

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“RENDIMIENTOS DE CATEGORIZACIÓN Y
CLASIFICACIÓN DE FIBRA DE ALPACA (*Vicugna pacos*)”**

Presentada por:

JOAN ERICK PARIONA LA ROTTA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

Lima - Perú

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“RENDIMIENTOS DE CATEGORIZACIÓN Y
CLASIFICACIÓN DE FIBRA DE ALPACA (*Vicugna pacos*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

JOAN ERICK PARIONA LA ROTTA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. Juan Chávez Cossio
PRESIDENTE

Ph.D. Gustavo Gutiérrez Reynoso
PATROCINADOR

Ph.D. Javier Ñaupari Vasquez
MIEMBRO

Dr. Jorge Aliaga Gutiérrez
MIEMBRO

DEDICATORIA

A mis padres Carlos y Claudia:

Por el gran amor que siempre me demuestran. Sus enseñanzas vitales, la entrega incondicional y el incansable trabajo, son el motor que pone en marcha la consecución de mis metas y me anima a no desfallecer y seguir adelante.

Quiero dedicarles este trabajo porque es mérito de ustedes

A mis hermanos; Carla, Nicolás, y mi querido Sebastián a los que tanto quiero.

A mis tíos Victoria y Pio, por su apoyo infinito, y demás familia, son mi fuerza de cada día,

y mis metas logradas son también las suyas.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria la Molina, por albergarme durante los años de estudio y darme la oportunidad de superarme como persona y profesional.
- Al Ph.D. Gustavo Gutiérrez Reynoso, asesor y patrocinador del presente trabajo, por su orientación, acertada dirección, consejos y enseñanzas.
- Al Ph.D. Juan Chávez Cossío, presidente de jurado de tesis por su apoyo en la culminación de este estudio, así como a los miembros de jurado Ph.D. Javier Ñaupari Vasquez y Dr. Jorge Aliaga Gutiérrez, por todo su apoyo.
- A la Ing. Julissa Candio López, por su ayuda y constante colaboración.
- Al proyecto “P1 Sistemas Agrarios” del convenio VLIR-UNALM y la Cooperación del Gobierno de Bélgica, quienes hicieron posible la realización del trabajo de investigación.
- Al Programa de Ovinos y Camélidos Americanos (P.O.C.A) y el equipo de profesionales que lo integra, por las facilidades brindadas en la elaboración y ejecución de este estudio.
- Al cuerpo de docentes de la Maestría en Producción Animal, por sus valiosas enseñanzas, guía en el logro de mi profesión y amistad.
- Finalmente, a todas las personas y amigos, que de alguna u otra manera contribuyeron a la culminación del presente trabajo.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar los rendimientos y las características tecnológicas de los grupos de calidad de fibra de alpaca obtenidos en el proceso de clasificación. Los vellones provinieron de alpacas de majada de la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco, muestreados durante la esquila de 2012. Se tomaron al azar 40 vellones, 10 por cada grupo de categorización (Extrafino, Fino, Semifino y Grueso) los que fueron clasificados de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 231.302:2004, obteniéndose 137 calidades. Se evaluó el rendimiento al clasificado y las características tecnológicas de longitud de mecha, rendimiento al lavado, diámetro de fibra, porcentaje de humedad, contenido de grasa residual y contenido de ceniza por cada grupo de calidad, siguiendo las normas IWTO-12, IWTO-19, ASTM D1576 - 12 y la Norma Técnica Peruana 231.302:2004. Se determinaron las diferencias entre grupos de calidad (Baby, Fleece, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa) para cada característica tecnológica, mediante análisis de varianza y prueba de Duncan. Se encontraron diferencias entre calidades para la longitud de mecha ($P < 0.05$) y diámetro de fibra ($P < 0.01$), mientras que para el rendimiento al lavado, contenido de grasa residual y contenido de ceniza no se encontraron diferencias ($P > 0.05$). Los resultados indican que la calidad Fleece y Medium Fleece se encuentra en mayor proporción en todas las categorías; la calidad Baby y Fleece presentan menores promedios de diámetro de fibra y, mayores promedios de longitud de mecha, contenido de ceniza y contenido de grasa residual. Se concluyó que el proceso de categorización y clasificación de fibra de alpaca permite identificar y separar fibras que brindan un mayor valor agregado al vellón, obteniendo mayores rendimientos por calidades, los cuales pueden generar un mayor beneficio económico a los productores.

Palabras clave: Categorización, clasificación, vellón, rendimiento, alpaca, Norma Técnica Peruana.

SUMMARY

The objective was to evaluate the yields and technological characteristics of alpaca fiber quality groups obtained in the classification process. The fleeces came from “majada” of the Communal Cooperative of “San Pedro de Racco” sampled during the shearing campaign of 2012. A total of 40 fleeces were taken randomly, 10 for each categorization group (Superfine, Fine, Medium and Coarse), which were classified according to Peruvian Technical Standard 231.302:2004, obtaining 137 qualities. The classification yields and the technological characteristics of staple length, clean alpaca fiber present, fiber diameter, moisture percentage, residual grease content and ash content per quality group were evaluated according to IWTO-12, IWTO-19, ASTM D1576-12 and Peruvian Technical Standard 231,302:2004. Differences among quality groups (Baby, Fleece, Medium Fleece, Huarizo and Coarse) were determined for each technological characteristic, using analysis of variance and Duncan's trial. Differences were found among qualities for staple length ($P < 0.05$) and fiber diameter ($P < 0.01$), while no differences ($P > 0.05$) were found for clean alpaca fiber present, residual grease content and ash content. The results indicated that the quality Fleece and Medium Fleece were found in greater proportion in all the categories; the quality Baby and Fleece have lower averages of fiber diameter and higher averages of staple length, ash content and residual grease content. We concluded that the categorization and classification process allow the identification and separation of alpaca fibers that provide a higher added value to the fleece, obtaining higher yields for qualities, which could generate a greater economic benefit to the producers.

Keywords: Categorization, classification, fleece, yields, alpaca, Peruvian Technical Standard.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| RESUMEN | i |
| SUMMARY | ii |
| ÍNDICE GENERAL | iii |
| ÍNDICE DE CUADROS | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vi |
| ÍNDICE DE ANEXOS | vii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 2 |
| 2.1 LA ALPACA..... | 2 |
| 2.1.1 POBLACIÓN DE ALPACAS EN EL PERÚ..... | 3 |
| 2.1.2. LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS | 4 |
| 2.1.3. PRODUCCIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA..... | 5 |
| 2.1.4. PRECIO DE LA FIBRA | 7 |
| 2.2. EL VELLÓN DE LA ALPACA | 7 |
| 2.2.1 LA CATEGORIZACIÓN DEL VELLÓN | 8 |
| 2.3 LA FIBRA DE ALPACA..... | 9 |
| 2.3.1. LA CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA | 9 |
| 2.4 PARÁMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LA FIBRA..... | 11 |
| 2.4.1 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS | 11 |
| a. Peso del vellón sucio | 11 |
| b. Longitud de mecha..... | 12 |
| 2.4.2 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS | 13 |
| a. Diámetro de fibra | 13 |
| b. Rendimiento al lavado..... | 15 |
| c. Contenido de grasa residual | 16 |
| d. Contenido de ceniza | 17 |
| e. Porcentaje de humedad..... | 17 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 18 |
| 3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN | 18 |

| | |
|---|----|
| 3.2 DE LAS MUESTRAS DE FIBRA | 20 |
| 3.3 DE LA RECOLECCION DE DATOS..... | 21 |
| 3.3.1 EN CAMPO | 21 |
| a. De la categorización de los vellones | 21 |
| b. Del peso del vellón sucio y la clasificación | 22 |
| 3.3.2 EN LABORATORIO..... | 23 |
| a. Longitud de mecha..... | 23 |
| b. Rendimiento al lavado..... | 23 |
| c. Diámetro de fibra | 25 |
| d. Porcentaje de humedad..... | 25 |
| e. Contenido de grasa residual | 26 |
| f. Contenido de ceniza | 27 |
| 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 27 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 29 |
| 4.1 PESO DE VELLÓN SUCIO POR CATEGORÍAS..... | 29 |
| 4.2 RENDIMIENTOS DE CATEGORIZACIÓN | 30 |
| 4.3 RENDIMIENTOS DE CLASIFICACIÓN | 31 |
| 4.4 LONGITUD DE MECHA | 33 |
| 4.5 RENDIMIENTO AL LAVADO | 35 |
| 4.6 DIAMETRO DE FIBRA | 36 |
| 4.7 PORCENTAJE DE HUMEDAD..... | 39 |
| 4.8 CONTENIDO DE CENIZA | 40 |
| 4.9 CONTENIDO DE GRASA RESIDUAL..... | 41 |
| V. CONCLUSIONES..... | 43 |
| VI. RECOMENDACIONES | 44 |
| VII. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 45 |
| VIII. ANEXOS | 55 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1: Población de alpacas en el Perú..... | 3 |
| Cuadro 2: Calidades de fibra de alpaca antes y después de la NTP.231.301:2014. | 5 |
| Cuadro 3: Precio de la fibra de alpaca categorizada..... | 7 |
| Cuadro 4: Precio de la fibra de alpaca clasificada..... | 7 |
| Cuadro 5: Categorización de los vellones de alpaca según la NTP.231.302:2014. | 8 |
| Cuadro 6: Clasificación calidades según la NTP.231.301:2014. | 10 |
| Cuadro 7: Promedios de longitud de mecha en alpacas Huacaya. | 12 |
| Cuadro 8: Promedios de diámetro de fibra en alpacas Huacaya. | 14 |
| Cuadro 9: Rendimiento al lavado en alpacas Huacaya..... | 16 |
| Cuadro 10: Número de muestras evaluadas para la longitud de mecha, rendimiento al lavado, contenido de grasa residual y contenido de ceniza por calidades..... | 20 |
| Cuadro 11: Número de muestras evaluadas para el porcentaje de humedad por calidades. | 20 |
| Cuadro 12: Peso de vellón sucio entre categorías | 29 |
| Cuadro 13: Contenido de calidades, longitud mínima de mecha, color y contenido de calidad Baby entre categorías..... | 32 |
| Cuadro 14: Rendimientos de clasificación entre categorías | 32 |
| Cuadro 15: Variación de la longitud de mecha entre calidades. | 34 |
| Cuadro 16: Rendimiento al lavado entre calidades. | 35 |
| Cuadro 17: Promedio de diámetro de fibra entre calidades..... | 38 |
| Cuadro 18: Porcentaje de humedad entre calidades | 39 |
| Cuadro 19: Contenido de ceniza entre calidades..... | 40 |
| Cuadro 20: Contenido de grasa residual entre calidades | 42 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Distribución de la población de alpacas a nivel mundial. | 2 |
| Figura 2: Población de alpacas y producción de fibra en el Perú. | 6 |
| Figura 3: Población de alpacas y el rendimiento de fibra en el Perú. | 6 |
| Figura 4: Ubicación de las calidades dentro del vellón de alpaca. | 10 |
| Figura 5: Variación del diámetro de fibra en diferentes regiones corporales. | 13 |
| Figura 6: Ubicación geográfica de la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco. | 19 |
| Figura 7: Esquila y categorización de los vellones en la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco. | 21 |
| Figura 8: Peso de vellón sucio por categorías, proceso de clasificación y obtención de muestras. | 22 |
| Figura 9: Proceso de lavado y secado de las muestras de fibra. | 25 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1: Base de datos de las características medidas por grupo de calidades..... | 55 |
| Anexo 2: Base de datos del contenido de calidades por categoría | 59 |
| Anexo 3: Análisis de varianza para el contenido de calidad Baby entre categorías | 60 |
| Anexo 4: Prueba de Duncan para el contenido de calidad Baby entre categorías..... | 60 |
| Anexo 5: Análisis de varianza para el contenido de calidad Fleece entre categorías | 61 |
| Anexo 6: Prueba de Duncan para el contenido de calidad Fleece entre categorías..... | 61 |
| Anexo 7: Análisis de varianza para el contenido de calidad Medium Fleece entre categorías | 61 |
| Anexo 8: Prueba de Duncan para el contenido de calidad Medium Fleece entre categorías | 61 |
| Anexo 9: Análisis de varianza para el contenido de calidad Huarizo entre categorías | 62 |
| Anexo 10: Prueba de Duncan para el contenido de calidad Huarizo entre categorías | 62 |
| Anexo 11: Análisis de varianza para el contenido de calidad Gruesa entre categorías..... | 62 |
| Anexo 12: Prueba de Duncan para el contenido de calidad Gruesa entre categorías..... | 63 |
| Anexo 13: Análisis de varianza para el peso de vellón sucio entre categorías | 63 |
| Anexo 14: Prueba de Duncan para el peso de vellón sucio entre categorías..... | 63 |
| Anexo 15: Análisis de varianza para el rendimiento al lavado entre calidades. | 64 |
| Anexo 16: Prueba de Duncan para el rendimiento al lavado entre calidades..... | 64 |
| Anexo 17: Análisis de varianza para la longitud de mecha entre calidades..... | 64 |
| Anexo 18: Prueba de Duncan para la longitud de mecha entre calidades..... | 65 |
| Anexo 19: Análisis de varianza para el diámetro de fibra entre calidades..... | 65 |
| Anexo 20: Prueba de Duncan para el diámetro de fibra entre calidades. | 65 |
| Anexo 21: Análisis de varianza para el contenido de ceniza entre calidades..... | 66 |
| Anexo 22: Prueba de Duncan para el contenido de ceniza entre calidades..... | 66 |
| Anexo 23: Análisis de varianza para el contenido de grasa residual entre calidades..... | 66 |
| Anexo 24: Prueba de Duncan para el contenido de grasa residual entre calidades..... | 67 |
| Anexo 25: Galería de fotos..... | 67 |

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la crianza de alpacas se encuentra concentrada principalmente a nivel de pequeños productores en sistemas extensivos ubicados en las zonas altoandinas, donde no es posible la agricultura y la crianza de muchas especies animales; siendo las extensas áreas de pastos naturales el sustento principal para la producción alpaquera y la producción de fibra el sustento económico primordial.

En el Perú, mientras que el precio de la fibra se determina en función de cantidad y calidad, su adquisición a nivel de la mayoría de productores aún se efectúa al barrer, pagando un único precio por cada vellón, con una escasa valoración de la calidad; a pesar que a partir del 2004 se establecieron Normas Técnicas Peruanas (NTP), para la comercialización de la fibra en función a la finura, basada en cuatro categorías y seis grupos de calidades, buscando así obtener precios diferenciales por la calidad en función del porcentaje de fibra fina; estas Normas no han sido difundidas ni empleadas en gran escala por la industrial textil, comercializadores y productores, brindando un beneficio mínimo o casi nulo al productor, que se ve reflejado en la no mejora de su hato. Es por ello que al haber pocos trabajos y pruebas que ratifiquen los requisitos presentados en las Normas Técnicas Peruanas, para la categorización y clasificación de la fibra de alpaca, es necesario realizar pruebas de validación para promover su aplicación e importancia dentro del sector alpaquero.

En ese sentido, los objetivos del presente trabajo fueron: a) Evaluar los rendimientos y, b) las características tecnológicas de los grupos de calidad de fibra de alpaca obtenidos en el proceso de clasificación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 LA ALPACA

La alpaca (*Vicugna pacos*) es el más importante miembro de los camélidos sudamericanos en cuanto se refiere a producción de fibra (Wuliji *et al.* 2000), y en función a ésta habría sido seleccionada desde hace más de 3000 años (Wang *et al.* 2003). En la industria textil es una fibra especial y las prendas que se confeccionan con ella, están clasificadas como artículos de lujo (Wang *et al.* 2003).

La población mundial de alpacas se estima en unos 3,7 millones (FAO, 2005), el 87% ubicada en las zonas altoandinas del Perú, predominando la fibra de color blanco en 86% de ellas (Brenes *et al.* 2001); seguido por Bolivia (10%), Chile (1%), E.E.U.U (1%) y otros países, tal como se aprecia en la Figura 1 (COMEXPERU, 2005). Una estimación actual de la población de alpacas en el mundo, tomando como referencia la población del IV Censo Nacional Agropecuario del año 2012 (INEI, 2013) y manteniendo en 87% la contribución nacional a la población mundial, alcanzaría los 4,3 millones de animales.

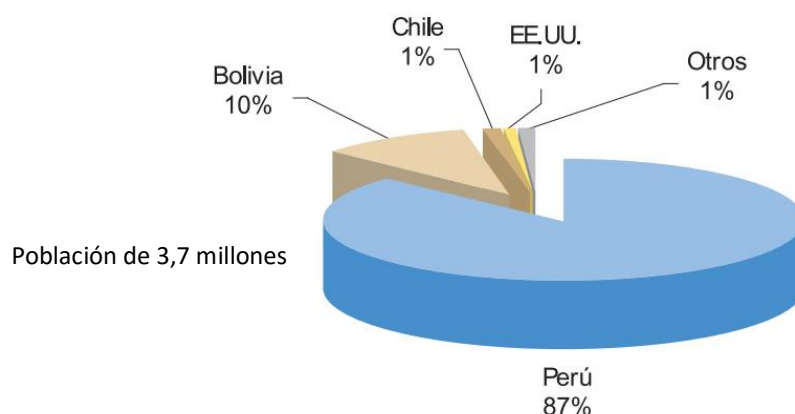


Figura 1: Distribución de la población de alpacas a nivel mundial.

FUENTE: COMEXPERU (2005).

