

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

Eficiencia del descordado sobre características tecnológicas en cuatro calidades de fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) color blanco en el anexo experimental Quimsachata INIA Illpa-Puno

Presentada por:

Fodi Beatriz Huarcaya Ayhua

Para optar el Título Profesional de:
Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Tesis:

Eficiencia del descordado sobre características tecnológicas en cuatro calidades de fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) color blanco en el anexo experimental Quimsachata INIA Illpa-Puno

Presentada por **Fodi Beatriz Huarcaya Ayhua**, para optar el título profesional de:
Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentado y aprobado el 30 de diciembre de 2019, ante el jurado evaluador:

Presidente:



Mtro. Virgilio Machaca Machaca

Primer miembro:



MVZ. Valeriano Paucara Ocsa

Segundo miembro:



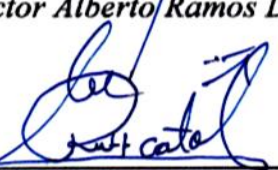
MVZ. Víctor Raúl Cano Fuentes

Asesor:



Dr. Víctor Alberto Ramos De la Riva

Asesor:



MVZ. Rubén Herberht Mamani Cato

Agradecimientos

A mi familia, que por su apoyo incondicional y comprensión pude desarrollar mi trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por los conocimientos adquiridos en sus aulas para mi formación profesional.

Mi reconocimiento a los asesores de tesis: Dr. Víctor Alberto Ramos de la Riva y MVZ. Rubén Herberht Mamani Cato, por su valioso tiempo y conocimientos que me sirvieron de gran ayuda.

Al Jurado Evaluador: Mtro. Virgilio Machaca Machaca, MVZ. Víctor Raúl Cano Fuentes y MVZ. Valeriano Paucara Ocsa por su contribución en el presente trabajo.

A mis docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por su enseñanza y amistad.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), de la estación experimental Illpa – Puno del anexo Quimsachata donde ejecuté mi trabajo de investigación.

A mis amigos (as) y compañeros, quienes directa e indirectamente me apoyaron durante mi formación profesional.

A Vilk Modesto Checcalla Huamaní, por su apoyo incondicional.

Dedicatoria

A Dios que por brindarme la dicha vida, amor, bondad, sabiduría y humildad.

A mis padres: Víctor Huarcaya Paniura y Nora Ayhua Serrano, por su eterno apoyo.

A mis hermanos Kevin Ronel, Nobel, Wilfredo y Carmen Rosa.

A mis cuñados: Hilaria, Olivia y Zenón.

A mis sobrinos: Franklin, Everlin, Marco Z, Howen W, Sairy S, B Luana, Hairon V y demás familiares.

A mis amigos y compañeros de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Eficiencia del descordado sobre características tecnológicas en cuatro calidades de fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) color blanco en el anexo experimental Quimsachata
INIA Illpa-Puno

Línea de investigación Ciencias veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del problema	6
1.2.1 Problema general.....	6
1.2.2 Problemas específicos.....	6
1.3 Justificación de la investigación	6
CAPÍTULO II	8
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	8
2.1 Objetivos de la investigación.....	8
2.1.1 Objetivo general	8
2.1.2 Objetivo específicos	8
2.2 Hipótesis de la Investigación	8
2.2.1 Hipótesis general	8
2.2.2 Hipótesis específicas	9
2.3 Operacionalización de variables.....	9

CAPÍTULO III.....	10
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	10
3.1 Antecedentes.....	10
3.2 Marco teórico	11
3.2.1 Origen y evolución de los camélidos en el mundo.....	11
3.2.5 Posición taxonómica de la alpaca.....	13
3.2.3 La alpaca	13
3.2.4 Raza Huacaya.....	13
3.2.5 Fibra de alpaca	14
3.2.6 Vellón	14
3.2.7 Población de alpacas en América latina y en el mundo	14
3.2.8 Población de alpacas en el Perú	14
3.2.9 Población de alpacas en el departamento de Puno	15
3.2.10 Producción de fibra de alpaca	16
3.2.11 Calidad de la fibra de alpaca	16
3.2.12 Características tecnológicas de la fibra de alpaca	16
3.2.13 Diámetro media de fibra (MDF)	17
3.2.14 Coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra (CVMDF)	17
3.2.15 Factor de confort (FC) y factor de picazón (FP)	18
3.2.16 Índice de curvatura (IC).....	19
3.2.17 Finura al hilado (FH).....	19

