al microclima entre otros (Gallardo *et al.*, 2008). La diferencia de pesos puede estar atribuidos al tipo de esquila ya que cada empresa tiene un objetivo diferente, Gacocen se dedica a la venta de reproductores y participación en ferias nacionales, mientras que Racco es más diversificado. Otra diferencia podría ser la ubicación geográfica, Gacocen se encuentra por encima de los 4500 msnm donde las condiciones climáticas son extremas y la disponibilidad de pastos es bajo y de condición regular.

Se encontró diferencia significativa ($p < 0.01$) del peso de vellón entre las campañas de esquila 2016 y 2017, en la Tabla 4 se muestra que en el año 2017 el peso de vellón fue mayor al 2016, con un promedio de 2.26 y 1.69 kg respectivamente. Esta variación se debe posiblemente a que el año 2017 la longitud de mecha fue superior al 2016 siendo estos valores 15.07 y 12.40 cm. Asimismo puede estar influenciada por efectos ambientales y genéticos.

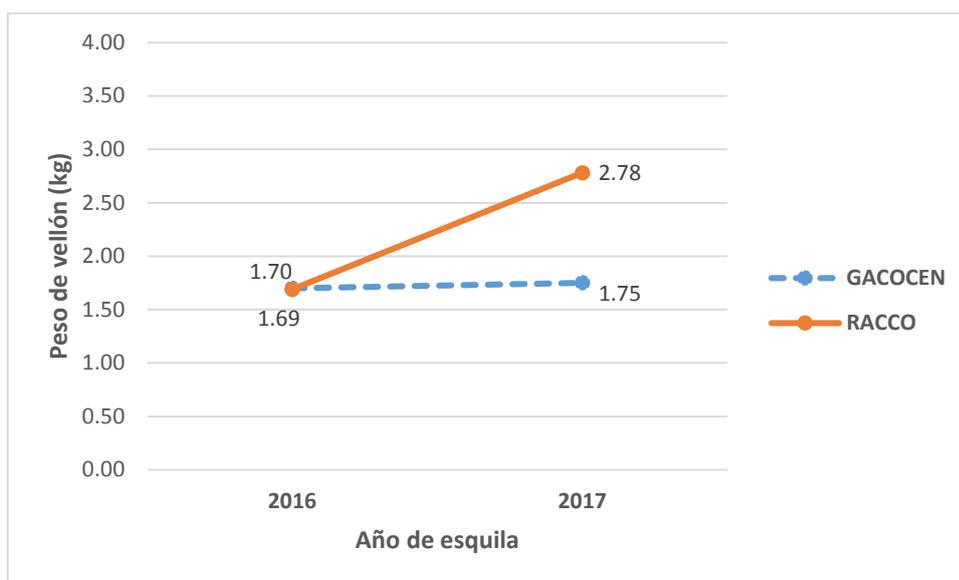


Figura 6: Interacción empresa por año de esquila para el peso de vellón sucio.

Para la interacción empresa por año de esquila sobre el peso de vellón sucio se encontró diferencia significativa ($p < 0.01$). En la Figura 6, se observa que existe diferencia entre los años 2016 y 2017. En el año 2016 no se encontró diferencias ($p > 0.05$) entre las empresas de Racco y Gacocen (1.69 kg y 1.70 kg, respectivamente), siendo similar este peso para ambos. Por otro lado, se observó diferencias significativas ($p < 0.01$) entre las dos empresas para el año 2017, donde Gacocen presenta menor peso de vellón sucio que Racco (1.75 y 2.78 kg respectivamente). Los resultados obtenidos podrían ser a diversos factores ambientales como nutrición, altitud, sanidad y manejo, siendo el más importante el factor nutricional, tal vez la mayor disponibilidad de pastos proporciona mejores condiciones nutricionales a las alpacas en comparación de la otra empresa.

Al evaluar la longitud de mecha de alpacas tuis de primera esquila el valor promedio obtenido fue de 14.57 cm (Tabla 8). Este resultado es superior a 7 cm, longitud mínima recomendada y destinado al proceso de peinado (Villaroel, 1963; Solís, 2000), también se

cumple que en alpacas tuis la longitud de mecha es más larga y a medida que aumenta la edad va disminuyendo. (Bustinza, 1991; Haytara, 2007; Candio, 2011)

En cuanto al efecto del sexo no se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) sobre la longitud de mecha. Se obtuvo un valor promedio similar de longitud de mecha entre hembras y machos siendo estos valores 13.72 y 13.74 cm, respectivamente. Este resultado es similar a lo reportado por Apomayta (1996), Marín (2007) y Siguayro (2009), pero difiere a lo obtenido por Candio (2011) quien encontró diferencias significativas ($p < 0.01$) entre hembras y machos.

Con relación al efecto del año sobre la longitud de mecha, se encontró diferencias significativas ($p < 0.01$). En la Tabla 8, se presenta mayores valores promedios para el año 2017 en comparación al año 2016, siendo estos valores 15.07 y 12.40 cm. Esta diferencia observada podría atribuirse al tiempo de crecimiento de la fibra y mayor nivel nutricional en alpacas evaluados el año 2017.

En la Tabla 8, también se presenta el valor promedio de mínimos cuadrados de 14.08 y 13.39 cm para Gacocen y Racco respectivamente. Encontrándose diferencias significativas ($p < 0.05$) para el efecto empresa sobre la longitud de mecha. Este resultado concuerda con lo reportado por Candio (2011) quien encontró diferencias significativas entre las dos unidades de producción de la Sais Pachacútec. La diferencia observada puede estar atribuida al manejo zootécnico de cada empresa, gestión para realizar la esquila en la fecha programada.

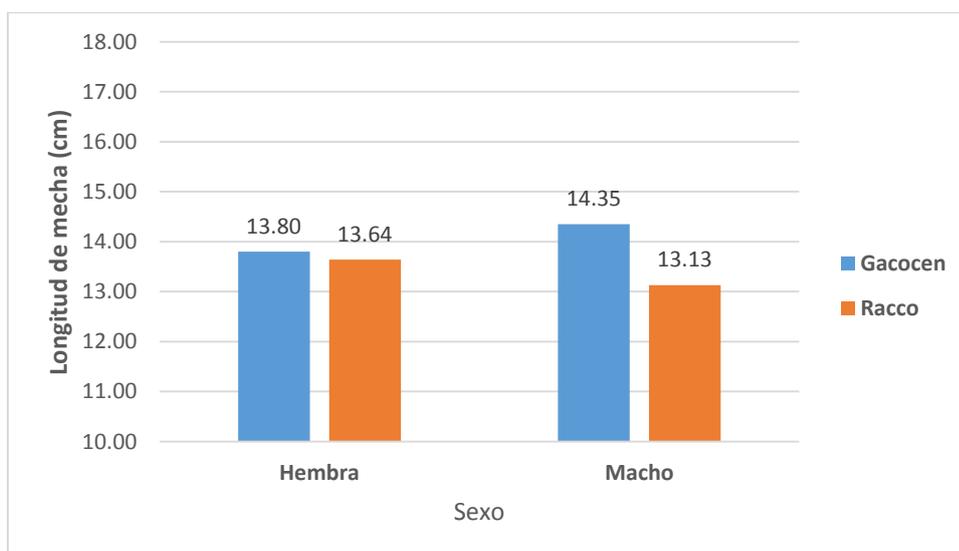


Figura 7: Interacción empresa por sexo para la longitud de mecha.