2.1.1 POBLACIÓN DE ALPACAS EN EL PERÚ

En el Perú, al año 2012, según el IV Censo Agropecuario, la población alpaquera se concentra en la Sierra con 3'687.340 cabezas, que representa aproximadamente el 100% del total, 78.9% de la raza Huacaya y 11.1% de la raza Suri. La región Puno posee la mayor concentración, seguida de Cusco, Arequipa y Huancavelica (Cuadro 1) (INEI, 2013).

Cuadro 1: Población de alpacas en el Perú.

| Región | Número | Porcentaje |
|---------------|-----------|------------|
| Ancash | 12,085 | 0.33 |
| Apurímac | 184,766 | 5.01 |
| Arequipa | 356,776 | 9.68 |
| Ayacucho | 166,666 | 4.52 |
| Cajamarca | 1,380 | 0.04 |
| Cusco | 454,200 | 12.32 |
| Huancavelica | 224,720 | 6.09 |
| Huánuco | 4,386 | 0.12 |
| Ica | - | 0.00 |
| Junín | 40,707 | 1.10 |
| La Libertad | 7,913 | 0.21 |
| Lima | 33,948 | 0.92 |
| Madre de Dios | - | 0.00 |
| Moquegua | 97,966 | 2.66 |
| Pasco | 35,557 | 0.96 |
| Piura | - | 0.00 |
| Puno | 2'026,600 | 54.96 |
| Tacna | 39,670 | 1.08 |
| Total | 3'687,340 | 100.00 |

FUENTE: INEI (2013).

2.1.2. LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS

Las Normas Técnicas Peruanas para la fibra de alpaca son documentos que establecen los estándares orientados a elevar la calidad de la fibra, incluyendo los procesos por la cuales se obtiene, uniformizándola de acuerdo a las exigencias de la industria textil, tanto en el mercado nacional como internacional; de allí la relevancia de contar con normas técnicas que permiten estandarizar las buenas prácticas de esquila, el manejo del vellón, y de fibra de alpaca. Las Normas Técnicas Peruanas de la fibra de alpaca han sido elaboradas por el Comité Técnico de Normalización, en los cuales participan representantes de todos los sectores involucrados en la cadena productiva; estos son: productores, comercializadores, consumidores y técnicos calificados (INACAL, 2015), siendo las normas de categorización: la NTP.231.300:2014 y la NTP.231.302:2014 FIBRA DE ALPACA EN VELLÓN, las que establecen el procedimiento de categorización de la fibra de alpaca en vellón y el método para su verificación por categorías; definiéndola como el proceso por el cual se categoriza el vellón completo, teniendo en consideración el porcentaje de fibras superiores o inferiores (mayores o menores de $26.5\mu\text{m}$, respectivamente), la longitud, color, variedad (Huacaya o Suri), calidad de esquila y porcentaje mínimo de calidad Baby (igual o menor a $23\mu\text{m}$); y de clasificación la NTP.231.301:2014 FIBRA DE ALPACA CLASIFICADA, que establece las definiciones, la clasificación por grupos de calidades, requisitos y el rotulado de la fibra; asimismo establece el método de muestreo y los métodos de ensayo para verificar los requisitos; siendo la clasificación el procedimiento en el que se rompe el vellón y se agrupa teniendo en cuenta el diámetro de fibra, longitud de mecha y color (Quispe *et al.* 2013).

Con el establecimiento de las Normas Técnicas para la clasificación y categorización de la fibra de alpaca en el 2004, el número de calidades que los centros de producción y acopio, y empresas textiles consideraban se vieron modificadas, pasando a ser agrupadas las 16 calidades de fibra de alpaca (DESCO, 2011) a solo 7, tal como se muestra en el Cuadro 2. Mientras que el número de categorías aún se mantuvo en 4: Extrafina, Fina, Semifina y Gruesa.

Cuadro 2: Calidades de fibra de alpaca antes y después de la NTP.231.301:2014.

| Antes de la NTP.231.301 | Después de la NTP.231.301 |
|-------------------------|---------------------------|
| Royal | Súper Baby |
| BL | Baby |
| BLX | |
| FS | Fleece |
| FSX | |
| FSCN | Medium Fleece |
| FSMC | |
| FSCN | |
| HZ | Huarizo |
| HZX | |
| HZCN | |
| AG | Gruesa |
| AGX | |
| AGCN | |
| MP | Corta |
| MPX | |

FUENTE: Elaboración propia.

2.1.3. PRODUCCIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA

MINCETUR (2007) menciona que en los últimos diez años la población de alpacas ha tenido un crecimiento significativo (Figura 2), sin embargo, la productividad de la fibra aún se encuentra muy por debajo de su techo genético (Figura 3).

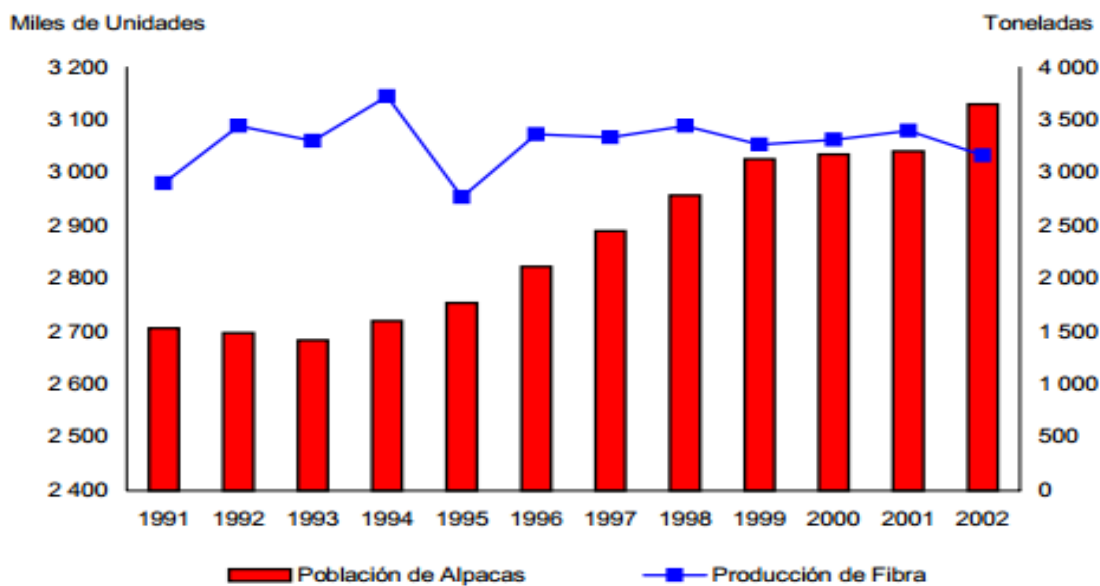


Figura 2: Población de alpacas y producción de fibra en el Perú.

FUENTE: MINCETUR (2007).

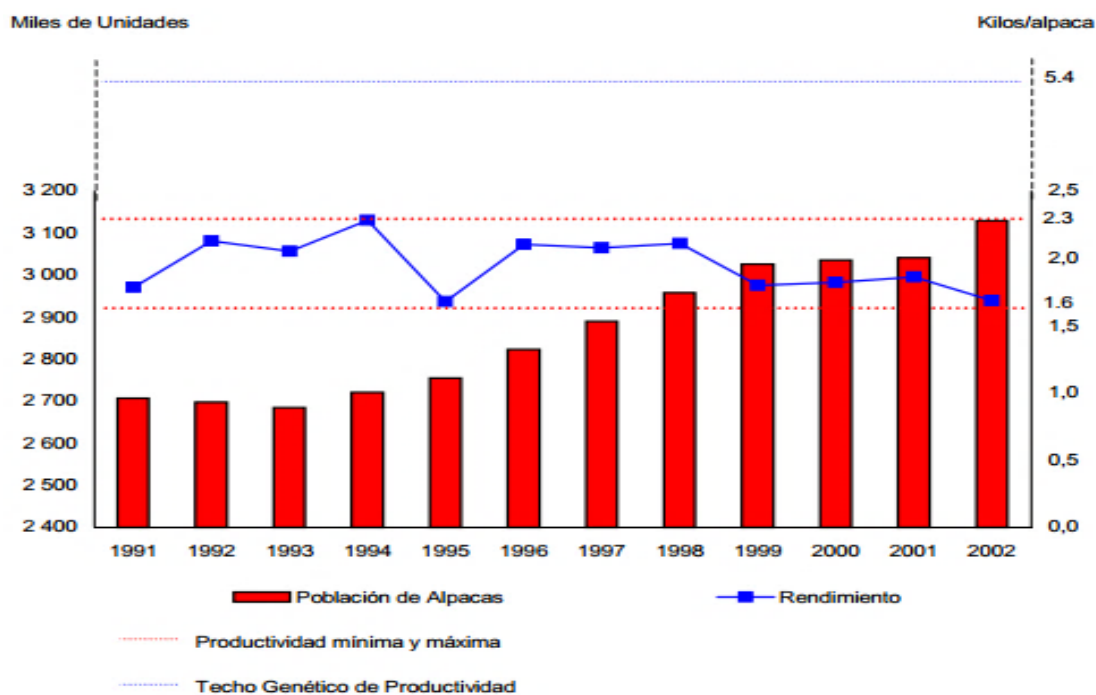


Figura 3: Población de alpacas y el rendimiento de fibra en el Perú.

FUENTE: MINCETUR (2007).

2.1.4. PRECIO DE LA FIBRA

Por la fibra de alpaca categorizada, al igual que por la fibra clasificada, se obtiene un mayor precio en el mercado; a medida que se incrementa su finura (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3: Precio de la fibra de alpaca categorizada.

| Producto | Precio* (S/.) |
|------------------|---------------|
| Vellón extrafino | 10.50 |
| Vellón fino | 9.00 |
| Vellón Semifino | 8.00 |
| Vellón grueso | 6.50 |

*Precio por libra

FUENTE: GRADE-A (2013).

Cuadro 4: Precio de la fibra de alpaca clasificada.

| Producto | Precio* (S/.) |
|----------------------|---------------|
| Alpaca Baby | 18.00 |
| Alpaca Fleece | 17.75 |
| Alpaca Medium Fleece | 16.27 |
| Alpaca Huarizo | 11.83 |
| Alpaca Gruesa | 8.87 |

*Precio por libra

FUENTE: GRADE-A (2013).

2.2. EL VELLÓN DE LA ALPACA

Antúnez *et al.* (1996) mencionan que en el vellón se pueden encontrar diferentes calidades de fibra. La producción de fibra, expresada en el peso de vellón para un determinado periodo de crecimiento (generalmente de un año), está influenciada por los factores de raza, sexo, localización y, especialmente por la edad de los animales. Se encuentra bien documentado en alpacas que a medida que aumenta la edad, se incrementa el peso del vellón (Castellaro *et al.* 1998; Wuliji *et al.* 2000; McGregor, 2006; Lupton *et al.* 2006b). Las alpacas jóvenes producen vellones menos pesados que las adultas, por tener una menor superficie corporal (León-Velarde y Guerrero, 2001; Frank *et al.* 2006, Quispe *et al.* 2009), sin embargo, producen vellones con fibras más finas, debido a que las esquilas tienen

el efecto de incrementar el funcionamiento folicular (Rogers, 2006, citado por Quispe *et al.* 2013).

2.2.1 LA CATEGORIZACIÓN DEL VELLÓN

DESCO (2011) define a la categorización como el proceso de calificación del vellón en su integridad, sin fragmentarlo o separar sus partes, el cual se pondera de acuerdo al contenido de calidades (porcentaje de fibras finas) superiores o inferiores, longitud de mecha y colores definidos. La categorización es realizada por una persona especializada, quien lo califica y ubica en la categoría que corresponde.

- **Criterios para la categorización de vellones**

La categorización de los vellones de alpaca considera las características de la raza, finura, longitud de mecha y tonalidad de color (Trejo, 1993, citado por Lencinas y Torres, 2010). A su vez, de acuerdo a la NTP.231.302 para la categorización de la fibra de alpaca en vellón, se deberá tener en cuenta criterios que se muestran en el Cuadro 5 (INDECOPI, 2014b).

Cuadro 5: Categorización de los vellones de alpaca según la NTP.231.302:2014.

| Categoría | Contenido de cantidades | | Longitud mínima de mecha (mm) | Color | Contenido de Baby (% min) |
|-----------|-------------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Superiores** (%) | Inferiores*** (%) | | | |
| Extrafina | 70 o más | 30 o menos | 65 | Entero* | 35 |
| Fina | 55 a 69 | 45 a 31 | 70 | Entero* | 25 |
| Semifina | 40 a 55 | 60 a 46 | 70 | Entero* Canoso | 10 |
| Gruesa | menos de 40 | más de 60 | 70 | Entero* Canoso Pintado | - |

FUENTE: INDECOPI (2014b).

*Blanco – Beige – Café – Gris – Negro

**Calidades superiores: Es el grupo de calidades cuyo micronaje es menor que 26,5µm y su longitud mínima es de 65 mm, que no sean quebradizas.

***Calidades inferiores: Es el grupo de calidades cuyo micronaje es mayor que 26,5µm y su longitud mínima es 70 mm.

2.3 LA FIBRA DE ALPACA

García (2005), citado por Lencinas y Torres (2010) menciona que la fibra de alpaca es definida como una estructura organizada y formada principalmente de una proteína llamada queratina; que cubre a la alpaca y puede provenir de las razas, Huacaya y Suri. Las mismas que tienen aspectos diferentes y presentan los siguientes colores básicos: blancos, beige, cafés, y negros, con diversas tonalidades y combinaciones.

Los factores que influyen en la cantidad y la calidad de fibra en las alpacas se clasifican en factores medioambientales externos y genéticos o internos. Los factores externos son la alimentación (Russel y Redden, 1997), la locación geográfica o lugar de pastoreo (Quispe *et al.* 2009); y la precipitación pluvial (Bustinza, 2001). La altitud no ejerce influencia sobre la cantidad ni la calidad de fibra (Braga *et al.* 2007).

2.3.1. LA CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA

Antúñez *et al.* (1996) mencionan que la clasificación consiste en la separación de la fibra en grupos que presenten iguales características, separando partes finas de las gruesas. A su vez, Rosas (2012) señala que los principales factores que se toman en cuenta en la clasificación son: raza, finura, color, longitud, suavidad y limpieza; sin clasificación, hay una mezcla de fibras de diferentes longitudes y finuras. La clasificación por longitud, permite orientar la fibra ya sea hacia el proceso de peinado (fibras largas) o hacia el proceso de cardado (fibras cortas). Por otro lado, DESCO (2011) agrega que con la clasificación de la fibra se inicia el proceso de transformación, brindándole un valor agregado a la fibra.

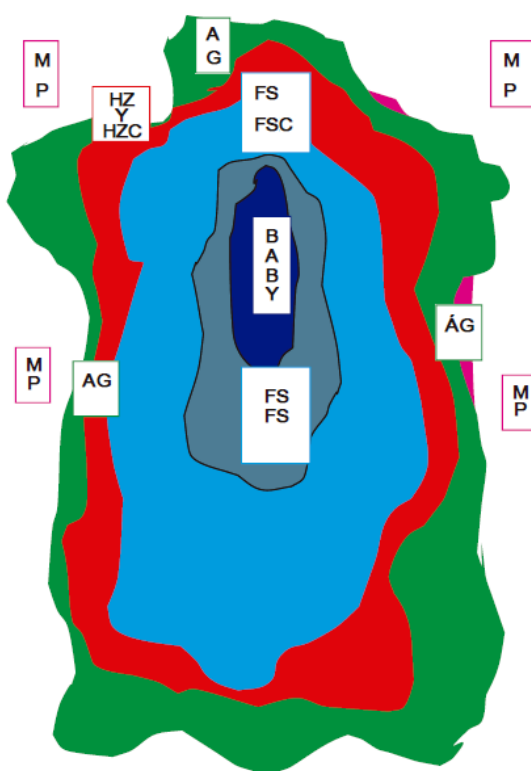
La clasificación, realizada por personal calificado según la NTP.231.301:2014, se da por grupos de calidades teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Finura.- Seleccionado manual y visual, de acuerdo al micronaje de la fibra;
- Longitud.- Seleccionado manual y visual, pudiéndose obtener fibra larga o corta.
- Color.- Seleccionado manual y visual, por diferentes tonalidades de los colores básicos naturales.

Cuadro 6: Clasificación calidades según la NTP.231.301:2014.

| Grupo de calidades | Finura (μm) | Largo (mm) | Humedad (% max) | Solidos minerales (% max) | Grasa (% max) |
|----------------------|--------------------------|------------|-----------------|---------------------------|---------------|
| Alpaca Súper Baby | Igual o menor a 20 | 65 | 8 | 6 | 4 |
| Alpaca Baby | 20.1 a 23.5 | 65 | 8 | 6 | 4 |
| Alpaca Fleece | 23.1 a 26.5 | 70 | 8 | 6 | 4 |
| Alpaca Medium Fleece | 26.6 a 29 | 70 | 8 | 6 | 4 |
| Alpaca Huarizo | 29.1 a 31.5 | 70 | 8 | 6 | 4 |
| Alpaca Gruesa | Más de 31.5 | 70 | 8 | 6 | 4 |
| Alpaca Corta | - | 20 a 50 | 8 | 6 | 4 |

FUENTE: INDECOPI (2014c).



*BABY: Alpaca Baby; FS: Alpaca Fleece, FSC: Alpaca Medium Fleece; HZ y HZC: Alpaca Huarizo; AG: Alpaca Gruesa; MP: Alpaca corta.

Figura 4: Ubicación de las calidades dentro del vellón de alpaca.

FUENTE: Guillén (2004), modificado por Lencinas y Torres (2010).