En la Figura 7, se presenta la interacción entre empresa y sexo sobre la longitud de mecha que resulto ser significativo ($p < 0.05$), observando variaciones de la longitud de mecha entre machos de Gacocen y Racco. También se observa que no existe diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre las alpacas hembras de ambas empresas. La diferencia puede estar atribuida al manejo zootécnico de cada empresa y efectos ambientales. La falta de recursos económicos, gestión interna para decidir la fecha de esquila, reprogramación de fechas de esquila.

En la Figura 8 se presenta la interacción entre sexo y año de esquila sobre la longitud de mecha; observando variaciones del promedio de longitud de mecha en tuis hembras y macho en el año 2016 y 2017. La interacción resulto estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Por otro lado, también se identificó diferencias entre hembras y machos para 2017, mientras que para el año 2016 no se encontró diferencias significativas para el efecto del sexo. Se podría decir que estas diferencias entre años son a causa de los efectos ambientales, debido a que las alpacas se crían bajo un sistema extensivo en base a pastura naturales, donde el clima ejerce influencia a través del efecto nutritivo sobre el crecimiento y el diámetro de la fibra, debido a su componente: precipitación pluvial (Quispe *et al.*, 2008).

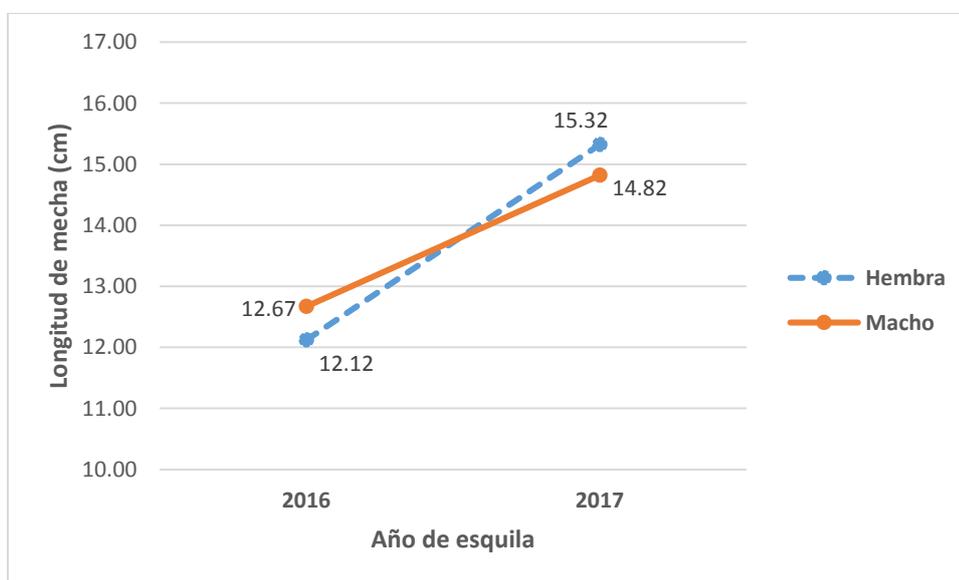


Figura 8: Interacción sexo por año de esquila para la longitud de mecha.

También se encontró que existe interacción entre empresa por año de esquila ($p < 0.05$), observando que la longitud de mecha es similar entre Racco y Gacocen en el año 2016 (Figura 9). Se halló diferencias significativas ($p < 0.05$) entre ambas empresas para el año de

esquila 2017, siendo estos valores promedios de mínimos cuadrados 14.50 y 15.64 cm, para Racco y Gacocen, respectivamente.

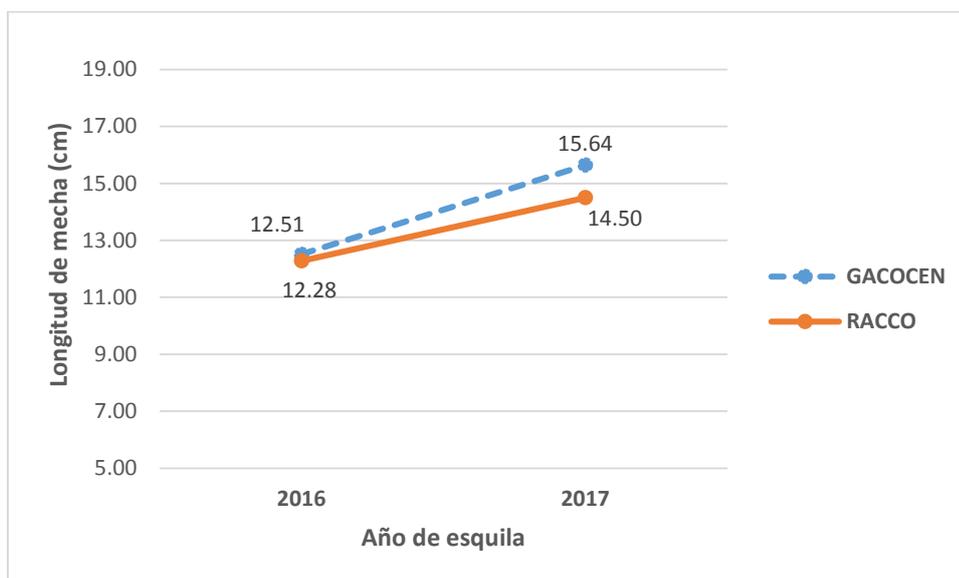


Figura 9: Interacción empresa por año de esquila para la longitud de mecha.

La diferencia encontrada para la interacción entre empresa por año de esquila, pueden estar relacionados al tiempo de esquila, la edad tiene influencia en el crecimiento de la fibra, la cual se incrementa a medida que aumenta este, siendo este crecimiento significativo en los primeros dos años de vida del animal (Haytara, 2007; Candio, 2011). Otros factores adicionales relacionados al crecimiento de la fibra son el clima y la nutrición, el crecimiento de la fibra es mayor en épocas lluviosas donde existe buena calidad nutritiva y mayor disponibilidad de los pastos naturales (Bustinza, 2001; Palacios, 2009).

4.2 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

Sobre la evaluación de las características tecnológicas de la fibra de alpaca, la Tabla 9 muestra los promedios de mínimos cuadrados y el error estándar del diámetro promedio de fibras (DF), coeficiente de variación del diámetro promedio de fibras de vellón sucio (CVDF) y factor confort (FC) por sexo, año y localidad.

4.2.1 Diámetro promedio de fibra

El diámetro promedio de fibra (DF) es la característica más importante en la clasificación de la fibra y es quien determina el precio en el mercado (Carpio 1978; Aliaga, 2006). El diámetro de fibra fue de 18.39 μm (Tabla 9), con un valor mínimo 14.50 y máximo de 25.50

µm. Los resultados obtenidos se asemejan a lo mencionado por Palacios (2009) y Candio (2011) y fue menor a lo encontrado por Apomayta (1996), Marín (2007), Diaz (2014) y Corredor (2015).

En relación con el efecto del sexo sobre el diámetro promedio de fibra se registró un valor de 18.34 y 18.78 µm para machos y hembras, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Los resultados obtenidos concuerdan con Candio (2011), quien encontró efecto del sexo ($p < 0.01$) y difiere a Marín (2007); Siguyro (2009) y Diaz (2014) quienes consideran que la variable sexo no influye en la determinación del diámetro de fibra. En cuanto al efecto de la empresa sobre el diámetro promedio de fibras, no se evidenció diferencias significativas ($p > 0.05$), obteniéndose 18.26 µm y 18.66 µm para Racco y Gacocen, respectivamente. A pesar de encontrarse a diferentes niveles de altitud presentan promedios similares confirmando a lo que señala Braga *et al.* (2007), que la altitud no tiene efecto sobre el diámetro de fibra en alpacas alimentadas con dietas similares. Además, posiblemente se deben a que ambas empresas realizan el mismo sistema de planes de mejora genética en sus rebaños.