2.4 PARÁMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LA FIBRA

Safley (2001) menciona que la importancia de cada uno de los parámetros se pondera de acuerdo al valor que se atribuye a cada uno de ellos en el mercado, siendo el más importante el diámetro de fibra (65- 80%), seguido de la longitud de mecha (15-20%), rendimiento de lavado (5-10%), fuerza tensante (5-10%); teniendo la fibra una importancia de 60-70% y la conformación de 30-40%.

2.4.1 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS

a. Peso del vellón sucio

El peso del vellón constituye una característica productiva importante que está influenciada por la edad materna, siendo mayor cuando la madre tiene 7 años de edad (Velasco, 1981, citado por Apomayta y Gutiérrez, 1998), raza (Cervantes *et al.* 2010), sexo, sanidad, estado fisiológico (Franco y San Martín, 2007), condición corporal (Carhuapoma *et al.* 2009), localización, color de vellón (McGregor y Butler, 2004; Renieri *et al.* 2007; Oria *et al.* 2009, citados por Quispe *et al.* 2013), la frecuencia y año de esquila (Ruiz de Castilla, 2004, citado por Quispe *et al.* 20013) y, especialmente por la edad de los animales (Ccopa, 1980); de modo que se puede considerar que los animales jóvenes producen vellones menos pesados que los adultos (Quispe *et al.* 2009). Entre los trabajos relacionados al peso de vellón sucio se encuentran los realizados por Bryant *et al.* (1989); González *et al.* (1990); Ponzoni *et al.* (1999); Wuliji *et al.* (2000); Bustinza (2001); McGregor (2002); McGregor y Butler (2004); Marín, (2007); Gutiérrez *et al.* (2009); y Quispe *et al.* (2009), que reportan medias de peso de vellón que varían entre 1.8 y 3.12 kg.

Trabajos realizados en Perú han reportado que a la primera esquila, aproximadamente 10 meses de edad, el vellón de la alpaca pesa 1.15 kg y se incrementa a medida que aumenta la edad del animal, registrándose valores de 1.61, 1.87 y 2.0 kg a los 2, 3 y 4 años de edad, respectivamente. Más tarde, los incrementos son mínimos: 2.11 y 2.17 kg para 5 y 6 años de edad, respectivamente, para de crecer a 2 kg a los 7 y 8 años de edad (Bustinza, 2001).

En relación al sexo, se ha encontrado que los vellones de alpacas machos son más pesados que los de las hembras (Castellaro *et al.* 1998; Wuliji *et al.* 2000; McGregor, 2006; Lupton *et al.* 2006a; Montes *et al.* 2008, Oria *et al.* 2009; Quispe *et al.* 2009); lo cual se debería al incremento de la superficie corporal (León-Velarde y Guerrero, 2001; Frank *et al.*

2006; Quispe *et al.* 2009), aunque la influencia del sexo podría verse enmascarada por la gestación y la lactación de las hembras que reducirían la producción, como ocurre en cabras (Newman y Paterson, 1996, citados por Quispe *et al.* 2013).

b. Longitud de mecha

La longitud de mecha es la característica que sigue en importancia al diámetro, y conjuntamente con el éste determinan las propiedades manufactureras de la fibra (Santana, 1978, citado por Marín, 2007) y el precio final de la fibra peinada (Elvira, 2004). Bajo un sistema de esquila anual los vellones de primera esquila presentan una longitud promedio superior a 7,6cm (Pumayalla y Calderón, 1976; Álvarez, 1981; Barzola, 1989; Flores, 1979; Condorena, 1985; Navarro, 1992 y Quispe, 1994, citados por Apomayta y Gutiérrez, 1998), y mayor longitud de mecha respecto a las demás clases: padres, tuis y capones, (Sierra, 1985 y Solís, 2000, citados por Siguayro, 2009) tal como se describe en el Cuadro 7.

Cuadro 7: Promedios de longitud de mecha en alpacas Huacaya.

| Clase | Promedio* (cm) | Desviación estándar | Coefficiente de variación |
|---------|-------------------|------------------------|------------------------------|
| Padre | 8.13 | 1.95 | 23.83 |
| Madre | 9.30 | 2.67 | 28.79 |
| Tuis M. | 9.74 | 2.06 | 21.14 |
| Tuis H. | 11.55 | 1.93 | 16.73 |
| Capón | 8.76 | 2.10 | 24.05 |

*Crecimiento anual.

FUENTE: Sierra (1985) y Solís (2000), citados por Siguayro (2009).

Entre los estudios realizados en alpacas Huacaya de color blanco, destacan los realizados en Nueva Zelanda (McGregor, 2002 y Wuliji *et al.* 2000), Australia (McGregor, 2002), E.E.U.U (Lupton *et al.* 2006a) y Perú (Siguayro *et al.* 2009; Manso, 2011; Gonzales, 2004; Quispe *et al.* 2009; Montes *et al.* 2008, Apomayta y Gutiérrez., 1998 y Barzola, 1989) lo cual reportan valores medios de longitud de mecha entre 9 a 15 centímetros.

2.4.2 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

a. Diámetro de fibra

El diámetro de fibra es la característica más importante, en la definición de su calidad, tanto desde el punto de vista de su transformación en artesanías o comercialización por empresas textiles locales o extranjeras, de modo que las de menor diámetro determinan su precio en el mercado y serán utilizadas en la confección de prendas más finas (Villarroel, 1963); de ahí que sea uno de los caracteres más utilizados en la selección de los animales con fines de mejora genética (Carpio, 1991 y Galal, 1986).

Diversos autores han reportado, menores valores de diámetro de fibra en vellones de primera esquila, sugiriendo su incremento con la edad de la alpaca (Villarroel, 1963; Pumayalla y Calderón, 1976; Osorio, 1996; Wuliji *et al.* 2000; McGregor y Butler, 2004; Quispe *et al.* 2009). Resultan importantes los trabajos de McGregor (2006) quien al estudiar alpacas Huacaya criadas en Australia encontró que solo el 10% presentaron un diámetro medio de $24\mu\text{m}$ y más del 50% estaban en $29.9\mu\text{m}$. Así mismo Wuliji *et al.* (2000) mencionan que éste varía de acuerdo a la región del cuerpo donde se encuentran dentro del animal (Figura 5).

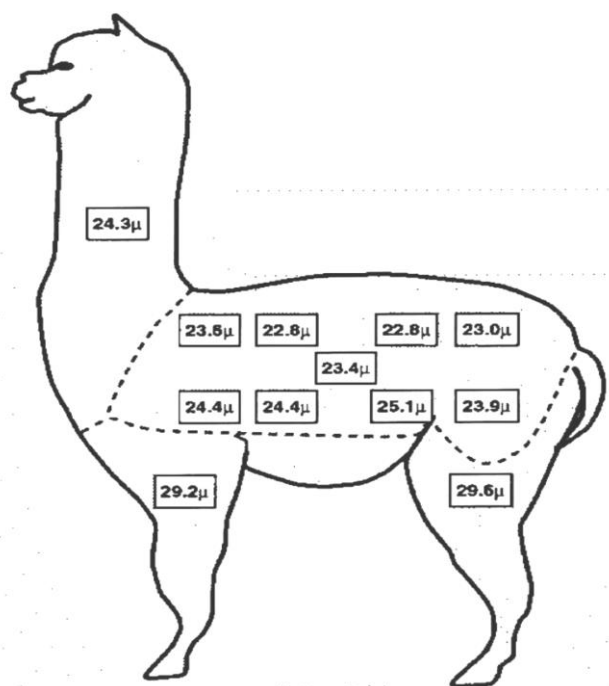


Figura 5: Variación del diámetro de fibra en diferentes regiones corporales.

FUENTE: Wuliji *et al.* (2000).

Así mismo, existen discrepancias sobre el efecto del sexo en el diámetro de la fibra, pues algunos investigadores como Morante *et al.* (2009), Quispe *et al.* (2009) y Montes *et al.* (2008) reportan que los machos tienen fibras más finas que las hembras debido a que los criadores realizan una selección de machos mucho más minuciosa e intensa que en hembras. Otros como Aylan-Parker y McGregor (2002) y Lupton *et al.* (2006a) han reportado lo contrario, debido probablemente a que las hembras priorizan el uso de los aminoácidos ingeridos hacia la producción (preñez y lactación) en vez del abastecimiento del bulbo piloso para su expresión como fibra (Adams y Cronje, 2003, citado por Quispe *et al.* 2013).

A su vez, Ponzoni *et al.* (1999) al implementar un programa de mejora genética en alpacas australianas, refirieron promedios de diámetro de fibra de 25.7µm con un rango entre 23.4 a 27.3µm, similares a los referidos por Wang *et al.* (2003 y 2005). Así mismo Sierra (1985), citado por Siguayro (2009) mencionó que al estudiar el diámetro de fibra en animales de un año y a sus padres, el diámetro de la fibra experimenta un aumento gradual con la edad, como puede apreciarse en el Cuadro 8.

Cuadro 8: Promedios de diámetro de fibra en alpacas Huacaya.

| Clase | Promedio* (µm) | Desviación estándar | Coefficiente de variación |
|---------|----------------|---------------------|---------------------------|
| Padre | 24.92 | 4.91 | 19.70 |
| Madre | 24.74 | 4.77 | 19.28 |
| Tuis M. | 21.21 | 4.23 | 19.94 |
| Tuis H. | 21.98 | 4.34 | 19.74 |

*Esquila anual.

FUENTE: Sierra (1985), citado por Siguayro (2009).

Entre otros trabajos en alpacas del sur de Perú, destacan los realizados en Arequipa (Renieri *et al.* 2007; Gutiérrez *et al.* 2009; Morante *et al.* 2009; Cervantes *et al.* 2010), Puno (Apomayta y Gutiérrez, 1998; Gonzáles, 2004; Franco y San Martín, 2007) y Huancavelica (Montes *et al.* 2008; Oria *et al.* 2009; Quispe *et al.* 2009; Quispe, 2010), los cuales refieren medias de diámetro de fibra que van de 21 hasta 24 micras.

b. Rendimiento al lavado

De Gea (2007) menciona que el rendimiento al lavado es la característica tecnológica de mayor importancia asociada a la cantidad total de fibra disponible, y se obtiene de la relación entre el peso de la muestra sucia y la muestra limpia y seca. Durante el proceso de lavado se eliminan secreciones glandulares, escamaciones epiteliales e impurezas adquiridas. Las impurezas adquiridas, pueden ser elementos minerales, polvo, arena, tierra, materia vegetal (semillas, paja y estiércol), sangre y orina (Zarate, 1982, citado por Rosas, 2012).

El rendimiento al lavado en la fibra de alpaca, supera ampliamente al de la lana de ovino debido a la menor cantidad de glándulas sebáceas que esta posee. Presenta un rendimiento mayor de 80% (Calle, 1982, citado por Marín, 2007), con un rango entre 84.7% a 93.7% (Villarroel, 1959; Carpio, 1991 y Revillata, 1987, citados por Marín, 2007), y puede elevarse, con un mejor manejo de alimentación y la edad del animal, siendo bajos en animales de un año (86.70%) y altos a los cinco años, hasta un 91.50%, tal como se describe en el Cuadro 9 (Bustinza, 2001). Por su parte Gallegos *et al.* (1991) trabajando sobre muestras de 287 alpacas del departamento de Puno, Perú, determinaron un rendimiento promedio de 87.44% con un mínimo de 86.54% y un máximo de 89.52%. Mientras que Ponzoni *et al.* (1999), Wuliji *et al.* (2000), Aylan-Parker y McGregor (2002), McGregor (2006) y Lupton *et al.* (2006a) reportan valores entre 89 a 95% de rendimiento al lavado para alpacas Huacaya. Sugiriendo que el rendimiento se incrementa cuando la crianza se realiza a mayor nivel tecnológico en empresas asociativas (88.41%), comparado con comunidades campesinas (84,08%) (Osorio, 1996).

Así mismo, podemos añadir que el rendimiento al lavado de la fibra de alpaca varía según: la edad del animal, calidad seleccionada (finura) y la raza (Huacaya y Suri) (Rosas, 2012).

Cuadro 9: Rendimiento al lavado en alpacas Huacaya.

| Edad (años) | Rendimiento (%) |
|-------------|-----------------|
| 1 | 86.70 |
| 2 | 88.60 |
| 3 | 90.00 |
| 4 | 90.80 |
| 5 | 91.50 |

FUENTE: Bustinza (2001).

c. Contenido de grasa residual

El contenido de grasa residual es una de las principales características tecnológicas que permiten evaluar la eficiencia del lavado. Su principio consiste en efectuar la extracción en un Soxhlet con un disolvente, las materias solubles que aún quedan en la lana después de lavada, además de la grasa propiamente dicha (Cegarra, 1997, citado por Rosas, 2012). La grasa residual se define como el contenido de impurezas que se encuentran en la fibra, excluyendo la materia vegetal. Están conformadas por secreciones sudoríparas, sebáceas y materias secretadas.

Cuanto más grasa residual queda en la fibra después de lavada, es menos comercial (Codina, 1973). Una diferencia de tan sólo 0,2% grasa residual de la fibra podría tener efectos en el proceso posterior de transformación, como la reducción del efecto de ensimajes (por ejemplo, lubricantes), el aumento del uso de las líneas de procesamiento, y de desgaste de los rodillos (Wang *et al.* 2003 y Rosas, 2012).

Villarroel (1970), citado por Carpio (1991), al analizar el contenido de grasa residual en fibra lavada de alpacas, encontró valores que oscilan entre 0.96 y 2.02%. Así mismo, Marín (2007) en un grupo de alpacas Huacaya de un año de edad de la SAIS Pachacutec, registró valores de grasa residual de la fibra, entre 0.48-0.57%, mientras que Siguyro (2009) reportó valores de 0.31 y 0.30% de contenido de grasa en fibra de alpaca lavada para machos y hembras respectivamente.

d. Contenido de ceniza

Carpio (1978) menciona que el contenido de ceniza es parte del contenido de materia mineral, existente como constituyente esencial de la fibra misma y es dejada como ceniza cuando la fibra lavada es incinerada.

Por su parte, Villarroel (1959) reportó sobre impurezas de la fibra de alpaca lavada e impurezas solubles en agua (cenizas), un valor promedio de 1.07%, con un rango entre 0.6 y 1.2% en alpacas Huacaya. Así mismo Marín (2007), en un grupo de alpacas Huacaya de un año de edad de la SAIS Pachacutec, registró valores en machos y hembras de $0.33 \pm 0.13\%$ y $0.71 \pm 0.16\%$ respectivamente, encontrando diferencias ($P < 0.05$) a favor de los machos; mientras que Siguyro (2009) encontró valores de 1.63 y 1.58% en fibra lavada de machos y hembras, respectivamente, sin encontrar diferencias ($P > 0.05$).

e. Porcentaje de humedad

El contenido de humedad de la fibra lavada es muy importante y depende fundamentalmente de las condiciones de secado. A mayor contenido de humedad, la fibra presenta mayor suavidad, lo que asegura mayor flexibilidad durante el proceso de cardado, facilitando así la eliminación de materia vegetal (Carissoni, 2002, citado por Rosas, 2012). Autores como, Carpio (1991), Wang *et al.* (2003) y Rosas (2012) mencionan que la cantidad de humedad contenida en la fibra de alpaca se encuentra entre 12 y 14%.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente estudio se realizó con vellones extraídos de alpacas pertenecientes a la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco, Distrito de Simón Bolívar, Provincia de Pasco, Departamento de Pasco a 4,330 m.s.n.m, ubicada a una latitud de 10°46'42" Sur y longitud de 76°22'41" Oeste (Figura 7). La localidad se encuentra en la región natural puna y en zona de vida de paramo húmedo subandino, con una precipitación anual que fluctúa entre 700 a 900 mm y una temperatura anual promedio entre los 0° y 9°C (Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres – Pasco, 2008).

Las muestras de fibra fueron analizadas en el Laboratorio de Fibras, Pieles 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 Universidad Nacional Agraria La Molina. Donde se mantuvo una temperatura estándar de 20±2°C y una humedad relativa de 65±2%, conforme a los estándares requeridos por The International Association of Wool Textile Laboratories (INTERWOOLLABS).