Tabla 9: Media y error estándar (EE) de las características tecnológicas de alpacas tuis de primera esquila para el factor del sexo, año y organización.

Factor ¹	Diámetro promedio de fibras (µm)			Coeficiente de variación (%)		Factor confort (%)	
	n	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>Sexo</i>							
Hembra	178	18.78 ^a	0.16	21.61 ^a	0.25	98.04 ^a	0.15
Macho	161	18.34 ^b	0.19	20.99 ^a	0.29	98.60 ^b	0.17
<i>Año</i>							
2016	100	19.22 ^a	0.23	21.02 ^a	0.34	97.98 ^a	0.21
2017	239	17.90 ^b	0.14	21.57 ^a	0.21	98.65 ^b	0.13
<i>Empresa</i>							
Racco	87	18.49 ^a	0.29	21.67 ^a	0.43	98.03 ^a	0.26
Gacocen	252	18.62 ^a	0.13	20.92 ^a	0.19	98.61 ^a	0.12
Total	339	18.39		21.38		98.49	

a y b letras diferentes indican diferencias entre variables.

Estos resultados coinciden con Candio (2011), quien reporta valores de 18.27 y 18.39 μm para en las unidades de producción de Corpacancha y Cuyo respectivamente. De la misma manera, Díaz (2014) en un estudio realizado en Puno, indica que los lugares de procedencia no influyen en la determinación del diámetro de fibra, por estar en el mismo medio ecológico, siendo las condiciones de manejo y alimentación similares.

En la Tabla 9 se muestra el efecto del año sobre el diámetro promedio de fibras registrándose un valor promedio de mínimos cuadrados de 19.22 μm y 17.90 μm para los años 2016 y 2017 respectivamente, encontrándose diferencias altamente significativas ($p < 0.01$). Estos resultados se asemejan a lo indicado por Quispe (2010), quien señala que la diferencia entre años se debería a factores climáticos, principalmente la precipitación pluvial, los cuales tienen fuerte efecto sobre la disponibilidad de pastos y esta sobre el diámetro de promedio de fibras. No se encontró interacción significativa ($p > 0.05$) sobre la interacción empresa por año de esquila sobre el diámetro de fibra.

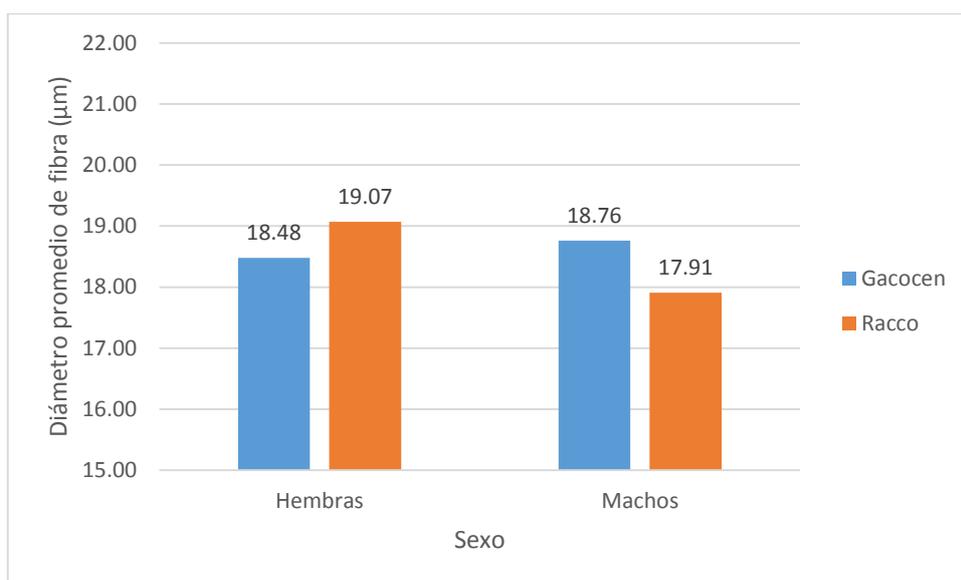


Figura 10: Interacción empresa por sexo para el diámetro promedio de fibras.

En la Figura 10, se muestra la interacción empresa por sexo sobre el diámetro promedio de fibras de alpacas tuis, que resultó ser estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Los diámetros de fibra de tuis hembras de las empresas Racco y Gacocen son similares. Existen diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre los tuis machos de ambas empresas, estas variaciones encontradas en el diámetro de fibra pueden deberse al factor alimentación, manejo, número de muestras,

factores fisiológicos, ya que juegan un rol importante en la determinación del diámetro de fibra.

Por otro lado, existe efecto significativo del sexo ($p < 0.01$) para la empresa Racco sobre el diámetro de fibras, al igual como indican Marín (2007), Siguyro (2009) y Díaz (2014), se observó que los machos tienen menor diámetro de fibra con respecto a las hembras. Esta diferencia es debido al manejo, ya que los criadores realizan una selección de machos mucho más minuciosa e intensa que las hembras (Montes *et al.*, 2008). Otros autores como Apomayta (1996), Palacios (2009) y Candio (2011) observaron que las hembras son más finas que los machos. Esta diferencia se debe a diversos factores como la alimentación y estado fisiológico, tal como señalan Franco *et al.* (2009) quienes indican que la nutrición juega un rol importante en la formación y maduración folicular, así como en el crecimiento y diámetro de la fibra. Se ha encontrado que existe una alta relación negativa entre densidad folicular y diámetro, a mayor densidad folicular menor diámetro de fibra (Franco *et al.* 2006). También, Bustinza (2001) y Lupton *et al.* (2006) señalan que las alpacas hembras tienen menor finura debido a que presentan requerimientos nutricionales más altos, por las difíciles condiciones fisiológicas que atraviesan (lactación y preñez) las cuales tienen impacto en el diámetro de fibra.

En la Figura 11, se presentan las gráficas de la distribución acumulativa del diámetro promedio de fibra de la empresa Gacocen, donde se observa que, en las hembras el 57.80% de los diámetros promedios están por debajo del valor promedio (18.48 μm). Mientras que los machos el 64.52% de los diámetros promedios están por debajo de 18.76 μm que es el valor promedio del diámetro de fibra

En la Figura 12, se presentan las gráficas de la distribución acumulativa del diámetro promedio de fibra de la empresa Racco, donde se observan que el 62.0% del diámetro promedio de las alpacas tuis hembras, están por debajo del valor promedio (19.07 μm). Mientras que en tuis machos el 56.76% de los diámetros promedios están por debajo de 17.91 μm que es el valor medio del diámetro de fibra.