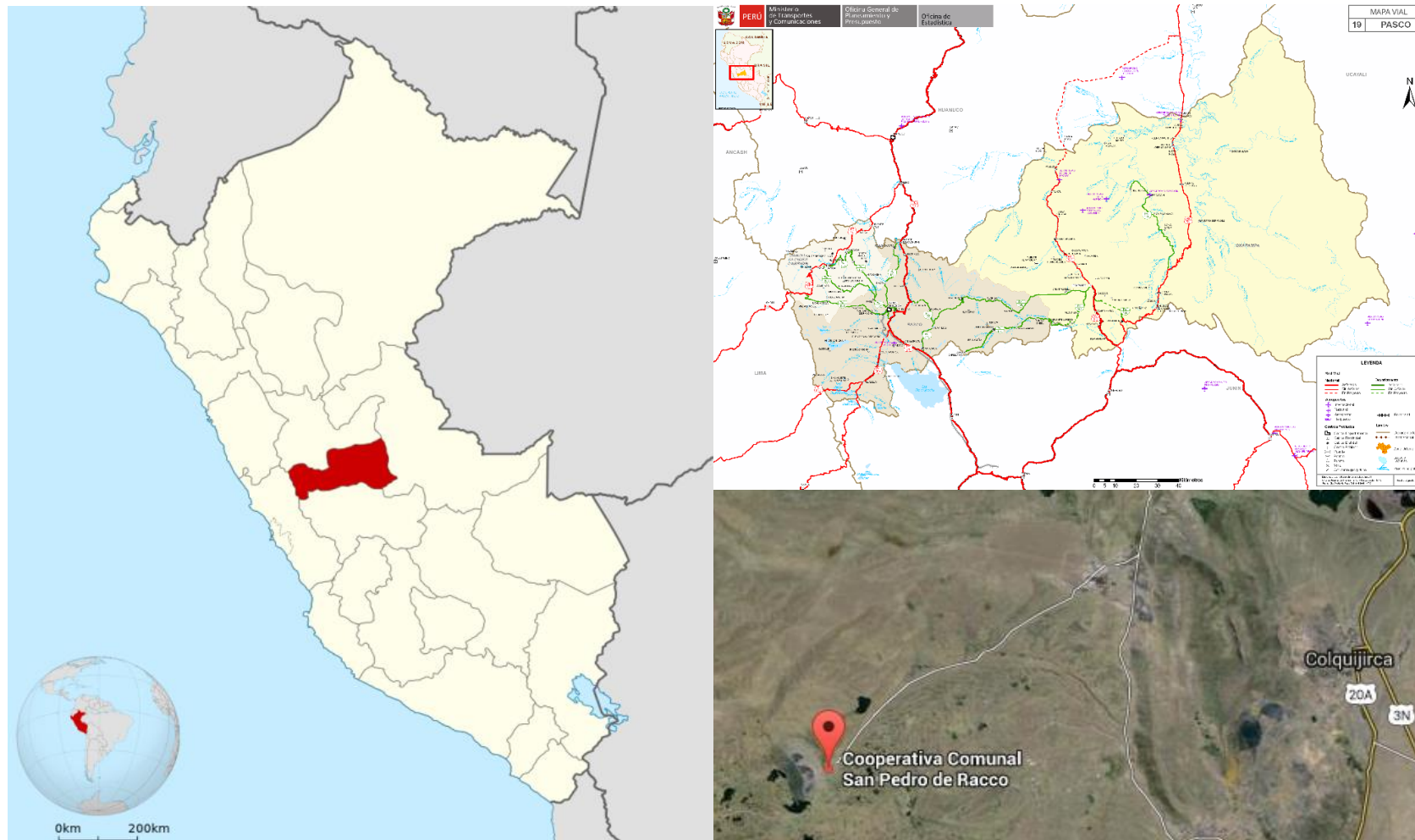


Figura 6: Ubicación geográfica de la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco.

FUENTE: Imágenes Google.

3.2 DE LAS MUESTRAS DE FIBRA

Cuarenta vellones de alpacas esquiladas en la campaña grande, entre los meses de octubre - diciembre del 2012, fueron escogidos al azar (10 vellones por cada categoría: Extrafina, Fina, Semifina y Gruesa), de los cuales se obtuvieron 137 muestras de fibra clasificada de diferentes calidades (Baby, Fleece, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa) en las que se realizaron los análisis de longitud de mecha, rendimiento al lavado, diámetro de fibra, contenido de grasa residual y contenido de ceniza (Cuadro 10).

Cuadro 10: Número de muestras evaluadas para la longitud de mecha, rendimiento al lavado, contenido de grasa residual y contenido de ceniza por calidades.

| Categorías | No. de vellones por categoría | Número de muestras por calidades* | | | | | Total |
|------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------|---------------|---------|--------|-------|
| | | Baby | Fleece | Medium Fleece | Huarizo | Gruesa | |
| Extrafina | 10 | 10 | 10 | 7 | 8 | 5 | 40 |
| Fina | 10 | 8 | 10 | 8 | 7 | 0 | 33 |
| Semifina | 10 | 5 | 10 | 8 | 7 | 1 | 31 |
| Gruesa | 10 | 0 | 5 | 10 | 10 | 8 | 33 |
| Subtotal | | 23 | 35 | 33 | 32 | 14 | 137 |

*No todos los vellones categorizados presentaron la misma distribución de calidades dentro del vellón.

Mientras que para la prueba de humedad se obtuvieron 92 muestras de fibra clasificada de diferentes calidades (Cuadro 11).

Cuadro 11: Número de muestras evaluadas para el porcentaje de humedad por calidades.

| Categorías | No. de vellones por categoría | Número de muestras por calidades* | | | | | Total |
|------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------|---------------|---------|--------|-------|
| | | Baby | Fleece | Medium Fleece | Huarizo | Gruesa | |
| Extrafina | 10 | 9 | 9 | 4 | 5 | 5 | 32 |
| Fina | 10 | 7 | 8 | 8 | 5 | 0 | 28 |
| Semifina | 10 | 3 | 6 | 3 | 3 | 1 | 16 |
| Gruesa | 10 | 0 | 2 | 3 | 5 | 6 | 16 |
| Subtotal | | 19 | 25 | 18 | 18 | 12 | 92 |

*No todos los vellones categorizados presentaron la misma distribución de calidades dentro del vellón.

3.3 DE LA RECOLECCION DE DATOS

3.3.1 EN CAMPO

a. De la categorización de los vellones

Se aplicó el protocolo presentado en la Norma Técnica Peruana NTP.231.300:2014 (FIBRA DE ALPACA EN VELLÓN. Definiciones, categorización, requisitos y rotulado) para la categorización de los vellones en el proceso de esquila; el cuál fue realizado por el Ing. Abel Loyola H. y el Lic. Ángel Zarate, ambos especialistas en el proceso de categorización y clasificación. (Figura 7)



Figura 7: Esquila y categorización de los vellones en la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco.

b. Del peso del vellón sucio y la clasificación

El peso de vellón sucio fue registrado inmediatamente después de la esquila, utilizando una balanza electrónica modelo COL-30 – 30kg x 10gr. de marca SAGAS. El proceso de evaluación se inició con el pesado de cada uno de los vellones categorizados (40), siendo el peso total del vellón el 100 por ciento del rendimiento. Las diferentes calidades obtenidas del vellón evaluado, fueron pesadas por separado para así obtener los rendimientos de calidad del vellón, siguiendo el protocolo mencionado en la NTP.231.301:2014 (FIBRA DE ALPACA CLASIFICADA. Definiciones, clasificación por grupo de calidades, requisitos y rotulado). Las calidades de fibra obtenidas del vellón evaluado, fueron muestreadas separándose 200 gramos de cada una, agrupando la calidad Súper Baby y Baby en una sola categoría para el presente estudio; las muestra de fibra clasificadas encontradas por vellón categorizado se presentan en el Cuadro 10 y Figura 8.



Figura 8: Peso de vellón sucio por categorías, proceso de clasificación y obtención de muestras.

3.3.2 EN LABORATORIO

a. Longitud de mecha

Se realizó bajo las especificaciones presentadas en la NTP.231.304.2004 FIBRA DE ALPACA CLASIFICADA. DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE MECHA. Para lo cual se tomó una mecha completa según la NTP.231.302:2004. Se sujetó entre los dedos, índice y pulgar, la punta de la mecha desde la parte que no está aglutinada, para luego colocar la punta de la mecha en el extremo de la regla haciendo coincidir el inicio de las fibras con el cero de la regla. Con la otra mano se extendió la mecha, sin estirar, sobre la escala de la regla, para después tomar la lectura en milímetros.

b. Rendimiento al lavado

Se basó en el método IWTO-19, que consistió en el desengrasado y remoción de materias extrañas, evitando la pérdida de fibra o material vegetal; para ello se siguió el siguiente protocolo:

- 1) Las muestras de fibra sucia clasificada se colocaron en latas identificadas para ser llevadas a la estufa por dos horas a 150°C.
- 2) Las muestras fueron enfriadas en la campana de vacío por 20 minutos.
- 3) El peso inicial (PI) de las muestras fue registrado en la balanza analítica.
- 4) Las muestras se llevaron al lavadero Leviatán.
 - a) El lavadero Leviatán constó de cuatro tanques de 70 litros cada uno, divididos por dos juegos de canastillas metálicas, el mismo que contó con cuatro rodillos para escurrir la fibra lavada, trabajándose dos muestras paralelamente.
 - b) El proceso se inició cerrando las cuatro válvulas inferiores, llenando con gua los cuatro tanques y manteniendo el termostato encendido hasta conseguir la temperatura adecuada.

–*1er tanque*: En agua a 55 – 60°C, las muestras se abrieron y sacudieron para eliminar impurezas, luego se sumergió en las canastillas, y se removieron lentamente durante 3 minutos, luego se le pasó al segundo tanque.

–*2do tanque*: En agua a 50 – 55°C se vertió 100% de concentración de detergente industrial, 4 mililitros por litro de agua. Las muestras de fibra fueron agitadas suavemente por 3 minutos, se escurrieron y pasaron al siguiente tanque.

–*3er tanque*: En agua a 45 – 50°C se vertió 100% de jabón industrial, 4 mililitros por litro de agua. Las muestras de fibra fueron agitadas suavemente por 3 minutos, fueron escurridas y pasaron al siguiente tanque.

–*4to tanque*: En agua a temperatura normal y sin aditivos, las muestras de fibra fueron enjuagadas suavemente y escurridas.

- 5) Las muestras lavadas y escurridas se llevaron a la secadora automática por 10 minutos (secado por aire), luego a la estufa a 105°C durante tres horas.
- 6) Se enfriaron las muestras en la campana de vacío por 20 minutos y el peso final (PF) en la balanza analítica fue registrado.

El cálculo de rendimiento se determinó según:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{PF}{PI} \times 100$$

Dónde:

PF = Peso final de la muestra lavada (gr)

PI = Peso inicial de la muestra grasienta (gr)



Figura 9: Proceso de lavado y secado de las muestras de fibra.

c. Diámetro de fibra

Para la medición del diámetro se usó el equipo Sírolan LáserScan, aplicando la Norma IWTO 12-2012 (International Wool Textile Organization), de acuerdo a ésta norma, las muestras de fibra fueron cortadas a 2 mm de longitud con la ayuda de la guillotina, y luego colocadas y dispersadas en una solución de alcohol isopropil al 8% de agua del equipo Sirolan Láser Scan; en este líquido de suspensión, las fibras fueron atravesadas por un rayo láser, donde se obtuvo el diámetro de fibra, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, factor de confort, promedio de curvatura en grados e histograma de frecuencias de manera automática.

d. Porcentaje de humedad

Para determinar el contenido de humedad se usó el método estándar de determinación de humedad por secado en estufa según norma ASTM D1576 – 12, el cual consistió en tomar muestras de aproximadamente 40 gr. y someterlas a un proceso de secado en horno a la

temperatura de 105 ± 2 °C hasta que la variación de masa entre masas sucesivas sea menor de 0,01% de su peso, las submuestras tomadas de la secadora fueron pesadas antes y después de ser llevadas a la estufa.

El cálculo fue:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(PH - PS)}{PS} \times 100$$

Dónde:

PH = Peso de la fibra húmeda

PS = Peso de la fibra seca

e. **Contenido de grasa residual**

Para determinar la cantidad de grasa residual que permanece en la fibra lavada, se usó las recomendaciones de la Norma IWTO 19-12, que consistió en utilizar un espécimen de 10 g, tomado de la submuestra de fibra lavada. La grasa fue extraída del espécimen mediante el hexano caliente, luego la grasa y el hexano fueron sifoneados hacia un balón limpio de peso conocido. La grasa se acumuló en el balón como resultado del proceso de destilación. Se requirió 20 sifoneadas (ciclos o vueltas) para remover toda la grasa residual de la fibra. Después de la destilación, cierta cantidad de humedad permaneció en el balón. Los balones fueron puestos en una estufa para su secado y luego se determinó el contenido de grasa residual en términos porcentuales.

El cálculo fue:

$$\% \text{ grasa residual} = \frac{(PF - PI)}{PM} \times 100$$

Dónde:

PF = Peso final de la muestra (balón + muestra)

PI = Peso inicial (balón)

PM = Peso analítico de la muestra

f. Contenido de ceniza

Se usó las recomendaciones de la Norma IWTO 19-12, las cuales consistieron en utilizar un espécimen de 10gr de la submuestra de fibra lavada y seca. El espécimen se colocó en un crisol y luego incinerado en una mufla a 800°C. El crisol estuvo durante tres horas en la mufla, durante este periodo de tiempo la materia seca se incinero, dejando solo el material mineral como ceniza. El contenido del crisol fue pesado y expresado como un porcentaje del peso del espécimen.

El cálculo fue:

$$\mathbf{Ceniza\ (\%)} = \frac{\mathbf{(PF - PI)}}{\mathbf{PM}} \times \mathbf{100}$$

Dónde:

PF = Peso final de la muestra (crisol+ muestra)

PI = Peso inicial (crisol)

PM = Peso analítico de la muestra

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se analizaron mediante a la estadística descriptiva: media aritmética, máximos y mínimos, desviación estándar, coeficiente de variación, coeficiente de determinación y diagrama de dispersión para el contenido de calidades superiores e inferiores, rendimientos de clasificación, peso de vellón sucio, longitud de mecha, rendimiento al lavado, diámetro de fibra, contenido de ceniza y grasa residual, con el uso de programas de cómputo: Excel y SAS.

Así mismo, para evaluar el efecto de la calidad se empleó el análisis de varianza y la prueba de Duncan para comparar las diferencias entre medias.

El modelo aditivo lineal fue:

$$Y_{ij} = \mu + C_i + e_{ij}$$

i : 1, ..., 5 (grupos de calidades: Baby, Fleece, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa)

j : 1, ..., n (número de muestras por grupo de calidades)

Y_{ij} : Variable respuesta del peso de vellón sucio, longitud de mecha, rendimiento al lavado, diámetro de fibra, humedad, contenido de grasa residual, contenido de ceniza, calidades y contenido de calidades superiores e inferiores.

μ : Efecto de la media general

C_i : Efecto de la i -ésimo grupo de calidad al que pertenece la fibra de alpaca.

e_{ij} : Efecto del error experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PESO DE VELLÓN SUCIO POR CATEGORÍAS

En el Cuadro 12 se muestran los promedios de peso de vellón sucio por categorías. El peso de vellón sucio promedio de la categoría Gruesa fue de 2.226 ± 0.90 kg, la categoría Semifina 1.575 ± 0.29 kg, la categoría Fina 1.994 ± 0.51 kg y la categoría Extrafina 2.784 ± 1.04 kg respectivamente. Valores, que resultaron ser estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Cuadro 12: Peso de vellón sucio entre categorías

| Categoría del vellón | No. | Promedio (kg) | Desviación estándar | Coefficiente de variación (%) | Valor mínimo (kg) | Valor máximo (kg) |
|----------------------|-----|----------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| Gruesa | 10 | 2.226 ^a | 0.90 | 40.32 | 1.420 | 4.450 |
| Semifina | 10 | 1.575 ^b | 0.29 | 18.72 | 1.340 | 2.200 |
| Fina | 10 | 1.994 ^b | 0.51 | 25.78 | 1.210 | 2.680 |
| Extrafina | 10 | 2.784 ^{a,b} | 1.04 | 37.21 | 1.700 | 4.950 |
| Total | 40 | 2.14 | 0.84 | 39.30 | | |

Letras desiguales a nivel vertical indican que existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

Estas diferencias entre categorías reflejan lo que sucede en la producción alpaquera, donde vellones extrafinos pertenecen a alpacas más jóvenes, que tuvieron mayor tiempo de crecimiento de fibra, y los vellones gruesos a adultas los cuales poseen mayor superficie corporal para la producción de fibra, viéndose incrementando el peso de vellón sucio en ambas categorías (Apomayta y Gutiérrez, 1998).

Estos resultados se asemejan a los reportados por De Carolis (1987) y Cardozo (1989), citados por Marín (1991) en el Altiplano, y Tamayo y Pumayalla (1989), citados por González *et al.* (1990), que registraron pesos de vellón promedio entre 1.6 a 1.8 kg para esquilas anuales en Huancavelica.

La media general del peso de vellón sucio (2.14 ± 0.84 kg) resultó inferior a la reportada por Quispe *et al.* (2009) de 2.300 ± 0.39 kg, y Ponzoni *et al.* (1999) de 3.12 kg aproximadamente, superioridad que podría deberse a una mejor alimentación y manejo con efecto positivo en el crecimiento de la fibra (Bryant *et al.* 1989), contrario a una nutrición inadecuada que afecta negativamente (McGregor, 2002). Por otro lado, Wuliji *et al.* (2000) encontraron también valores promedio similares (2.16 ± 0.06 kg), en su estudio realizado en alpacas adultas en Nueva Zelanda, (1.76 kg para hembras y 2.57 kg para los machos, respectivamente).

Sin embargo, los valores promedio por categoría superan los reportados por Bryant *et al.* (1989), de pesos de vellón promedio por año niveles tecnológicos, alto, medio y bajo de 1.60, 1.40 y 1.20 kg, respectivamente, resultado de un estudio realizado en comunidades campesinas de Junín, Pasco, Cuzco, Puno y Arequipa.

En consecuencia, se observa que el peso de vellón sucio es muy variable por el tiempo de crecimiento de la fibra, lo cual es resaltado por Tamayo y Pumayalla (1989), citados por González *et al.* (1990). Diferencias que no ocurren en otros países productores de fibra de alpaca como Estados Unidos, Australia, Canadá, Nueva Zelanda y otros países europeos (Lupton *et al.* 2006a).

4.2 RENDIMIENTOS DE CATEGORIZACIÓN

En el Cuadro 13, se presentan los valores de la categorización de los vellones conforme a lo establecido en la NTP.231.302.2014.