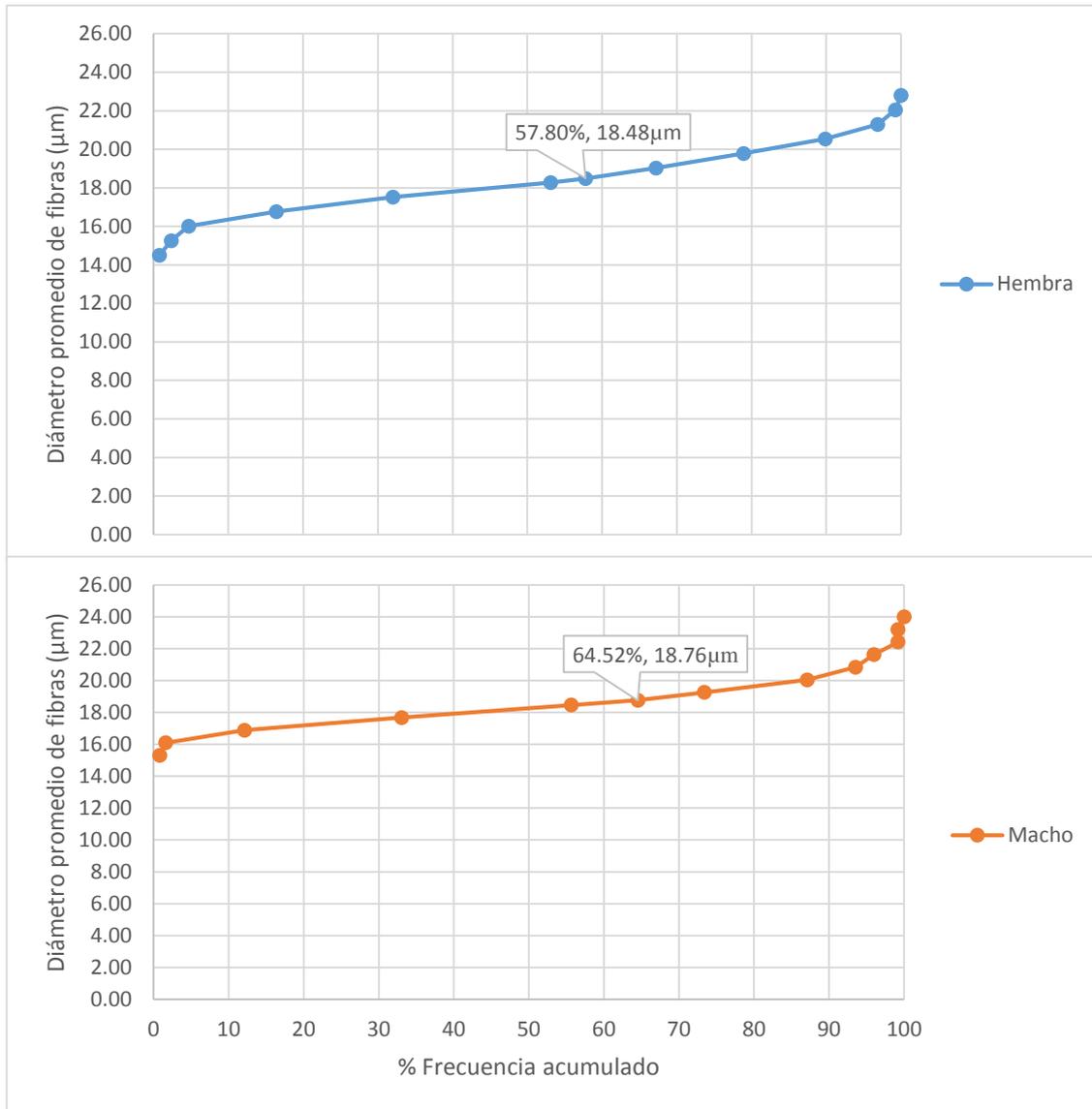


Figura 11: Distribución acumulada del diámetro promedio de fibra de alpacas tuis de la empresa Gacocen

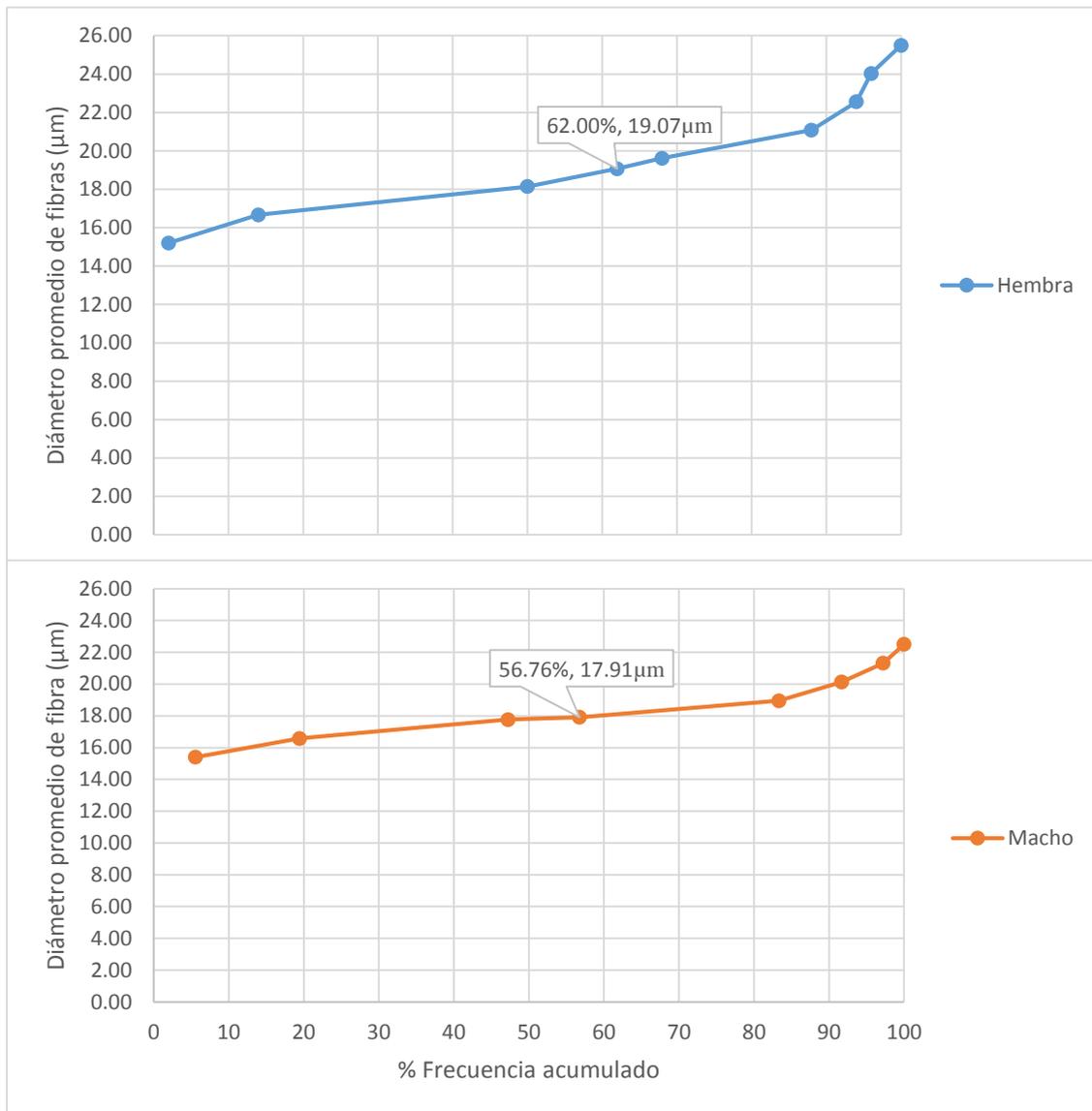


Figura 12: Distribución acumulada del diámetro promedio de fibra de alpacas tuis de la empresa Racco.

4.2.2 Coeficiente de variación del diámetro de fibra

El promedio del coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra de las muestras analizadas fue de 21.38%, valor que es ligeramente menor a lo obtenido Palacios (2009) y menor a lo reportado por Quispe (2010) y Corredor (2015), para animales diente de leche, en estudios realizados en alpacas de Pasco y Huancavelica, respectivamente; y superior a Candio (2011) quien reporto un valor promedio de 20.13% en tuis de un año de la Sais Pachacútec.

En relación con el efecto del sexo, los resultados muestran que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) entre machos y hembras, coincidiendo con lo observado por Haytara (2007), Quispe (2010) y Candio (2011) quienes no hallaron diferencias significativas para esta variable.

Respecto al efecto de la empresa sobre el coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, en Racco se obtuvo 21.67% y en Gacocen 20.92%, no hallándose diferencias significativas ($p>0.05$) entre empresas, coincidiendo a lo reportado por Quispe (2010) y Candio (2011) quienes no encontraron diferencias para el efecto localidad.

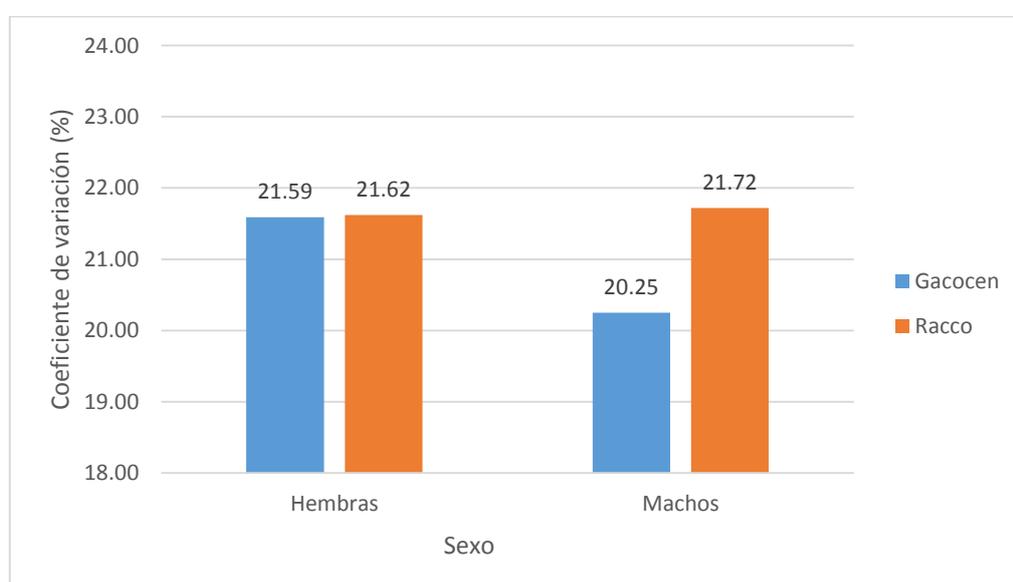


Figura 13: Interacción empresa por sexo para el coeficiente de variación del diámetro de fibra.

En cuanto al efecto del año sobre el coeficiente de variación del diámetro promedio de fibras, se obtuvo 21.02 y 21.57% para el año 2016 y 2017, respectivamente, no encontrándose diferencias significativas ($p>0.05$), resultado que difiere a lo encontrado por Palacios (2009) quien encontró diferencias significativas para el efecto de año (campana de esquila) en alpacas tuis de majada y plantel del fundo Mallkini- Puno.

La interacción empresa por sexo sobre el coeficiente de variación del diámetro promedio de fibras de las muestras analizadas resulto ser estadísticamente significativa ($p<0.05$). En la Figura 13, se observa, que el coeficiente de variación de las alpacas hembras evaluadas entre

Racco y Gacocen son similares. También existe diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre machos de ambas empresas, registrando los machos de Gacocen menor coeficiente de variación de fibra que Racco, de igual manera existe efecto del sexo ($p < 0.05$) dentro de Gacocen. Por lo tanto, los machos evaluados de Gacocen tienen mayor uniformidad que las hembras.

4.2.3 Factor Confort

En la Tabla 9, se muestra los promedios de mínimos cuadrados del porcentaje de factor confort para tuis de un año, registrándose valores promedios de 98.49%. Este valor obtenido es superior al límite permitido según la industria textil de prendas que prefiere vellones con un confort mayor o igual a 95% (INDECOPI 2014) y con un porcentaje menor a 5% de fibras mayores a 30 μm . los resultados obtenidos son superiores a Diaz (2014) y Arango (2015) quienes reportaron valores promedios de 97.17 y 96.99% para alpacas de un año y diente de leche en Puno y Pasco. Con estos resultados queda demostrado que en animales jóvenes el factor confort es siempre alto.

Con respecto al efecto del sexo sobre el factor confort, se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$), resultados que coinciden a lo reportado por Candio (2011) y Diaz (2014), pero difiere de Quispe *et al.* (2009) quienes no encontraron diferencias entre machos y hembras. En machos se halló un factor confort promedio de 98.60% mayor que en animales hembras con 98.04% (Tabla 9). Además, coincidió que los machos presentaron un menor diámetro promedio de fibra que las hembras, siendo 18.34 y 18.78 μm respectivamente (Tabla 9). Con estos resultados se podrían sugerir que las muestras analizadas de los machos brindan mayor comodidad debido a que presentan menor diámetro de fibras y por ende mayor factor confort. En cuanto al efecto de la empresa sobre el factor confort en alpacas tuis, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$), la empresa de Gacocen (98.61%) presento mayor factor confort que Racco (98.03%), resultados que son similares a lo obtenido por Candio (2011) y Diaz (2014) quienes indican que no existe diferencia estadística para efectos de procedencia y unidad de producción, debido a que los valores de diámetro de fibra son similares entre las empresas.

Con respecto al efecto del año de esquila sobre el factor confort en alpacas tuis, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), los valores promedios de factor confort en el año 2017 fueron más altos que en el año 2016 (98.65% y 97.98%, respectivamente), lo que podría explicarse que en el año 2017 los animales presentaron menor diámetro de fibra que el año 2016.

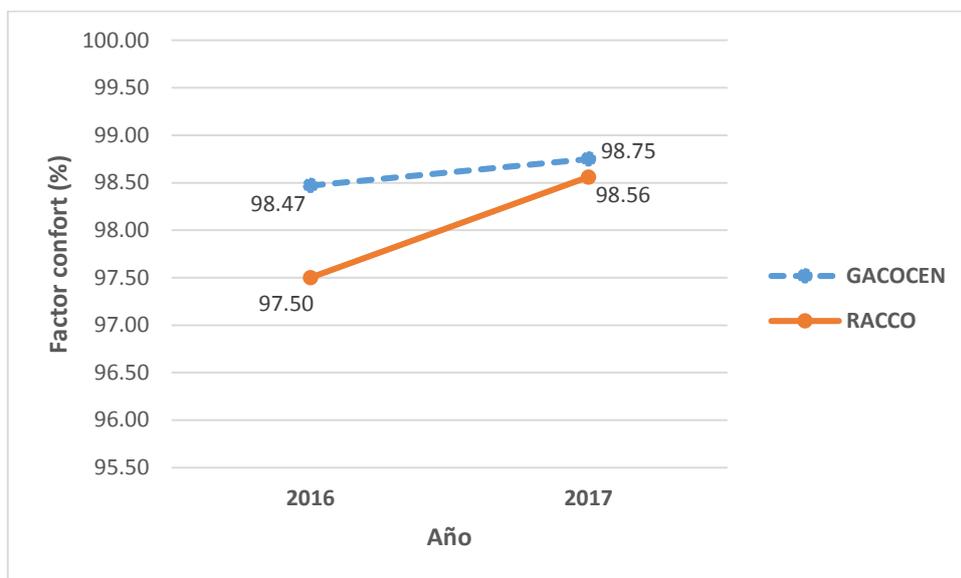


Figura 14: Interacción empresa por año de esquila para el factor confort.