Los valores promedio en contenido de calidades (superiores e inferiores) y de calidad Baby entre categorías, resultaron ser estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). La longitud mínima de mecha promedio, y el contenido de la calidad Baby dentro de cada categoría estuvieron dentro de los rangos establecidos por esta norma técnica; sin embargo, el contenido de calidades (superiores e inferiores) mostró ligeras variaciones respecto a lo

establecido por la NTP.231.302:2004, debiéndose estas diferencias al proceso mismo de categorización en campo y al trabajo con gran cantidad de vellones.

4.3 RENDIMIENTOS DE CLASIFICACIÓN

En el Cuadro 14, se muestran los valores de los rendimientos de clasificación por categoría, de los vellones en las diferentes calidades (Baby, Fleece, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa). El contenido de calidad Baby para las categorías Gruesa, Semifina, Fina y Extrafina fue de 0.00%, 9.84±13.70%, 24.01±21.40% y 37.34±16.46%, de calidad Fleece 13.08±16.68%, 56.46±10.83%, 52.70±18.83%, 40.55±15.56%, de calidad Medium Fleece 32.98±12.34%, 15.50±11.86%, 14.24±9.79%, 8.60±7.83%, de calidad Huarizo 34.83±20.37%, 16.86±14.74%, 9.05±9.15%, 7.14±4.71%, y de calidad Gruesa 19.12±13.65%, 1.35±4.27%, 0.00% y 6.38±6.90%, respectivamente.

Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) por efecto del contenido de calidades entre categorías. La categoría Gruesa presentó mayor contenido de calidad Medium Fleece y Huarizo y menor de calidad Baby y Fleece; la categoría Semifina mayor contenido de calidad Fleece y Huarizo y menor de calidad Baby y Gruesa, la categoría Fina mayor contenido de calidad Fleece y Baby y menor de calidad Huarizo y Gruesa; y, la categoría Extrafina presentó mayor contenido de calidad Baby y Fleece y menor de la calidad Huarizo y Gruesa. Se puede apreciar claramente la composición y proporción de calidades dentro de cada categoría, evidenciando que no todos los vellones presentan la misma composición de calidades, siendo la calidad Fleece las que integran gran parte de todas las categorías.

Cuadro 13: Contenido de calidades, longitud mínima de mecha, color y contenido de calidad Baby entre categorías

| Categoría del vellón | No. | Contenido de calidades | | Longitud mínima de mecha (cm) | Color | Contenido de calidad Baby (%) |
|----------------------|-----|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|
| | | Superiores (%) | Inferiores (%) | | | |
| Gruesa | 10 | 13.08±0.16 ^a | 86.92±0.16 ^a | 7.58±1.07 | Blanco/Canoso | 0.00 ^a |
| Semifina | 10 | 66.30±0.10 ^b | 33.70±0.10 ^b | 7.19±0.48 | Blanco | 9.84±13.70 ^a |
| Fina | 10 | 76.71±0.04 ^c | 23.29±0.04 ^c | 7.04±3.49 | Blanco | 24.01±21.40 ^b |
| Extrafina | 10 | 77.89±0.05 ^c | 22.11±0.05 ^c | 7.19±2.84 | Blanco | 37.34±16.46 ^b |

Letras desiguales a nivel vertical indican que existen diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Cuadro 14: Rendimientos de clasificación entre categorías

| Categoría del vellón | No. | Calidades dentro de cada vellón (%) | | | | |
|----------------------|-----|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Baby * | Fleece | Medium Fleece | Huarizo | Gruesa |
| Gruesa | 10 | 0.00 ^b | 13.08±16.68 ^c | 32.98±12.34 ^a | 34.83±20.37 ^a | 19.12±13.65 ^a |
| Semifina | 10 | 9.84±13.70 ^b | 56.46±10.83 ^a | 15.50±11.86 ^b | 16.86±14.74 ^b | 1.35±4.27 ^b |
| Fina | 10 | 24.01±21.40 ^a | 52.70±18.83 ^{a,b} | 14.24±9.79 ^b | 9.05±9.15 ^b | 0.00 ^b |
| Extrafina | 10 | 37.34±16.46 ^a | 40.55±15.56 ^b | 8.60±7.83 ^b | 7.14±4.71 ^b | 6.38±6.90 ^b |

Letras desiguales a nivel vertical indican que existen diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

* Esta calidad contiene las calidades Baby y Súper Baby, de acuerdo a la NTP.231.301.2004.

4.4 LONGITUD DE MECHA

En el Cuadro 15, se presentan los promedios de longitud de mecha por grupo de calidades. La longitud de mecha promedio para las calidades Baby, Fleece, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa fue de $9.67\pm 3.16\text{cm}$, $9.61\pm 2.89\text{cm}$, $8.77\pm 2.92\text{cm}$, $9.27\pm 2.81\text{cm}$ y $9.94\pm 1.79\text{cm}$, respectivamente. La calidad Gruesa mostró valores ligeramente superiores a las demás calidades, seguido de la Baby, Fleece, Huarizo y Medium Fleece, siendo estas diferencias –como ya ha sido referido- atribuibles al mayor tiempo de crecimiento de fibra en animales jóvenes y a factores propios de la esquila. Así mismo, las calidades Baby, Fleece y Medium Fleece presentaron mayores valores máximos que las calidades Huarizo y Gruesa, debiéndose estas diferencias a la ubicación de las calidades dentro del vellón del animal.

No se obtuvieron diferencias significativas ($P>0.05$) por efecto de la calidad; encontrándose estos resultados dentro de los rangos establecidos por la NTP.231.301:2014, satisfaciendo los límites mínimos requeridos para el proceso de peinado en la industrial textil. (Villarroel, 1963).

Los valores mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación para la longitud de mecha en todas las calidades mostraron una tendencia descendente, siendo las calidades Medium Fleece, Huarizo y Gruesa las que presentaron mayores porcentajes de longitud de mecha por debajo del promedio establecido NTP.231.301.2004 con 33.33%, 28.13% y 28.57%; respectivamente; debido a que estas calidades se encuentran preferentemente en las patas y el cuello (zonas heterogéneas); evidenciando así, que la longitud de mecha varía mayormente según su ubicación en el cuerpo del animal, la habilidad del esquilador y el tiempo de crecimiento de fibra al que son expuestos los animales.

Los valores promedio entre calidades se encontraron dentro de los rangos reportados por Carpio (1991) quien mencionó que el crecimiento anual de la fibra alcanza un valor entre 7 a 10cm, necesario para todo proceso textil moderno; y fueron, ligeramente inferiores a lo encontrado por Lupton *et al.* (2006a), quienes reportaron en los E.E.U.U valores de $11.63\pm 3.97\text{cm}$ promedio en alpacas Huacaya de 1.2 y más de 3 años de edad, debido principalmente a una mejora en la alimentación y manejo.

Cuadro 15: Variación de la longitud de mecha entre calidades.

| Grupo de calidades | No. | Promedio (cm) | Desviación estándar | Coefficiente de variación (%) | Valor mínimo (cm) | Muestras por debajo del promedio** (%) | Valor máximo (cm) |
|----------------------|-----|-------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|--|-------------------|
| Alpaca Baby * | 23 | 9.63 ^a | 3.16 | 33 | 7.1 | 17.39 | 20 |
| Alpaca Fleece | 35 | 9.61 ^a | 2.89 | 30 | 7.1 | 11.43 | 19.2 |
| Alpaca Medium Fleece | 33 | 8.62 ^a | 2.92 | 35 | 6.4 | 33.33 | 22.3 |
| Alpaca Huarizo | 32 | 9.24 ^a | 2.81 | 31 | 6.2 | 28.13 | 16.1 |
| Alpaca Gruesa | 14 | 8.56 ^a | 1.79 | 21 | 5.9 | 28.57 | 11.6 |
| Total | 137 | 9.18 | 2.92 | 32 | | | |

Letras desiguales a nivel vertical indican que existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

* Esta calidad contiene las calidades Baby y Súper Baby, de acuerdo a la NTP.231.301.2004.

** Porcentaje de muestras que estuvieron por debajo del promedio mínimo de longitud de mecha establecido en la NTP.231.301.2004 para todas las calidades.

A su vez, se muestra un promedio general (9.18 ± 2.92 cm) menor a los encontrados por Manso (2011) quien obtuvo 10.72cm en 20 alpacas machos en Huancavelica, y Gonzales (2004) quien obtuvo resultados de 10.62cm en Puna Húmeda y 9.89cm en Puna Seca.

Otros autores, como Quispe *et al.* (2009) obtuvieron un valor superior al promedio encontrado en el presente trabajo, con una longitud de mecha de 11.54cm, en diecinueve centros de producción en Huancavelica, al igual que Frank *et al.* (2006) quienes reportaron valores de 9.9cm para alpacas de Nueva Zelanda y 9.4cm de Australia. Así mismo, Wuliji *et al.* (2000), refieren un promedio longitud de mecha ligeramente superior (9.9 ± 0.2 cm) en alpacas adultas, 9.1cm en hembras y 10.7cm en machos – al encontrado en el presente estudio.

4.5 RENDIMIENTO AL LAVADO

El Cuadro 16 muestra los promedios de rendimiento al lavado por grupo de calidades. El rendimiento al lavado promedio para las calidades Baby, Fleece, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa fue de $89.35 \pm 1.72\%$, $90.10 \pm 2.36\%$, $86.66 \pm 3.62\%$, $88.35 \pm 2.53\%$ y $89.62 \pm 1.23\%$, con coeficientes de variabilidad entre 1.38% y 4.03%, respectivamente.

Cuadro 16: Rendimiento al lavado entre calidades.

| Grupo de calidades | No. | Promedio (%) | Desviación estándar | Coefficiente de variación (%) | Valor mínimo (%) | Valor máximo (%) |
|----------------------|-----|----------------------|---------------------|-------------------------------|------------------|------------------|
| Alpaca Baby * | 23 | 89.35 ^{a,b} | 1.72 | 1.92 | 85.59 | 93.57 |
| Alpaca Fleece | 35 | 90.10 ^a | 2.36 | 2.62 | 85.02 | 96.35 |
| Alpaca Medium Fleece | 33 | 89.66 ^{a,b} | 3.62 | 4.03 | 75.75 | 95.98 |
| Alpaca Huarizo | 32 | 88.35 ^b | 2.53 | 2.87 | 81.86 | 93.04 |
| Alpaca Gruesa | 14 | 89.62 ^{a,b} | 1.23 | 1.38 | 87.59 | 92.62 |
| Total | 137 | 89.41 | 2.67 | 2.98 | | |

Letras desiguales a nivel vertical indican que existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

* Esta calidad contiene las calidades Baby y Súper Baby, de acuerdo a la NTP.231.301.2004.

Se encontró un mayor rendimiento al lavado en las calidades superiores, mostrando que estas, son las que menos se contaminan por contacto con elementos externos (tierra, vegetales, pintura y otros), a diferencia de las calidades inferiores que son las que mayor

contacto tienen con los agentes contaminantes, debido principalmente a que éstas fibras se ubican en la parte inferior o extrema del cuerpo del animal (patas, vientre, cabeza y cola). Los promedios de rendimiento al lavado entre calidades mostraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

Estos valores concuerdan con lo descrito por Villarroel (1959), quien obtuvo rendimientos promedio de vellón de alpaca Huacaya de 90.3%, con rango entre 86.6 y 93.7%. Así mismo Gallegos *et al.* (1991), trabajando con muestras de 287 alpacas en Puno, reportaron un rendimiento promedio de 87.44% con un rango entre 86.54 y 89.52%; mientras que Wuliji *et al.* (2000), Aylan-Parker y McGregor (2002) McGregor (2006) y Lupton *et al.* (2006b), encontraron valores entre 89 a 95% para alpacas en Nueva Zelanda, Australia y E.E.U.U, respectivamente; por lo que lo hallado en este estudio se asemeja a lo reportado por la mayor parte de los autores citados.

4.6 DIAMETRO DE FIBRA

En el Cuadro 17 se consignan los valores promedio de diámetro de fibra por calidades. El diámetro promedio de fibra encontrado en la calidad Baby fue de $20.92 \pm 1.98 \mu\text{m}$, con un coeficiente de variabilidad de 9.44%, en la calidad Fleece $22.75 \pm 2.11 \mu\text{m}$, con un coeficiente de variabilidad de 9.28%, en la calidad Medium Fleece $25.47 \pm 2.76 \mu\text{m}$, con un coeficiente de variabilidad de 10.85%, en la calidad Huarizo $27.10 \pm 3.25 \mu\text{m}$, con un coeficiente de variabilidad de 11.98%, y la calidad Gruesa $30.48 \pm 3.39 \mu\text{m}$, con un coeficiente de variabilidad de 11.12%. Las calidades Baby, Fleece, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa muestran diferencias marcadas ($P < 0.01$) propios de la calidad a la que pertenecen.

Tanto el promedio como los valores mínimos y máximos para diámetro de fibra mostraron una tendencia ascendente entre calidades. Así mismo, se puede apreciar que el porcentaje de muestras con promedios por encima del rango máximo establecido NTP.231.301.2004 para todas las calidades fue de 13.04%, 2.86%, 12.12% y 9.38% para las calidades Baby, Fleece, Medium Fleece y Huarizo, respectivamente, debiéndose estas diferencias probablemente al efecto de muestreo en campo.

Al comparar los resultados encontrados en las diferentes calidades de fibra (Fleece, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa), es posible notar que los promedios en las calidades están

ligeramente por debajo de los valores establecidos en la NTP.231.301:2014, por lo que se esta diferencia se puede atribuir al proceso de categorización y clasificación en campo, así como al uso de vellones enteros, mas no solo muestras.

Estos datos muestran promedios menores a los encontrados en otros países: En E.E.U.U, Lupton *et al.* (2006b) obtuvieron una finura media de 27.9 μ m que oscilaba entre 15.09 y 49.27 μ m, en Australia Aylan-Parker y McGregor (2002) reportaron diámetros de 27.5 μ m, mientras que Wuliji *et al.* (2000), en Nueva Zelanda, encontró valores de 31.9 μ m. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que estos estudios se llevaron a cabo en poblaciones de alpacas y sistemas de producción diferentes a los existentes en la región andina. Siendo el resultado de Ponzoni *et al.* (1999), una excepción al obtener un promedio similar (25.7 μ m) en Australia.

En la comparación de los valores de diámetro de fibra obtenidos en este trabajo con los encontrados en la literatura debe tenerse en cuenta que el diámetro de fibra es muy variable por efecto de diversos factores y significativamente por el muestreo (Aylan-Parker y McGregor, 2002); las técnicas de medición (Wuliji *et al.* 2000), las características de los animales como el color (Lupton *et al.* 2006a), y las condiciones de manejo (McGregor, 2002), generan escenarios no siempre comparables. En consecuencia, tanto el promedio diámetro de fibra de las calidades y el bajo coeficiente de variación, sugieren que las características de la fibra producida por alpacas en La Cooperativa Comunal San Pedro de Racco es muy buena, por lo cual existen oportunidades de mejorar el ingreso económico en este sector, si la venta se basa en la calidad de la fibra y no solo en su peso.

Cuadro 17: Promedio de diámetro de fibra entre calidades

| Grupo de calidades | No. | Promedio (μm) | Desviación estándar | Coefficiente de variación (%) | Valor mínimo (μm) | Valor máximo (μm) | Muestras por encima del promedio** (%) |
|----------------------|-----|----------------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|
| Alpaca Baby * | 23 | 20.92 ^a | 1.98 | 9.44 | 17.65 | 25.40 | 13.04 |
| Alpaca Fleece | 35 | 22.75 ^b | 2.11 | 9.28 | 18.65 | 29.15 | 2.86 |
| Alpaca Medium Fleece | 33 | 25.47 ^c | 2.76 | 10.85 | 19.70 | 29.95 | 12.12 |
| Alpaca Huarizo | 32 | 27.10 ^d | 3.25 | 11.98 | 20.75 | 33.60 | 9.38 |
| Alpaca Gruesa | 14 | 30.48 ^e | 3.39 | 11.12 | 24.45 | 37.10 | - |
| Total | 137 | 24.90 | 3.94 | 15.81 | | | |

Letras desiguales a nivel vertical indican que existen diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$).

* Esta calidad contiene las calidades Baby y Súper Baby, de acuerdo a la NTP.231.301.2004.

** Porcentaje de muestras que estuvieron por encima del promedio máximo de diámetro de fibra establecido en la NTP.231.301.2004 para todas las calidades.

4.7 PORCENTAJE DE HUMEDAD

En el Cuadro 18, se presentan los valores promedio de humedad, con sus coeficientes de variabilidad, en fibra lavada de las calidades Baby, Fleece, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa; las mismas que fueron de $11.25 \pm 1.03\%$ con un coeficiente de variabilidad de 9.13%, $11.24 \pm 0.60\%$ con un coeficiente de variabilidad de 5.36%, $11.18 \pm 1.26\%$ con un coeficiente de variabilidad de 11.29%, $11.28 \pm 0.60\%$ con un coeficiente de variabilidad de 5.29% y $11.53 \pm 0.37\%$ con un coeficiente de variabilidad de 3.20%, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) por efecto de la calidad. Los porcentajes de humedad similares entre calidades, pueden ser atribuidos a que ésta solo depende de las condiciones ambientales, más no ha factores propios del animal. Similar respuesta fue encontrada por Rosas (2012) quien encontró valores algo mayores de 12.29%, 12.49%, 12.59% y 12.08% para las calidades referidas, respectivamente, pero en fibra sin lavar.

Cuadro 18: Porcentaje de humedad entre calidades

| Grupo de calidades | No. | Promedio (%) | Desviación estándar | Coeficiente de variación (%) | Valor mínimo (%) | Valor máximo (%) |
|----------------------|-----|--------------------|---------------------|------------------------------|------------------|------------------|
| Alpaca Baby * | 19 | 11.25 ^a | 1.03 | 9.13 | 9.40 | 14.67 |
| Alpaca Fleece | 25 | 11.24 ^a | 0.60 | 5.36 | 9.56 | 12.18 |
| Alpaca Medium Fleece | 18 | 11.18 ^a | 1.26 | 11.29 | 6.45 | 12.63 |
| Alpaca Huarizo | 18 | 11.28 ^a | 0.60 | 5.29 | 9.51 | 12.22 |
| Alpaca Gruesa | 12 | 11.53 ^a | 0.37 | 3.20 | 10.68 | 12.08 |
| Total | 92 | 11.28 | 0.85 | 7.56 | | |

Letras desiguales a nivel vertical indican que existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

*Esta calidad contiene las calidades Baby y Súper Baby, de acuerdo a la NTP.231.301.2004.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Wang *et al.* (2003), quienes afirman que la humedad contenida en la fibra de la alpaca es generalmente de 12%; sin embargo, son menores a lo encontrado por Carpio (1991), quien reportó 14% de contenido de humedad. Sin embargo, el contenido de humedad hallado se encuentra por encima de lo

establecido por la NTP.231.301:2014, que indica un máximo de 8%, debiéndose estas diferencias principalmente a condiciones ambientales más no a la calidad.

4.8 CONTENIDO DE CENIZA

En el Cuadro 19, se consignan los valores promedio del contenido de ceniza en fibra lavada, con sus correspondientes coeficientes de variabilidad, por las calidades Baby, Fleece, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa; siendo éstos de $1.16 \pm 0.38\%$ con un coeficiente de variabilidad de 32.44%, $1.05 \pm 0.24\%$ con un coeficiente de variabilidad de 22.66%, $0.95 \pm 0.14\%$ con un coeficiente de variabilidad de 14.96%, $1.02 \pm 0.26\%$ con un coeficiente de variabilidad de 23.37% y $0.93 \pm 0.22\%$ con un coeficiente de variabilidad de 23.37%, respectivamente. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), por efecto de la calidad, presentando las calidades inferiores, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa, menores contenidos de ceniza. Este hecho es atribuible a la falta de *suint* (conjunto de secreciones de las glándulas sudoríparas) en las fibras gruesas, que evita que el material exógeno (rastros de polvo) se adhiera al vellón, disminuyendo el contenido de sólidos minerales en la fibra, en contraste con las calidades superiores.

Cuadro 19: Contenido de ceniza entre calidades

| Grupo de calidades | No. | Promedio (%) | Desviación estándar | Coeficiente de variación (%) | Valor mínimo (%) | Valor máximo (%) |
|----------------------|-----|---------------------|---------------------|------------------------------|------------------|------------------|
| Alpaca Baby * | 23 | 1.16 ^a | 0.38 | 32.44 | 0.68 | 2.48 |
| Alpaca Fleece | 35 | 1.05 ^{a,b} | 0.24 | 22.66 | 0.64 | 1.59 |
| Alpaca Medium Fleece | 33 | 0.95 ^b | 0.14 | 14.96 | 0.62 | 1.25 |
| Alpaca Huarizo | 32 | 1.02 ^{a,b} | 0.26 | 25.45 | 0.72 | 2.03 |
| Alpaca Gruesa | 14 | 0.93 ^b | 0.22 | 23.37 | 0.78 | 1.70 |
| Total | 137 | 1.03 | 0.26 | 25.66 | | |

Letras desiguales a nivel vertical indican que existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

* Esta calidad contiene las calidades Baby y Súper Baby, de acuerdo a la NTP.231.301.2004.

Estos resultados son inferiores a los de Marín (2007), quien reportó porcentajes promedio de ceniza en fibra lavada de $1.71 \pm 0.16\%$ y $1.33 \pm 0.13\%$ en tuis machos y hembras

de la SAIS Pachacutec, y a los de Siguayro (2009) quien encontró promedios de ceniza de 1.63 y 1.58% en alpacas machos y hembras del Centro Quimsachata (INIA-Puno). Así mismo, se puede notar que estos valores se encuentran dentro de los permitidos por la NTP.231.301:2004, que establece un máximo de 6%, para todas las calidades de fibra de alpaca.

4.9 CONTENIDO DE GRASA RESIDUAL

En el Cuadro 20, se consignan los valores promedio del contenido de grasa residual en fibra de alpaca lavada por calidades, con sus correspondientes coeficientes de variación, para las calidades Baby, Fleece, Medium Fleece, Huarizo y Gruesa; siendo los contenidos de grasa residual encontrados en cada una de estas de $1.17\pm 0.30\%$ con un coeficiente de variabilidad de 25.47%, $1.21\pm 0.32\%$ con un coeficiente de variabilidad de 26.53%, $1.04\pm 0.30\%$ con un coeficiente de variabilidad de 28.49%, $1.09\pm 0.33\%$ con un coeficiente de variabilidad de 30.11% y $1.06\pm 0.30\%$ con un coeficiente de variabilidad de 28.07%, respectivamente. No se hallaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre calidades.

Se puede observar que las calidades Superiores (Baby y Fleece), que presentan mayor finura, muestran un mayor contenido de grasa residual, lo cual puede atribuirse a que las fibras más finas al tener una mayor densidad folicular, tendrán una mayor dotación folicular provista de glándulas sebáceas, y por lo tanto será mayor la producción de grasa (De Gea, 2007).

Así mismo, podemos notar que estos resultados se encuentran dentro de los máximos definidos por la NTP.231.301:2014, que establece un máximo de 4% de contenido de grasa residual para todas las calidades de fibra de alpaca.

Cuadro 20: Contenido de grasa residual entre calidades

| Grupo de calidades | No. | Promedio (%) | Desviación estándar | Coefficiente de variación (%) | Valor mínimo (%) | Valor máximo (%) |
|----------------------|-----|-------------------|---------------------|-------------------------------|------------------|------------------|
| Alpaca Baby * | 23 | 1.17 ^a | 0.31 | 25.47 | 0.47 | 1.83 |
| Alpaca Fleece | 35 | 1.21 ^a | 0.33 | 26.53 | 0.62 | 2.04 |
| Alpaca Medium Fleece | 33 | 1.04 ^a | 0.30 | 28.49 | 0.51 | 1.87 |
| Alpaca Huarizo | 32 | 1.09 ^a | 0.33 | 30.11 | 0.66 | 1.91 |
| Alpaca Gruesa | 14 | 1.06 ^a | 0.31 | 28.07 | 0.63 | 1.68 |
| Total | 137 | 1.12 | ±0.32 | 28.44 | | |

Letras desiguales a nivel vertical indican que existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

* Esta calidad contiene las calidades Baby y Súper Baby, de acuerdo a la NTP.231.301.2004.

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Marín (2007), quien reportó un porcentaje promedio de grasa residual en fibra lavada de $0.48 \pm 0.04\%$ y $0.57 \pm 0.04\%$ para tuis machos y hembras de la SAIS Pachacutec, y a los de Siguyro (2009), con promedios de grasa residual de 0.31 y 0.30% machos y hembras, respectivamente, en Quimsachata (INIA-Puno). Este valor es importante para calcular una serie de rendimientos comerciales, que están relacionados con el performance del procesamiento industrial de la fibra (Sacchero, 2006, citado por Siguyro, 2009).

V. CONCLUSIONES

- La composición de calidades tuvo un comportamiento variable dentro de cada categoría, habiendo mayor contenido de calidad Baby en las categorías Fina y Extrafina ($24.01 \pm 21.40\%$ y $37.34 \pm 16.46\%$); mayor contenido de calidad Fleece en las categorías Semifina y Fina ($56.46 \pm 10.83\%$ y $52.70 \pm 18.83\%$); mayor contenido de calidad Medium Fleece en las categorías Gruesa y Semifina ($32.98 \pm 12.34\%$ y $15.50 \pm 11.86\%$) mayor contenido de calidad Huarizo en las categorías Gruesa y Semifina ($34.83 \pm 20.37\%$ y $16.86 \pm 14.74\%$) y mayor contenido de calidad Gruesa en las categorías Gruesa y Extrafina ($19.12 \pm 13.65\%$ y $6.38 \pm 6.90\%$).
- La calidad Baby y Fleece presentaron menores promedios de diámetro de fibra ($20.92 \pm 1.98 \mu\text{m}$ y $22.75 \pm 2.11 \mu\text{m}$) y mayores promedios de longitud de mecha ($9.63 \pm 3.16 \text{cm}$ y $9.61 \pm 2.89 \text{cm}$), contenido de ceniza ($1.16 \pm 0.38\%$ y $1.05 \pm 0.24\%$) y contenido de grasa residual ($1.17 \pm 0.31\%$ y $1.21 \pm 0.33\%$), mostrando mejores bondades textiles, que hacen necesario continuar con programas de mejora genética para incrementar la producción de fibra de calidades Baby y Fleece.

VI. RECOMENDACIONES

- Promover la aplicación de la categorización de vellones y clasificación de fibra de Alpaca durante la esquila siguiendo las recomendaciones de la NTP.231.301:2014 y NTP.231.302:2014, la cual contribuya a elevar los ingresos económicos en los productores por venta de fibra de alpaca clasificada.
- Considerar factores como la edad, sexo, peso, raza, color y mayor número de muestras, incluyendo otras características productivas y textiles, tales como: peso vivo, número de rizos, incidencia de fibras meduladas y factor de confort, analizando muestras procedentes de animales de plantel y majada.
- Utilizar los resultados obtenidos como referencia para monitorear las tendencias productivas de la población de alpacas Huacaya en la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco año tras año, ya que son los parámetros más importantes de la clasificación de fibras y quienes determinan el precio en el mercado mundial, orientada hacia la producción de fibra de calidad Baby y Fleece.

VII. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- ALVAREZ, J. 1981. Dimensiones físicas de la fibra de Alpaca de la CAP Huaycho Ltda. No. 44. Tesis. U.N.T.A. Puno-Perú.
- ANTÚNEZ, P.; ARESTEGUI, D.; MENGONI, S.; RIVERA, D. 1996. Estudio de Prefactibilidad para la Instalación de una Planta de Hilados de Fibra de Alpaca, llama y lana de ovino en la sierra central. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 496 p.
- APOMAYTA, Z.J. y GUTIÉRREZ, G.A. 1998. Evaluación de las características tecnológicas y productivas de la fibra en alpacas Huacaya esquiladas a los 12 y 17 meses de edad. Anales Científicos, Universidad Nacional Agraria la Molina. 36, 35-42.
- AYLAN-PARKER, J. y MCGREGOR, B.A. 2002. Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Rumin. Res.*, 44: 53–64.
- BARZOLA, A. 1989. Posibilidades y limitaciones de esquila en alpacas tuis de nueve meses en la sierra central. Tesis. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú.
- BRAGA, W.; LEYVA, V.; COCHRAN, R. 2007. The effect of altitude on alpaca (*Lama pacos*) fiber production *Small Rumin. Res.*, 68: 323–328.
- BRENES, E.R.; MADRIGAL, K.; PEREZ, F.; VALLADARES, K. 2001. El clúster de los Camélidos en Perú: Diagnostico competitivo y recomendaciones estrategias. Instituto Centroamericano de Administración de Empresas. Disponible en: <http://www.caf.com/attach/4/default/CamelidosPeru.pdf>.

- BRYANT, F.C.; FLOREZ, A.; PFISTER, J. 1989. Sheep and alpaca productivity on high andean rangelands in Peru. *J. Anim. Sci.*, 6:3078-3095.
- BUSTINZA, A. 2001. La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Biblioteca Nacional del Perú. Puno, Perú. 343 p.
- CARHUAPOMA, P., SÁENZ, A.P.; QUISPE, E.C. 2009. Efecto de la condición corporal sobre el peso de vellón y finura de fibra en alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) color blanco en la región Huancavelica. Tesis para optar el Título de Ing. Zootec. UNH. Huancavelica. 63 pág.
- CARPIO, M. 1978. Tecnología de lanas y comercialización. Programa de Ovinos y Camélidos Americanos, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 62 p.
- CARPIO, M. 1991 Aspectos tecnológicos de la fibra de los camélidos andinos. En: Producción de Rumiantes Menores: Alpacas, Editores C. Novoa y A. Flores, Impresiones RERUMEN, Lima, Perú.
- CASTELLARO, G.; GARCIA-HUIDOBRO, J.; SALINAS, P. 1998. Alpaca liveweight variations and fiber production in Mediterranean range of Chile. *J. Range Manage.*, 51: 509-513.
- CCOPA, V. 1980. Peso vivo, peso de vellón y rendimiento al lavado en Alpacas. Tesis de Médico Veterinario. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Programa académico de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 62 p.
- CERVANTES, I.; GOYACHE, F.; PÉREZ-CABAL, M.A.; NIETO, B.; SALGADO, C.; BURGOS, A.; GUTIERREZ J.P. 2010. Genetic parameters and relationships between fibre and type traits in two breed of Peruvian alpacas. *Small Rumin. Res.*, 88:6-11.
- CODINA, D. 1973. Materias extrañas y contaminadas en la lana. Boletín del Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/6007>

- COMEXPERU (Sociedad de Comercio Exterior del Perú, PE). 2005. Alpaca y Vicuña: Magia de los Andes (en línea). Lima, Perú. Disponible en: <http://www.comexperu.org.pe/media/files/revista/Marzo05/producto.pdf>
- CONDORENA, N. 1985. Aspectos de un sistema regularizador de la crianza de alpacas. La Raya-IVITA. Puno-Perú.
- DE GEA, G. 2007. El ganado lanar en la Argentina. 2da. Edición. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina. 245 p.
- DESCO (Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo, PE). 2011. Gestión Sostenible de los Camélidos: Tecnología y valor agregado en la crianza campesina. Programa regional Sur - Arequipa, Perú. Disponible en: http://www.desco.org.pe/sites/default/files/publicaciones/files/gestion_camelidos_prs_VF.pdf
- ELVIRA, G. 2004. Mediciones Objetivas. Su importancia en la Comercialización e Industrialización de la Lana. Laboratorio de Lanas Rawson. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/15-mediciones.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina. Roma, Italia. 62 pp.
- FLORES, R. 1979. Diámetro y longitud de mecha en alpacas Huacaya y Suri, machos y hembras, de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 años de edad en el C.P. de la Raya. Tesis U.N.T.A. Puno-Perú.
- FRANCO, F. y SAN MARTÍN, F. 2007. Efecto del Nivel Alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. Sistema de revisiones en Investigación Veterinaria en UNMSM. Disponible en: <http://www.unmsm.edu.pe/veterinaria/files/SIRIVS%20N1.pdf>

- FRANK, E.N.; HICK, M.V.H.; GAUNA, C.D.; LAMAS, H.E.; RENIERI, C.; ANTONINI, M. 2006. Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). *Small Rumin. Res.*, 61: 113-129.
- GALAL, E. 1986. Selection for increased production in multi-purpose sheep and goats. Small ruminant production in the developing countries. Proc. FAO Animal Production and Health Paper. Rome Italy. N°. 58.
- GALLEGOS, R.; APAZA, E.; BUSTINZA, V.; MAMANI, G. 1991. Finura y rendimiento de vellón en Alpacas de empresas asociativas. En: VII Convención Internacional de especialistas en camélidos sudamericanos. Libro de Resúmenes. San Salvador de Jujuy, Argentina.
- GONZALES, M. 2004. Longitud de mecha y diámetro de fibra de alpacas en comunidades de Puna seca (Ocuwiri – Lampa - Puno) y Puna húmeda (Pitumarca - Canchis - Cusco). (V Congreso mundial sobre camélidos Riobamba Ecuador 2009 Resúmenes y trabajos). Riobamba, Ecuador.
- GONZÁLEZ, A.; PEÑA, I.; OLBRICH, W. 1990. Avances en productividad tipificación y uso de fibra de Alpaca. Proyecto de Investigación FDP CORFO. Santiago, Chile.
- GRADE-A. 2013. Gerencia Regional de Desarrollo Económico-Apurímac. Cadena Productiva de la Fibra de Alpaca. Disponible en: http://regionapurimac.gob.pe/2013/greconomico/docs/CARTILLA_ALPACA.pdf
- GUILLEN, A. 2004. Proceso de clasificación de fibra de alpaca, de acuerdo a la experiencia realizada por en el centro de clasificación José Domingo Choquehuanca del 96 al 99. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- GUTIÉRREZ, J.P.; GOYACHE, F.; BURGOS, A.; CERVANTES, I. 2009. Genetic análisis of six production traits in Peruvian alpacas. *Livestock Science* 123: 193-197.
- INACAL (Instituto Nacional de Calidad, PE). 2015. Cadena productiva de fibra de alpaca será más competitiva con nuevas NT. Disponible en: <http://www.inacal.gob.pe/inacal/index.php/component/k2/item/12-noticia-2>

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, PE). 2004. NTP.231.304:2004 FIBRA DE ALPACA CLASIFICADA. Determinación de longitud de mecha. INDECOPI y Sub Comisión de Normas Técnicas de la fibra de alpaca. Lima, Perú.

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, PE). 2014a. NTP.231.302.2014 FIBRA DE ALPACA EN VELLÓN. Procedimiento de categorización y muestreo. INDECOPI y Sub Comisión de Normas Técnicas de la fibra de alpaca. Lima, Perú.