La interacción empresa por año de esquila sobre el factor confort en fibra de alpacas tuis, que resulto significativa ($p < 0.05$). En la Figura 14, se observa que, en el año 2017, el factor confort es similar en las empresas de Racco y Gacocen. Sin embargo, el año 2016 el factor confort fue mayor para los animales de Gacocen ($p < 0.05$) con respecto a Racco. Esto concuerda con lo mencionado por Frank *et al.* (2006) respecto a la relación del diámetro promedio de fibra con el factor confort, e indica que las fibras finas tendrán valores de factor confort alto y sucediendo lo contrario con las fibras gruesas. No existen diferencias significativas entre los años 2016 y 2017 para la empresa Gacocen.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se realizó el presente estudio se formulan las siguientes conclusiones:

1. Las alpacas de las empresas Racco y Gacocen difirieron en el valor promedio del peso vivo para los años 2016 y 2017, evidenciando una interacción año-empresa debido a diferencias ambientales y de manejo.
2. La longitud de mecha en alpacas a la primera esquila en las empresas Racco y Gacocen fue mayor en el 2017, siendo las alpacas machos de Gacocen las que mostraron mayor crecimiento de la fibra y las alpacas de Racco obtuvieron mayor peso de vellón sucio.
3. El diámetro promedio de fibra de alpacas de primera esquila vario entre los años de esquila, siendo menor en el 2017 y en las alpacas machos de Racco.
4. El coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra en alpacas machos de primera esquila fue diferente entre las empresas Racco y Gacocen, obteniéndose mayor uniformidad en Gacocen.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios en alpacas tuis de primera esquila, en diferentes rebaños alpaqueros, para tener mayor información de las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpaca en la Región Pasco.
- Evaluar las correlaciones fenotípicas de las características diámetro promedio de fibra, desviación estándar del diámetro de fibra, y longitud de fibra, con otras como porcentaje de medulación y resistencia en alpacas Huacaya de primera esquila.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aliaga, J. 2006. Producción de ovinos. 1 ed. Lima, Perú. Juan Gutemberg Editores-Impresores.

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 Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. 90 p.

Arango, SJS. 2016. Variación del factor confort en vellones de alpaca huacaya con relación al sexo y edad. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. 32 p.

Aylan - Parker, J; McGregor, BA. 2002. Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Ruminant Research* 44:53-64.

Barrantes, C. 2012. Caracterización de planteles en los sistemas de producción alpaquera de la Sierra Central. Tesis Mg. Sc. Lima, Perú, UNALM. 97 p.

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

Bustinza, V. 1991. Mejoramiento genético. *In* Producción de rumiantes menores: Alpacas. Novoa, C; Florez, A (eds). RERUMEN. Lima. Perú. p. 113-128.

Bustinza, V. 2001. La alpaca: Crianza, Manejo y Mejoramiento. 1 ed. Puno, Perú, Editorial Universitaria. 343 p.

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 Mg. Sc. Lima, Perú, UNALM.

Candio, JR. 2011. Caracterización de la fibra del plantel de alpacas de la SAIS Pachacútec – Junín. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. 72 p.

- Carpio, M. 1978. Tecnología de lanas y comercialización. Lima, Perú, UNALM, POCA. 62 p.
- Carpio, M. 1991. La fibra de camélidos. *In* Producción de rumiantes menores: Novoa, C; Florez, A. (eds). RERUMEN. Lima, Perú. p. 295-356
- Corredor, FA. 2015. Relación entre las clases de evaluación visual y el peso de vellón, peso vivo y finura en alpacas Huacaya de Pasco. Tesis Mg. Sc. Lima, Perú, UNALM. 47 p.
- De Gea, SG. 2007. El ganado lanar en la argentina. Producción ovina de lana. (en línea). Rio Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado 01 jun. 2018. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina.html.
- Diaz, JA. 2014. Principales características de la fibra de alpacas huacaya y suri del sector Chocoquilla- Carabaya. Tesis MVZ. Puno, Perú, UNA. 38 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2005. Situación Actual de los Camélidos Sudamericanos en Perú (en línea). 63 p. Consultado 2 ago. 2018. Disponible en <http://filer.livinginperu.com/features/alpacas-peru-report-2005.pdf>
- Fernández, E; Maquera, Z. 2012. Diámetro de fibra e índice de picazón y confort en alpacas hembras de raza suri en puna húmeda. Revista ALLPAK´A, Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos 16:59-67.
- Flores, E; Gutiérrez, G; Trejo, W; Tellez, J; Zarate, A. 1993. Manual: Producción de alpacas y tecnología de sus productos. Lima, Perú, Proyecto TTA. 142 p.
- Franco, F. 2006. Efecto alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. Tesis Mg. Sc. Lima, Peru, UNMSM. 116 p.
- Franco, F; San Martin, F; Ara, M; Olazábal, L; Carcelén, F. 2009. Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 20(2):187-195.
- Frank, EN; Hick, MVH; Gauna, C; Lamas, H; Reniere, C; Antonini, M. 2006. Phenotypic and genetic description of fiber traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). Small Ruminant Research 61:113-129.

- Gallardo, M; Gómez, A; Torres, J; Walter, A. 2008. Cambio climático en el Perú: instituciones, investigadores, políticas, programas, proyectos y recopilación bibliográfica. Primera aproximación. Lima, Perú, ITDG. 130 p.
- Haytara, J. 2007. Evaluación de parámetros tecnológicos de la fibra de alpaca mediante método de LaserScan y microproyección. Tesis Mg. Sc. Lima, Perú, UNALM. 85 p.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2013. Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012 (en línea). Perú. Consultado 01 jun. 2018. Disponible en <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39752>
- IWTO (International Wool Textile Organisation). IWTO-12:2012. Measurement of the mean and distribution of fibre diameter using the Sirolan-LaserScan fibre diameter analyser. Brussels, Belgium. 39 p.
- IWTO (International Wool Textile Organisation). IWTO-19:2011. Determination of wool base and vegetable matter base of core samples of raw wool. Brussels, Belgium. 39 p.
- IWTO (International Wool Textile Organisation). IWTO-12:2006. Conditioning procedures for testing textiles. Brussels, Belgium. 35 p.
- Lupton, CJ; McColl, A; Stobart, RH. 2006. Fiber characteristics of the huacaya alpaca. *Small Ruminant Research* 64:211-224.
- Machaca, V; Bustinza, AV; Corredor, FA; Paucara, V; Quispe, EE; Machaca, R. 2017. Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 28(4):843-851.
- Manso, C. 2011. Determinación de la calidad de fibra de alpaca en Huancavelica: validación de los métodos de muestreo y valoración (en línea). Tesis de Ing. Agrónomo. Navarra, España, UPNA. 121 p. Consultado 15 ago. 2018. Disponible en <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3448/577416.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- McGregor; BA. 1998. Nutrition, management and other environmental influences on the quality and production of mohair and cashmere with particular reference to Mediterranean and annual temperate climatic zones: A review. *Small Ruminant Research* 28:199-215.