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, PE). 2014b. NTP.231.300.2014. FIBRA DE ALPACA EN VELLON. Definiciones, categorización, requisitos y rotulado. INDECOPI y Sub Comisión de Normas Técnicas de la fibra de alpaca. Lima, Perú.

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, PE). 2014c. NTP.231.301.2014 FIBRA DE ALPACA CLASIFICADA. Definiciones, clasificación por grupos de calidades, requisitos y rotulado. INDECOPI y Sub Comisión de Normas Técnicas de la fibra de alpaca. Lima, Perú.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2013. IV Censo Nacional Agropecuario (en línea). Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>

IWTO-12 (International Wool Textile Organization). 2012. Measurement of the Mean and Distribution of Fiber Diameter Using the Sirolan-Laserscan Fiber Diameter Analyzer. International Wool Textile Organization Specification, The Woolmark Company, Ilkley, England.

IWTO-19 (International Wool Textile Organization). 2012. Determination of Wool Base and Vegetable Matter Base of Core Samples of Raw Wool. International Wool Textile Organization Specification, The Woolmark Company, Ilkley, England.

- LENCINAS, S. y TORRES, D. 2010. Desarrollo de competencias en buenas prácticas de esquila y valor agregado de la fibra de alpaca. Manual Técnico, DESCO, Lima. Disponible en: http://www.desco.org.pe/sites/default/files/publicaciones/files/esquila_VF.pdf
- LEÓN-VELARDE, C.U.; GUERRERO, J. 2001. Improving quantity and quality of Alpaca fiber; using simulation model for breeding strategies. Disponible en: <http://inrm.cip.cgiar.org/home/publicat/01cpb023.pdf>. [Accesado el 18 de abril de 2010].
- LUPTON, C.J.; ELVESTAD, R.P.; PFEIFFER, F.A.; MACKINNON, K. 2006a. Effects of age, location, and nutrition on body weight, fiber production, and fiber quality characteristics of penned alpaca males. *J AnimSci* 84 (Suppl. 1), 58.
- LUPTON, C.J.; McCOLL, A.; STOBART, R.H. 2006b. Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Rumin Res.* 64, 211-224.
- MANSO, C. 2011. Determinación de la calidad de la fibra de alpaca en Huancavelica (Perú): validación de los métodos de muestreo y valoración. Tesis Universidad Pública de Navarra. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2454/3448>
- MARÍN, E. 2007. Efecto del sexo en las características tecnológicas y productivas de la Fibra de Alpaca Tuis, Huacaya para su uso en la industria textil. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- McGREGOR, B.A. 2002. Comparative productivity and grazing behaviour of Huacaya alpacas and peppin Merino sheep grazed on annual pastures. *Small Rumin. Res.*, 44: 219-232.
- McGREGOR, B.A. 2006. Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Rumin. Res.*, 61: 93-111.

- McGREGOR, B.A. y BUTLER, K.L. 2004. Sources of variation in fiber diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Aust. J. Agric. Res.*, 55: 433-442.
- MINCETUR (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, PE). 2007. Diagnóstico: Perfil de Mercado y Competitividad Exportadora de Prendas de Alpaca. Disponible en: http://www.mincetur.gob.pe/comercio/otros/penx/pdfs/Tejido_Prendas_de_Alpaca.pdf
- MONTES, M.; QUICAHÑO, R.; QUISPE, E.C.; ALFONSO, L. 2008. Quality characteristics of Huacaya Alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica. *Span. J. Agr. Res.*, 6: 33-38.
- MORANTE, R.; GOYACHE, F.; BURGOS, A.; CERVANTES, I.; PÉRES-CABAL, M.A.; GUTIÉRREZ, J.P. 2009. Genetic improvement for alpaca fibre production in the Peruvian Altiplano: The Pacamarca experience. *Anim. Genet. Resour. Informat.* 45: 37-43.
- MUELLER, J.P. 1991. Planes de mejoramiento genético ovino en la Argentina. En: *Memorias de la Jornada de actualización en Producción Ovina. Concepción del Uruguay. Comunicación Técnica PA 177.*
- NAVARRO, J. 1992. Estudio comparativo del peso vivo, peso de vellón, diámetro de fibra y longitud de mecha en alpacas de un Año de Edad. Hembras vs. Machos de la raza Huacaya. Tesis. U.N.D.A.C. Cerro de Pasco-Perú.
- ORIA, I.; QUICAHÑO, I.; QUISPE, E.; ALFONSO, L. 2009. Variabilidad del color de la fibra de alpaca en la zona altoandina de Huancavelica-Perú. *ITEA. Animal Genetic Resources Information*, 45: 79-84.
- OSORIO, S. 1996. Diámetro, longitud, contenido graso y rendimiento de la Fibra de Alpaca Huacaya en empresas asociativas y comunidades campesinas de Puno. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.

- PONZONI, R.W.; GRIMSON, R.J.; HILL, J.A.; D.J. HUBBARD; B.A. MCGREGOR; HOWSE, A.; CARMICHAEL, I.; JUDSON, G.J. 1999. The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas. P. Aust. Assoc. Anim. Breed. Genet.13: 468-471. Disponible en: <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx>
- PUMAYALLA, A. y CALDERON, A. 1976. Efectos de la edad sobre la longitud de mecha, peso de vellón y peso vivo en alpaca Huacaya. U.N.A. Inédito. Lima-Perú.
- QUISPE, E.C.; ALFONSO, L.; FLORES, A.; GUILLÉN, H.; RAMOS, Y. 2009. Bases to an improvement program of the alpacas in highland region at Huancavelica-Perú. Archivos de. Zootecnia. 58 (224): 705-716.
- QUISPE, E.C. 2010. Estimación del progreso genético de seis esquemas de selección en alpacas (*Vicugna pacos* L.) Huacaya con tres modelos de evaluación en la región altoandina de Huancavelica. Tesis para optar el Grado de Doctor. UNALM. Lima, Perú.
- QUISPE, E.; POMA, A.; PURROY, A. 2013. Características productivas y textiles de la fibra de Alpacas de raza Huacaya. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú. Disponible en: <http://www.revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/download/41413/39528>.
- QUISPE, L. 1994. Determinación del efecto de la edad de la madre sobre los índices productivos de la progenie en alpacas. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria. U.N.M.S.M. Lima-Perú.
- RENIERI, C.; PACHECO, C.; VALBONESI, A.; FRANK, E.; ANTONINI, M. 2007. Programa de mejoramiento genético en camélidos domésticos. Arch. Latinoamer. Prod. Anim., 15: 205-210.
- ROGERS, G. 2006. Biology of the wool follicle: an excursion into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered. *Experimental Dermatology*, 15: 931-949.

- ROSAS, A. 2012. Estudio de las principales características de la fibra de alpaca grasienta y de las condiciones de su proceso de lavado. Tesis para optar el Grado de Ingeniero. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 33.
- RUSSEL, A.J.; REDDEN, H.L. 1997. The effect of nutrition on fibre growth in the alpaca. *Anim. Scie.*, 64: 509-512.
- SAFLEY, M. 2001. Alpacas: Synthesis of a Miracle. Disponible en: <http://www.amazon.com/Alpacas-Synthesis-Miracle-Michael-Safley/dp/0970968701>
- SIGUAYRO, P. 2009. Comparación de las características físicas de las fibras de la llama Ch'aku (*Lama glama*) y la alpaca Huacaya (*Lama pacos*) del Centro Experimental Quimsachata del INIA – Puno. Tesis para optar el Grado de Magister. Universidad Nacional Agraria la Molina. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/camelidos_general/127-comparacion_fibras.pdf
- TORRES DE JASUI, J.; VÉLEZ, V.; ZEGARRA, J.; DÍAZ, G. 2007. Caracterización de la histología de la piel de alpaca. Proc. APPA – ALPA. Cuzco, Perú.
- VILLARROEL, J. 1959. A study of alpaca fibers, Thesis, University of New South Wales Australia.
- VILLARROEL, J. 1963. Un estudio de la fibra de alpaca. Anales Científicos Universidad Nacional Agraria La Molina, 1:246–274.
- WANG, X.; WANG, L.; LIU, X. 2003. The Quality and Processing Performance of Alpaca Fibres: A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC Publication N° 03/128. Australia. 132 pág.
- WANG, H.M.; XIN, L.; WANG, X. 2005. Internal Structure and Pigment Granules in Coloured Alpaca Fibers. *Fibers and Polymers*, 6: 263-268.
- 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 characteristics of alpacas in New Zealand. *Small Ruminant Res.* 37: 189-201.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Base de datos de las características medidas por grupo de calidades

| Calidad | Número de muestra | Rendimiento al lavado (%) | Longitud de mecha (cm) | Diámetro de fibra (µm) | Contenido de ceniza (%) | Contenido de grasa residual (%) |
|---------|-------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| BABY | 1 | 90,93 | 7,7 | 24,2 | 0,83 | 0,47 |
| | 2 | 88,87 | 7,4 | 23 | 1,08 | 1,2 |
| | 3 | 90,78 | 8,1 | 21,9 | 0,91 | 1,15 |
| | 4 | 93,57 | 7,6 | 23,75 | 1 | 1,41 |
| | 5 | 90,49 | 7,1 | 21 | 0,97 | 0,98 |
| | 6 | 87,86 | 8,4 | 25,4 | 1,03 | 1,83 |
| | 7 | 89,16 | 8,4 | 20,95 | 0,99 | 1,15 |
| | 8 | 86,46 | 9,4 | 17,65 | 2,48 | 1,06 |
| | 9 | 89,19 | 11,1 | 19,35 | 1,25 | 1,41 |
| | 10 | 89 | 20 | 18,85 | 1,2 | 1,19 |
| | 11 | 89,51 | 8 | 22,85 | 0,68 | 0,96 |
| | 12 | 85,59 | 15,1 | 18,8 | 1,53 | 0,8 |
| | 13 | 89,82 | 8,3 | 22,2 | 0,99 | 0,98 |
| | 14 | 90,8 | 9 | 22,25 | 0,85 | 1,01 |
| | 15 | 90,82 | 8,3 | 20,25 | 0,92 | 1,02 |
| | 16 | 89,85 | 7,8 | 18,95 | 1,31 | 1,38 |
| | 17 | 90,62 | 7,4 | 20,9 | 0,96 | 1,22 |
| | 18 | 89,76 | 6,5 | 21,25 | 1,07 | 0,92 |
| | 19 | 87,27 | 10,8 | 18,8 | 1,59 | 1,69 |
| | 20 | 88,84 | 9 | 18,65 | 1,71 | 1,59 |
| | 21 | 88,49 | 13,3 | 19,55 | 0,85 | 1,5 |
| | 22 | 90,37 | 8 | 20,35 | 1,16 | 0,97 |
| | 23 | 86,89 | 14,8 | 20,4 | 1,37 | 1,12 |

Continúa el Anexo 1.

| calidad | Número de muestra | Rendimiento al lavado (%) | Longitud de mecha (cm) | Diámetro de fibra (µm) | Contenido de ceniza (%) | Contenido de grasa residual (%) |
|---------|-------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| FLEECE | 1 | 93,52 | 9,1 | 29,15 | 0,64 | 1,26 |
| | 2 | 95,37 | 10,7 | 25,9 | 0,68 | 0,97 |
| | 3 | 89,45 | 7,8 | 22,6 | 0,99 | 0,91 |
| | 4 | 87,53 | 10,6 | 23,55 | 1,04 | 0,62 |
| | 5 | 86,78 | 9,4 | 23,4 | 0,81 | 1,31 |
| | 6 | 91,15 | 7,8 | 25 | 0,86 | 1,01 |
| | 7 | 89,65 | 10,1 | 22,75 | 0,96 | 1,23 |
| | 8 | 91,67 | 8,4 | 24,9 | 0,89 | 0,96 |
| | 9 | 86,96 | 7,2 | 21,9 | 0,88 | 0,7 |
| | 10 | 85,02 | 7,7 | 22,25 | 0,85 | 1,9 |
| | 11 | 96,35 | 7,8 | 23,7 | 1,23 | 1,41 |
| | 12 | 89,69 | 7,1 | 22 | 0,88 | 1,3 |
| | 13 | 93,41 | 7,8 | 26,4 | 0,94 | 1 |
| | 14 | 89,82 | 7,3 | 21,55 | 1,23 | 1,06 |
| | 15 | 90,92 | 7,5 | 22,85 | 1,08 | 0,93 |
| | 16 | 90,67 | 7,5 | 20,25 | 1,14 | 1,08 |
| | 17 | 88,51 | 7,3 | 22,4 | 1,31 | 2,04 |
| | 18 | 89,69 | 19,2 | 19,75 | 1,38 | 1,23 |
| | 19 | 89,83 | 11,1 | 21,15 | 1,45 | 1,24 |
| | 20 | 86,98 | 16,3 | 18,65 | 1,24 | 1,7 |
| | 21 | 88,62 | 7,8 | 22,8 | 0,87 | 1,55 |
| | 22 | 86,86 | 9,9 | 21,6 | 1,03 | 1,62 |
| | 23 | 91,53 | 8,3 | 24,25 | 0,7 | 1,7 |
| | 24 | 91,78 | 8,2 | 23,9 | 0,85 | 1,26 |
| | 25 | 91,83 | 7,8 | 26,1 | 0,95 | 1,14 |
| | 26 | 89,54 | 8,1 | 23,4 | 0,92 | 1,11 |
| | 27 | 91,35 | 7,5 | 21,25 | 1,23 | 0,87 |
| | 28 | 88,65 | 8,6 | 21,5 | 1,12 | 0,79 |
| | 29 | 89,79 | 7,4 | 20,8 | 1,21 | 1,16 |
| | 30 | 90,74 | 8,7 | 23 | 0,92 | 1,32 |
| | 31 | 88,76 | 14,3 | 21,15 | 1,13 | 1,01 |
| | 32 | 92,53 | 12,6 | 19,15 | 1,4 | 1,6 |
| | 33 | 89,42 | 11 | 23,55 | 0,95 | 1,05 |
| | 34 | 89,68 | 13 | 21,45 | 1,59 | 1,01 |
| | 35 | 89,29 | 15,3 | 22,1 | 1,56 | 1,31 |

Continúa el Anexo 1.

| | | | | | | |
|---------------|----|-------|------|-------|------|------|
| MEDIUM FLEECE | 1 | 90,96 | 8,5 | 22,55 | 0,77 | 0,87 |
| | 2 | 95,23 | 8,7 | 29,95 | 0,95 | 1,39 |
| | 3 | 92,84 | 10,1 | 29,05 | 1,13 | 0,89 |
| | 4 | 88,45 | 8,2 | 29,25 | 0,73 | 1,04 |
| | 5 | 90,32 | 8,9 | 26,9 | 1,25 | 1,34 |
| | 6 | 91,68 | 8,4 | 28,8 | 0,77 | 1,87 |
| | 7 | 89,43 | 9 | 25,87 | 0,83 | 1,02 |
| | 8 | 92,23 | 9,7 | 27,9 | 1,03 | 1,14 |
| | 9 | 88,99 | 9,1 | 25,85 | 0,62 | 0,81 |
| | 10 | 90,96 | 6,8 | 25,6 | 1,04 | 1,22 |
| | 11 | 90,53 | 7,4 | 24,75 | 1,15 | 0,61 |
| | 12 | 86,29 | 8,3 | 23,1 | 0,88 | 0,8 |
| | 13 | 87,7 | 8,9 | 29,2 | 0,79 | 0,97 |
| | 14 | 75,75 | 7,7 | 27,4 | 0,89 | 1,06 |
| | 15 | 95,98 | 7,7 | 25,3 | 0,9 | 1,17 |
| | 16 | 92,52 | 7,9 | 27,85 | 0,77 | 0,65 |
| | 17 | 90,03 | 9 | 23,95 | 1,02 | 0,87 |
| | 18 | 91,36 | 6,6 | 26,55 | 1,05 | 0,81 |
| | 19 | 88,42 | 5,3 | 21,05 | 0,96 | 0,84 |
| | 20 | 88,14 | 6,8 | 22,95 | 0,99 | 1,14 |
| | 21 | 95,34 | 7,2 | 23,35 | 1 | 1,28 |
| | 22 | 92,1 | 7,4 | 22,65 | 0,97 | 0,51 |
| | 23 | 87,75 | 15,6 | 19,7 | 1,11 | 1,5 |
| | 24 | 86,84 | 7,7 | 25,95 | 0,88 | 0,69 |
| | 25 | 88,66 | 9 | 28,6 | 0,9 | 1,09 |
| | 26 | 88,88 | 7,6 | 28,3 | 1,12 | 0,95 |
| | 27 | 89,19 | 7,4 | 24,3 | 0,98 | 1,24 |
| | 28 | 89,39 | 7,1 | 23,6 | 0,93 | 0,83 |
| | 29 | 86,98 | 5,1 | 21,8 | 1,04 | 1,11 |
| | 30 | 89,4 | 5,4 | 27 | 1,1 | 0,7 |
| | 31 | 89,72 | 7,9 | 25 | 0,77 | 1,03 |
| | 32 | 83,49 | 22,3 | 19,8 | 0,93 | 1,27 |
| | 33 | 93,22 | 11,6 | 26,65 | 1,15 | 1,56 |
| HUARIZO | 1 | 90,19 | 9 | 23,75 | 1,12 | 0,99 |
| | 2 | 91,21 | 11,6 | 32,65 | 0,72 | 0,83 |
| | 3 | 93,04 | 10,1 | 33,6 | 0,85 | 0,66 |
| | 4 | 88,5 | 7,5 | 30 | 0,99 | 0,72 |
| | 5 | 92,51 | 7,7 | 29,65 | 0,87 | 1,1 |
| | 6 | 85,63 | 6,6 | 26,7 | 0,9 | 1,2 |
| | 7 | 86,35 | 7 | 24,5 | 0,98 | 0,92 |
| | 8 | 90,76 | 11,2 | 29,3 | 0,95 | 0,95 |