- McGregor, BA. 2006. Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Ruminant Research* 61:93-111.
- McLennan, N; Lewer, R. 2005. Wool production Coefficient of variation of fiber diameter (CVFD) (en línea). Consultado 20 mar. 2018. Disponible en <http://www2.dpi.qld.gov.au/sheep/10003.html>.
- Marín, E. 2007. Efecto del sexo sobre características tecnológicas y productivas de fibra de Alpacas tuis Huacaya para su uso en la industria textil. Tesis Mg. Sc. Lima, Perú, UNALM. 113 p.
- Montes, M; Quicaño, I; Quispe, R; Quispe, EC; Alfonso, L. 2008. Quality characteristics of Huacaya Alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica. *Spanish Journal of Agricultural Research* 6(1):33-38.
- Moreno, A. 2005. Evaluación técnica económica de la producción animal. Lima, Perú UNALM. 10 p.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). 2014. Fibra de Alpaca clasificada. Definiciones, clasificación por grupos de calidades, requisitos y rotulado. Norma NTP 231.301.2014. 2 ed. Lima, Perú, INDECOPI. 28 ago. 8 p.
- Ormachea, E; Calcín, B; Olarte, U. 2015. Características textiles de la fibra en alpaca Huacaya del distrito de Corani, Carabaya, Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas* 17:215-220.
- Osorio, S. 1986. Diámetro, longitud, contenido graso y rendimiento de la fibra de alpaca Huacaya en empresas asociativas y comunidades campesinas de Puno. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM.
- Palacios, M. 2009. Evaluación técnica productiva del núcleo de alpacas Huacaya del fundo Mallkini Azángaro - Puno. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. 61 p.
- Pumayalla, A. 1980. Crianza de ovinos y alpacas. Lima, Perú, Dirección de capacitación del Cencira. 122 p.

Quispe, EC; Mueller, JP; Ruiz, J; Alfonso, L; Gutiérrez, G. 2008. Actualidades sobre adaptación, producción, reproducción y mejora genética en camélidos. 1 ed. Huancavelica, Perú, Universidad Nacional de Huancavelica. p. 93-112.

Quispe, EC; Alfonso, L; Flores, A; Guillen, H; Ramos, Y. 2009. Bases para un programa de mejora de alpacas en la región altoandina Huancavelica. Archivos de Zootecnia 58(224):705-716.

Quispe, EC. 2010. Estimación del progreso genético de seis esquemas de selección en alpacas (*Vicugna pacos* L.) Huacaya con tres modelos de evaluación en la región altoandina de Huancavelica. Tesis Ph. D. Lima, Perú, UNALM. 144 p.

Quispe, EC; Poma, A; Purroy, A. 2013 Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas de raza huacaya. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 7(1):1-29.

Ruiz, J; Gutiérrez, G; Candio, J; Corredor, A; Florez, E. Características productivas de alpacas de un núcleo genético disperso en Pasco-Perú. (en línea). In Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos (4, 2012, Arica, Chile). Raggi, LA; Rojas, I; Parraguez, VH; Sepúlveda, N (eds). Resúmenes y trabajos. p. 179. Consultado 15 agosto del 2018. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_de_camelidos/camelidos_general/83-VI_congresomundial.pdf

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 Mg. Sc. Lima, Perú, UNALM. 61 p.

Solís, R. 2000. Producción de camélidos sudamericanos. 1 ed. Pasco, Perú, Imprenta Ríos. 550 p.

Villarroel, J. 1963. Un estudio de la fibra de alpaca. Anales Científicos UNALM 1(3):246-274.

Wuliji, T. 1993. Alpaca fibre production, fibre growth seasonality and fibre characteristics variation in a cool-temperate environment of New Zealand. In International Grassland Congress (17, 1993, Massey University, New Zealand). Proc. XVII International Grassland Congress. Palmerston North, New Zealand, The Association. p. 1491-1945.

Wuliji, T; Davis, G; Dodds, K; Turner, P; Andrews, R; Bruce, G. 2000. Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. *Small Ruminant Research* 37(3):189-201.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Estructura de datos utilizados por factores y variables por año de esquila

Factor en estudio	2016				2017				
	Peso vivo	Peso Vellón Sucio	Longitud de Mecha	DF, CVDF y FC	Peso vivo	Peso Vellón Sucio	Longitud de Mecha	DF, CVDF y FC	
Empresa	Gacocen	86	80	55	55	159	196	197	197
	Racco	45	44	44	45	38	22	41	42
Sexo	Hembra	74	70	57	57	99	115	121	121
	Macho	57	54	42	43	98	103	117	118
Total	131	124	99	100	197	218	238	239	

PV: Peso vivo a la esquila; PVS: Peso de vellón sucio; LM: Longitud de mecha; DF: Diámetro promedio de fibras; CVDF: Coeficiente de variación del diámetro promedio de fibras y FC: Factor confort.

Anexo 2: Número de muestras de alpaca tuis para la interacción sexo por empresa.

Variable	Sexo	Empresa	
		Gacocen	Racco
Peso vivo (kg)	Hembra	127	46
	Macho	118	37
Longitud de mecha (cm)	Hembra	128	51
	Macho	124	35
Peso de vellón sucio (kg)	Hembra	141	44
	Macho	135	22
Diámetro promedio de fibras (μm)	Hembra	128	50
	Macho	124	37
Coeficiente de variación de diámetro promedio de fibras (%)	Hembra	128	50
	Macho	124	37
Factor Confort (%)	Hembra	128	50
	Macho	124	37

Anexo 3: Numero de muestras de alpaca tuis para la interacción empresa por año.

Variable	Empresa	Año	
		2016	2017
Peso vivo (kg)	Racco	45	38
	Gacocen	86	159
Peso de vellón (kg)	Racco	44	22
	Gacocen	80	196
Longitud de mecha (cm)	Racco	44	41
	Gacocen	55	197
Diámetro promedio de fibras (μm)	Racco	45	42
	Gacocen	55	197
Coeficiente de variación de diámetro promedio de fibra (%)	Racco	45	42
	Gacocen	55	197
Factor confort (%)	Racco	45	42
	Gacocen	55	197

Anexo 4: Numero de muestras de alpaca tuis para la interacción del sexo por año.

Variable	Sexo	Año	
		2016	2017
Peso vivo (kg)	Hembra	74	99
	Macho	57	98
Longitud de mecha (cm)	Hembra	57	121
	Macho	42	117
Peso de vellón sucio (kg)	Hembra	70	115
	Macho	54	103
Diámetro promedio de fibras (μm)	Hembra	57	121
	Macho	43	118
Coeficiente de variación de diámetro promedio de fibra (%)	Hembra	57	121
	Macho	43	118
Factor confort (%)	Hembra	57	121
	Macho	43	118

Anexo 5: Promedios de las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpaca tuis de primera esquila.

Variables	n	Promedio	SD	CV	Mínimo	Máximo
Peso vivo (kg)	328	36.76	4.32	11.78	19.40	52.00
Peso de vellón sucio (kg)	342	1.79	0.29	16.29	0.94	3.48
Longitud de mecha (cm)	337	14.57	1.42	9.73	8.70	20.00
Diámetro promedio de fibras (μm)	339	18.39	1.56	8.51	14.50	25.50
Coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra (%)	339	21.38	2.35	10.98	15.90	28.90
Factor confort (%)	339	98.49	1.42	1.44	83.80	99.90

Anexo 6: Promedios de mínimos cuadrados de características productivas y tecnológicas de la fibra de alpaca tuis para la interacción empresa por año.