Continúa el Anexo 1.

| | | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| HUARIZO | 9 | 90,29 | 9,1 | 27,2 | 0,94 | 1,79 | |
| | 10 | 88,91 | 7,2 | 29,15 | 1,53 | 0,68 | |
| | 11 | 85,64 | 7,7 | 23,55 | 0,91 | 0,84 | |
| | 12 | 86,5 | 6,8 | 29,95 | 0,96 | 1,14 | |
| | 13 | 89,46 | 8,3 | 27,6 | 0,98 | 0,96 | |
| | 14 | 89,98 | 8,4 | 29,6 | 0,93 | 0,83 | |
| | 15 | 88,29 | 8,9 | 26,1 | 0,95 | 0,85 | |
| | 16 | 90,91 | 7 | 27,3 | 0,96 | 0,76 | |
| | 17 | 88,32 | 8,2 | 24,2 | 1,17 | 0,83 | |
| | 18 | 88,24 | 7,8 | 23,55 | 1,02 | 1,11 | |
| | 19 | 90,08 | 7,2 | 25,5 | 0,95 | 0,84 | |
| | 20 | 88,28 | 11,3 | 21,75 | 2,03 | 1,75 | |
| | 21 | 84,09 | 13,8 | 21,4 | 1,5 | 0,98 | |
| | 22 | 88,06 | 7,5 | 28,85 | 0,77 | 1,39 | |
| | 23 | 82,78 | 14,8 | 27,85 | 0,86 | 1,48 | |
| | 24 | 90,84 | 7,3 | 32,7 | 0,73 | 1,91 | |
| | 25 | 87,62 | 7,7 | 26,1 | 0,88 | 0,99 | |
| | 26 | 88,99 | 7,4 | 26 | 1,06 | 1,27 | |
| | 27 | 87,52 | 8,5 | 25,5 | 0,96 | 1,13 | |
| | 28 | 85,59 | 5,2 | 29,5 | 0,8 | 0,99 | |
| | 29 | 88,76 | 16,1 | 20,75 | 1,22 | 1,53 | |
| | 30 | 81,86 | 8,3 | 27,75 | 1,34 | 1,14 | |
| | 31 | 89,69 | 15,9 | 24,25 | 0,86 | 1,5 | |
| | 32 | 88,4 | 14,5 | 30,95 | 1,05 | 0,79 | |
| | GRUESA | 1 | 90,43 | 8,1 | 37,1 | 0,78 | 1,02 |
| | | 2 | 92,62 | 10,2 | 33,45 | 0,84 | 0,63 |
| | | 3 | 90,23 | 5,9 | 32,6 | 0,82 | 1,2 |
| | | 4 | 88,31 | 9,6 | 35,1 | 0,87 | 1,22 |
| | | 5 | 88,24 | 6,9 | 26,85 | 0,84 | 1,04 |
| | | 6 | 91,05 | 10,2 | 32,4 | 0,98 | 1,18 |
| | | 7 | 89,15 | 7,6 | 32,2 | 0,91 | 0,85 |
| | | 8 | 87,59 | 6,8 | 27,7 | 0,88 | 0,65 |
| 9 | | 90,08 | 7,6 | 29,8 | 0,9 | 0,94 | |
| 10 | | 90,03 | 5,9 | 31,65 | 0,89 | 0,74 | |
| 11 | | 89,15 | 10,3 | 27,35 | 0,88 | 0,87 | |
| 12 | | 88,86 | 8,5 | 25,45 | 0,85 | 1,68 | |
| 13 | | 89,29 | 10,6 | 27 | 0,94 | 1,42 | |
| 14 | | 89,69 | 11,6 | 28,1 | 1,7 | 1,4 | |

Anexo 2: Base de datos del contenido de calidades por categoría

| Vellón | Categoría | N° de muestra | Baby (%) | Fleece (%) | Medium fleece (%) | Huarizo (%) | Gruesa (%) |
|--------|-----------|---------------|----------|------------|-------------------|-------------|------------|
| 1 | Gruesa | 1 | 0.00 | 0.00 | 42.24 | 31.03 | 26.72 |
| 2 | Gruesa | 2 | 0.00 | 9.04 | 32.45 | 23.40 | 35.11 |
| 3 | Gruesa | 3 | 0.00 | 0.00 | 36.05 | 48.84 | 15.12 |
| 4 | Gruesa | 4 | 0.00 | 0.00 | 47.90 | 26.35 | 25.75 |
| 5 | Gruesa | 5 | 0.00 | 47.24 | 31.29 | 21.47 | 0.00 |
| 6 | Gruesa | 6 | 0.00 | 19.01 | 41.55 | 39.44 | 0.00 |
| 7 | Gruesa | 7 | 0.00 | 27.82 | 33.08 | 15.41 | 23.68 |
| 8 | Gruesa | 8 | 0.00 | 0.00 | 8.86 | 82.28 | 8.86 |
| 9 | Gruesa | 9 | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 45.00 | 40.00 |
| 10 | Gruesa | 10 | 0.00 | 27.64 | 41.35 | 15.06 | 15.96 |
| 11 | Semifina | 1 | 9.97 | 52.09 | 10.93 | 13.50 | 13.50 |
| 12 | Semifina | 2 | 0.00 | 47.27 | 18.64 | 34.09 | 0.00 |
| 13 | Semifina | 3 | 0.00 | 60.54 | 0.00 | 39.46 | 0.00 |
| 14 | Semifina | 4 | 22.37 | 42.76 | 22.37 | 12.50 | 0.00 |
| 15 | Semifina | 5 | 41.79 | 42.54 | 0.00 | 15.67 | 0.00 |
| 16 | Semifina | 6 | 9.24 | 49.46 | 8.70 | 32.61 | 0.00 |
| 17 | Semifina | 7 | 15.00 | 65.00 | 20.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | Semifina | 8 | 0.00 | 68.89 | 31.11 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | Semifina | 9 | 0.00 | 70.37 | 8.89 | 20.74 | 0.00 |
| 20 | Semifina | 10 | 0.00 | 65.67 | 34.33 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | Fina | 1 | 7.86 | 62.14 | 13.57 | 16.43 | 0.00 |
| 22 | Fina | 2 | 15.08 | 63.32 | 10.05 | 11.56 | 0.00 |
| 23 | Fina | 3 | 42.47 | 33.98 | 0.00 | 23.55 | 0.00 |
| 24 | Fina | 4 | 22.35 | 54.75 | 22.91 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | Fina | 5 | 38.43 | 39.18 | 0.00 | 22.39 | 0.00 |
| 26 | Fina | 6 | 43.94 | 37.37 | 9.60 | 9.09 | 0.00 |
| 27 | Fina | 7 | 61.80 | 19.85 | 13.48 | 4.87 | 0.00 |
| 28 | Fina | 8 | 0.00 | 73.44 | 23.96 | 2.60 | 0.00 |
| 29 | Fina | 9 | 8.19 | 71.93 | 19.88 | 0.00 | 0.00 |

Continúa Anexo 2.

| Vellón | Categoría | N° de muestra | Baby (%) | Fleece (%) | Medium fleece (%) | Huarizo (%) | Gruesa (%) |
|--------|-----------|---------------|----------|------------|-------------------|-------------|------------|
| 30 | Fina | 10 | 0.00 | 71.07 | 28.93 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | Extrafina | 1 | 36.45 | 38.79 | 4.21 | 7.01 | 13.55 |
| 32 | Extrafina | 2 | 38.46 | 32.97 | 17.03 | 0.00 | 11.54 |
| 33 | Extrafina | 3 | 35.37 | 43.50 | 0.00 | 10.57 | 10.57 |
| 34 | Extrafina | 4 | 31.18 | 45.88 | 13.53 | 9.41 | 0.00 |
| 35 | Extrafina | 5 | 19.15 | 57.98 | 20.21 | 2.66 | 0.00 |
| 36 | Extrafina | 6 | 39.86 | 37.11 | 0.00 | 11.34 | 11.68 |
| 37 | Extrafina | 7 | 12.31 | 71.27 | 0.00 | 0.00 | 16.42 |
| 38 | Extrafina | 8 | 63.23 | 23.03 | 5.25 | 8.48 | 0.00 |
| 39 | Extrafina | 9 | 32.79 | 36.89 | 16.94 | 13.39 | 0.00 |
| 40 | Extrafina | 10 | 64.56 | 18.13 | 8.79 | 8.52 | 0.00 |

Anexo 3: Análisis de varianza para el contenido de calidad Baby entre categorías

| Fuente de Variación | G.L | S.C | C.M | F value | Pr>F |
|---------------------|-----|------------|----------|---------|-------|
| Categorías | 3 | 8004.9355 | 2668.312 | 11.64 | <.001 |
| Error | 36 | 8249.0096 | 229.139 | | |
| Total | 39 | 16253.9451 | | | |

Anexo 4: Prueba de Duncan para el contenido de calidad Baby entre categorías

| Criterio | Promedio | N | Categoría |
|----------|----------|----|-----------|
| A | 37.34 | 10 | Extrafina |
| A | 24.01 | 10 | Fina |
| B | 9.84 | 10 | Semifina |
| B | 0.00 | 10 | Gruesa |

Anexo 5: Análisis de varianza para el contenido de calidad Fleece entre categorías

| Fuente de Variación | G.L | S.C | C.M | F value | Pr>F |
|---------------------|-----|----------|---------|---------|-------|
| Categorías | 3 | 11555.80 | 3851.93 | 15.53 | <.001 |
| Error | 36 | 8930.37 | 248.07 | | |
| Total | 39 | 20486.17 | | | |

Anexo 6: Prueba de Duncan para el contenido de calidad Fleece entre categorías

| Criterio | Promedio | N | Categoría |
|----------|----------|----|-----------|
| B | 40.55 | 10 | Extrafina |
| A B | 52.70 | 10 | Fina |
| A | 56.46 | 10 | Semifina |
| C | 13.08 | 10 | Gruesa |

Anexo 7: Análisis de varianza para el contenido de calidad Medium Fleece entre categorías

| Fuente de Variación | G.L | S.C | C.M | F value | Pr>F |
|---------------------|-----|---------|---------|---------|-------|
| Categorías | 3 | 3330.43 | 1110.15 | 9.86 | <.001 |
| Error | 36 | 4051.40 | 112.54 | | |
| Total | 39 | 7381.83 | | | |

Anexo 8: Prueba de Duncan para el contenido de calidad Medium Fleece entre categorías

| Criterio | Promedio | N | Categoría |
|----------|----------|----|-----------|
| A | 8.60 | 10 | Extrafina |
| A | 14.24 | 10 | Fina |
| A | 15.50 | 10 | Semifina |
| B | 32.98 | 10 | Gruesa |

Anexo 9: Análisis de varianza para el contenido de calidad Huarizo entre categorías

| Fuente de Variación | G.L | S.C | C.M | F value | Pr>F |
|---------------------|-----|------------|---------|---------|--------|
| Categorías | 3 | 4783.31 | 1594.44 | 8.64 | 0.0002 |
| Error | 36 | 6644.30 | 184.56 | | |
| Total | 39 | 16253.9451 | | | |

Anexo 10: Prueba de Duncan para el contenido de calidad Huarizo entre categorías

| Criterio | Promedio | N | Categoría |
|----------|----------|----|-----------|
| A | 7.14 | 10 | Extrafina |
| A | 9.05 | 10 | Fina |
| A | 16.86 | 10 | Semifina |
| B | 34.83 | 10 | Gruesa |

Anexo 11: Análisis de varianza para el contenido de calidad Gruesa entre categorías

| Fuente de Variación | G.L | S.C | C.M | F value | Pr>F |
|---------------------|-----|---------|--------|---------|-------|
| Categorías | 3 | 2278.73 | 759.58 | 12.05 | <.001 |
| Error | 36 | 2268.60 | 63.01 | | |
| Total | 39 | 4547.33 | | | |

Anexo 12: Prueba de Duncan para el contenido de calidad Gruesa entre categorías

| Criterio | Promedio | N | Categoría |
|----------|----------|----|-----------|
| A | 6.38 | 10 | Extrafina |
| A | 0.00 | 10 | Fina |
| A | 1.35 | 10 | Semifina |
| B | 19.12 | 10 | Gruesa |

Anexo 13: Análisis de varianza para el peso de vellón sucio entre categorías

| Fuente de Variación | G.L | S.C | C.M | F value | Pr>F |
|---------------------|-----|---------|--------|---------|-------|
| Categoría | 3 | 7.6315 | 2.5438 | 4.56 | 0.083 |
| Error | 36 | 20.0689 | 0.5574 | | |
| Total | 39 | 27.7004 | | | |

Anexo 14: Prueba de Duncan para el peso de vellón sucio entre categorías

| Criterio | Promedio | N | Categoría |
|----------|----------|----|-----------|
| A | 2.7840 | 10 | Extrafina |
| B A | 2.2260 | 10 | Gruesa |
| B | 1.994 | 10 | Fina |
| B | 1.5745 | 10 | Semifina |

Anexo 15: Análisis de varianza para el rendimiento al lavado entre calidades.

| Fuente de Variación | G.L | S.C | C.M | F value | Pr>F |
|---------------------|-----|--------|-------|---------|--------|
| Calidades | 4 | 54.99 | 13.75 | 1.97 | 0.1026 |
| Error | 132 | 920.76 | 6.97 | | |
| Total | 136 | 975.75 | | | |

Anexo 16: Prueba de Duncan para el rendimiento al lavado entre calidades.

| Criterio | | Promedio | N | Categoría |
|----------|---|----------|----|---------------|
| A | B | 89.35 | 23 | Baby |
| A | | 90.10 | 35 | Fleece |
| A | B | 89.66 | 33 | Médium Fleece |
| | B | 88.35 | 32 | Huarizo |
| A | B | 89.62 | 14 | Gruesa |

Anexo 17: Análisis de varianza para la longitud de mecha entre calidades.

| Fuente de Variación | G.L | S.C | C.M | F value | Pr>F |
|---------------------|-----|---------|------|---------|--------|
| Calidades | 4 | 27.07 | 6.77 | 0.79 | 0.5365 |
| Error | 132 | 1137.28 | 8.62 | | |
| Total | 136 | 1164.35 | | | |

Anexo 18: Prueba de Duncan para la longitud de mecha entre calidades.

| Criterio | Promedio | N | Categoría |
|----------|----------|----|---------------|
| A | 9.63 | 23 | Baby |
| A | 9.61 | 35 | Fleece |
| A | 8.62 | 33 | Médium Fleece |
| A | 9.24 | 32 | Huarizo |
| A | 8.56 | 14 | Gruesa |

Anexo 19: Análisis de varianza para el diámetro de fibra entre calidades.

| Fuente de Variación | G.L | S.C | C.M | F value | Pr>F |
|---------------------|-----|---------|--------|---------|--------|
| Calidades | 4 | 1127.90 | 281.97 | 37.37 | <.0001 |
| Error | 132 | 996.01 | 7.55 | | |
| Total | 136 | 2123.91 | | | |

Anexo 20: Prueba de Duncan para el diámetro de fibra entre calidades.

| Criterio | Promedio | N | Categoría |
|----------|----------|----|---------------|
| A | 20.92 | 23 | Baby |
| B | 22.75 | 35 | Fleece |
| C | 25.47 | 33 | Médium Fleece |
| D | 27.10 | 32 | Huarizo |
| E | 30.48 | 14 | Gruesa |

Anexo 21: Análisis de varianza para el contenido de ceniza entre calidades.

| Fuente de Variación | G.L | S.C | C.M | F value | Pr>F |
|---------------------|-----|------|------|---------|--------|
| Calidades | 4 | 0.75 | 0.18 | 2.84 | 0.0266 |
| Error | 132 | 8.77 | 0.06 | | |
| Total | 136 | 9.52 | | | |

Anexo 22: Prueba de Duncan para el contenido de ceniza entre calidades.

| Criterio | Promedio | N | Categoría |
|----------|----------|------|---------------|
| A | 1.16 | 23 | Baby |
| A | B | 1.05 | Fleece |
| | B | 0.95 | Médium Fleece |
| A | B | 1.02 | Huarizo |
| | B | 0.93 | Gruesa |

Anexo 23: Análisis de varianza para el contenido de grasa residual entre calidades.

| Fuente de Variación | G.L | S.C | C.M | F value | Pr>F |
|---------------------|-----|-------|------|---------|--------|
| Calidades | 4 | 0.65 | 0.16 | 1.64 | 0.1680 |
| Error | 132 | 13.15 | 0.09 | | |
| Total | 136 | 13.80 | | | |

Anexo 24: Prueba de Duncan para el contenido de grasa residual entre calidades.

| Criterio | Promedio | N | Categoría |
|----------|----------|----|---------------|
| A | 1.17 | 23 | Baby |
| A | 1.21 | 35 | Fleece |
| A | 1.04 | 33 | Médium Fleece |
| A | 1.09 | 32 | Huarizo |
| A | 1.06 | 14 | Gruesa |

Anexo 25: Galería de fotos.



Proceso de esquila de alpacas Huacaya en la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco.



Categorización de vellones y clasificación de fibra.



Pesado de los vellones categorizados y del grupo de calidades.



Obtención de las muestras de fibra por calidades.



Recepción, conteo y pesado de las muestras de fibra en el laboratorio.



Proceso de lavado de las muestras de fibras.



Proceso de secado de las muestras de fibra.