Variable	Empresa	Año	
		2016	2017
Peso vivo (kg)	Racco	39.05	37.86
	Gacocen	39.96	33.94
Peso de vellón (kg)	Racco	1.69	2.78
	Gacocen	1.70	1.75
Longitud de mecha (cm)	Racco	12.28	14.50
	Gacocen	12.51	15.64
Factor confort (%)	Racco	97.50	98.56
	Gacocen	98.47	98.75

Anexo 7: Promedios de mínimos cuadrados de características de la fibra de alpaca tuis para la interacción sexo por año.

Variable	Sexo	Año	
		2016	2017
Longitud de mecha (cm)	Hembra	12.12	15.32
	Macho	12.67	14.82

Anexo 8: Promedios de mínimos cuadrados de características de la fibra de alpaca tuis para la interacción sexo por empresa.

Variable	Sexo	Empresa	
		Gacocen	Racco
Peso vivo (kg)	Hembra	37.16	39.92
	Macho	36.74	36.99
Longitud de mecha (cm)	Hembra	13.80	13.64
	Macho	14.35	13.13
Diámetro promedio de fibras (μm)	Hembra	18.48	19.07
	Macho	18.76	17.91
Coeficiente de variación de diámetro promedio de fibras (CVDF)	Hembra	21.59	21.62
	Macho	20.25	21.72

Anexo 9: Análisis de covariancia para el peso vivo en alpacas tuis.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Cal.	Pr > F	Significancia
Sexo	1	163.9801204	163.9801204	8.75	0.0033	*
Empresa	1	45.9705625	45.9705625	2.45	0.1183	NS
Año	1	552.1362377	552.1362377	29.46	<.0001	**
Sexo*empresa	1	92.5829935	92.5829935	4.94	0.0269	*
Sexo*año	1	31.0252457	31.0252457	1.66	0.1991	NS
Empresa*año	1	336.9202502	336.9202502	17.98	<.0001	**
Sexo*empresa*año	1	10.4211017	10.4211017	0.56	0.4564	NS
Edad	1	352.8876128	352.8876128	18.83	<.0001	**
Error	319	5978.171215	18.740349			
Total corregido	327	7788.189235				

$R^2 = 0.232397$

** : Diferencias altamente significativas ($p < 0.01$)

* : Diferencias significativas ($p < 0.05$)

NS: Diferencias no significativas ($p > 0.05$)

Anexo 10: Análisis de covariancia para el peso de vellón sucio en alpacas tuis.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F- Cal.	Pr>F	Significancia
Sexo	1	0.04895392	0.04895392	0.57	0.4492	NS
Empresa	1	2.40917629	2.40917629	28.25	<.0001	**
Año	1	3.97228880	3.97228880	46.58	<.0001	**
Sexo*empresa	1	0.01116990	0.01116990	0.13	0.7177	NS
Sexo*año	1	0.03051993	0.03051993	0.36	0.5501	NS
Empresa*año	1	3.51811537	3.51811537	41.25	<.0001	**
Sexo*empresa*año	1	0.00339410	0.00339410	0.04	0.8420	NS
Edad	1	2.56116192	2.56116192	30.03	<.0001	**
Error	333	28.39868854	0.08528135			
Total corregido	341	53.88178392				

$R^2 = 0.472945$

** : Diferencias altamente significativas ($p < 0.01$)

* : Diferencias significativas ($p < 0.05$)

NS: Diferencias no significativas ($p > 0.05$)

Anexo 11: Análisis de covariancia para la longitud de mecha en alpacas tuis.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Cal.	Pr>F	Significancia
Sexo	1	0.0204431	0.0204431	0.01	0.9197	NS
Empresa	1	9.8875705	9.8875705	4.93	0.0271	*
Año	1	283.7273309	283.7273309	141.35	<.0001	**
Sexo*empresa	1	15.0947840	15.0947840	7.52	0.0064	*
Sexo*año	1	14.8414907	14.8414907	7.39	0.0069	*
Empresa*año	1	10.7919392	10.7919392	5.38	0.0210	*
Sexo*empresa*año	1	6.0931171	6.0931171	3.04	0.0824	NS
Edad	1	48.4219700	48.4219700	24.12	<.0001	**
Error	328	658.371124	2.007229			
Total corregido	336	2107.422487				

R² = 0.687594

** : Diferencias altamente significativas (p<0.01)

* : Diferencias significativas (p<0.05)

NS: Diferencias no significativas (p>0.05)

Anexo 12: Análisis de covariancia para el diámetro promedio de fibras en alpacas tuis.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Cal.	Pr>F	Significancia
Sexo	1	10.70178662	10.70178662	4.37	0.0373	*
Empresa	1	0.36569580	0.36569580	0.15	0.6993	NS
Año	1	70.19869980	70.19869980	28.69	<.0001	**
Sexo*empresa	1	28.65789115	28.65789115	11.71	0.0007	**
Sexo*año	1	0.05905313	0.05905313	0.02	0.8766	NS
Empresa*año	1	3.39059303	3.39059303	1.39	0.2400	NS
Sexo*empresa*año	1	0.24865395	0.24865395	0.10	0.7501	NS
Edad	1	0.24865395	2.50103846	1.02	0.3127	NS
Error	330	807.3937571	2.4466477			
Total corregido	338	912.8454962				

R² = 0.115520

** : Diferencias altamente significativas (p<0.01)

* : Diferencias significativas (p<0.05)

NS: Diferencias no significativas (p>0.05)

Anexo 13: Análisis de covariancia para el coeficiente de variación del diámetro de fibra en alpacas tuis.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Cal.	Pr>F	Significancia
Sexo	1	21.04068642	21.04068642	3.82	0.0516	NS
Empresa	1	11.72625388	11.72625388	2.13	0.1457	NS
Año	1	12.08729178	12.08729178	2.19	0.1397	NS
Sexo*empresa	1	28.65603572	28.65603572	5.20	0.0233	*
Sexo*año	1	12.45082118	12.45082118	2.26	0.1339	NS
Empresa*año	1	16.10112782	16.10112782	2.92	0.0884	NS
Sexo*empresa*año	1	13.95894025	13.95894025	2.53	0.1125	NS
Edad	1	9.48324516	9.48324516	1.72	0.1906	NS
Error	330	1819.552408	5.513795			
Total corregido	338	1981.511271				

R² = 0.081735

** : Diferencias altamente significativas (p<0.01)

* : Diferencias significativas (p<0.05)

NS: Diferencias no significativas (p>0.05)

Anexo 14: Análisis de covariancia para el factor confort transformado en alpacas tuis.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Cal	Pr>F	Significancia
Sexo	1	0.89447120	0.89447120	9.26	0.0025	*
Empresa	1	0.14799819	0.14799819	1.53	0.2168	NS
Año	1	1.71018415	1.71018415	17.70	<.0001	**
Sexo*empresa	1	0.08342244	0.08342244	0.86	0.3535	NS
Sexo*año	1	0.06453377	0.06453377	0.67	0.4144	NS
Empresa*año	1	0.63472342	0.63472342	6.57	0.0108	*
Sexo*empresa*año	1	0.16111893	0.16111893	1.67	0.1975	NS
Edad	1	0.01645877	0.01645877	0.17	0.6801	NS
Error	330	31.88831876	0.09663127			
Total corregido	338	35.73509794				

R² = 0.107647

** : Diferencias altamente significativas (p<0.01)

* : Diferencias significativas (p<0.05)

NS: Diferencias no significativas (p>0.05)