3.2.18	OFDA 2000 (analizador óptico del diámetro de fibra).....	20
3.2.19	Submuestreo.....	20
3.2.20	Preparación de “slide” a medir.....	20
3.3	Marco conceptual	21
CAPÍTULO IV.....		24
METODOLOGÍA.....		24
4.3	Tipo y nivel de la investigación	24
4.2	Diseño de la investigación	24
4.3	Población y Muestra.....	24
4.3.1	Población	24
4.3.2	Muestra	25
4.4	Técnicas e instrumentos/Procedimiento de la Investigación	25
4.4.1	Registro y evaluación de las muestras de fibra sucia en el laboratorio	25
4.4.2	Lavado de la muestras de fibra de alpaca	25
4.4.3	Evaluación de suavidad al tacto y embolsado de muestras lavadas	26
4.4.4	Proceso de descordado de fibra de alpaca Huacaya color blanco	27
4.4.5	Análisis de fibra limpia con el Equipo OFDA2000 por el método snippets	28
4.4.6	Material y equipos de investigación.....	29
4.7	Análisis estadístico.....	6
4.7.1	Diseño experimental.....	6
4.7.2	Análisis de varianza.....	6

4.7.3	Coeficiente de correlación lineal de Pearson	7
CAPÍTULO V		8
RESULTADOS Y DISCUSIONES		8
5.1	Análisis de resultados.....	8
5.1.1	Descripción de resultados antes y después del descordado	8
5.1.2	Análisis de varianza de la eficiencia del descordado sobre las características tecnológicas de fibra de alpaca.	10
5.1.3	Comparación múltiple de medias de Tukey de la eficiencia del descordado por calidad sobre las características tecnologías de fibra de alpaca.	35
5.1.4	Correlación de Pearson para la eficiencia del descordado entre las características tecnológicas de la fibra de alpaca.....	37
5.2	Discusión de resultados	41
5.2.1	Eficiencia de la MDF.....	41
5.2.2	Eficiencia del CVMDF	41
5.2.3	Eficiencia del FC	42
5.2.4	Eficiencia de FH	42
5.2.5	Eficiencia del IC	42
5.2.6	Coeficiente de correlación de Pearson respecto a la eficiencia del descordado para las características tecnológicas de fibra de alpaca.....	43
CAPÍTULO VI.....		44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		44

6.1 Conclusiones	44
6.2 Recomendaciones	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	9
Tabla 2. Análisis de varianza modelo experimental DCA.	6
Tabla 3. Resultado de la fibra sin descender por calidad sobre CTFA.....	9
Tabla 4. Resultado de la fibra descender por calidad sobre CTFA.	9
Tabla 5. Resultado de la eficiencia al descender de fibra de alpaca por calidad sobre CTFA.	9
Tabla 6. Análisis de varianza de la eficiencia del descender sobre las características tecnológicas de fibra de Alpaca de raza Huacaya color blanco.	35
Tabla 7. Prueba de comparación de medias de Tukey de la eficiencia del descender por calidad de las características tecnológicas de fibra de alpaca.	37
Tabla 8. Correlaciones de Pearson de la eficiencia del descender sobre las características tecnológicas de la fibra de alpaca.	38
Tabla 9. Diámetro de fibra (μm) descender de vicuñas según sexo y clase animal.	56
Tabla 10. Correlaciones de Pearson entre las características físicas de la fibra de alpaca Huacaya.	56
Tabla 11. Promedio del efecto de clase (fibra sin descender y descender) y sexo sobre las características tecnológicas de la fibra de llama Chaku antes y después del descender.	57
Tabla 12. Efectos del descender sobre la calidad de la fibra obtenida de Camélidos Sudamericanos y cabras criolla Patagónica.	57
Tabla 13. Resultados de OFDA para el descender de fibras de alpaca.	58
Tabla 14. ANVA para la Eficiencia del MDF.	59
Tabla 15. Prueba de comparación de medias de Tukey para MDF.....	59
Tabla 16. ANVA para la eficiencia al descender sobre el CVMDF	60

Tabla 17. Prueba de comparación de medias de Tukey para CVMDF	60
Tabla 18. Análisis de varianza no paramétrica de Kruscal Wallis para la eficiencia al descordado para el FC.....	61
Tabla 19. Comparación de medias de Kruscal Wallis para la eficiencia al descordado para el FC.	61
Tabla 20. ANVA para la eficiencia al descordado para FH.....	62
Tabla 21. Prueba de comparación de medias de Tukey para FH.	62
Tabla 22. ANVA de la Eficiencia al descordado para el IC	63
Tabla 23. Prueba de comparación de medias de Tukey para IC	63
Tabla 24. Base de datos de la eficiencia del descordado de fibra de alpaca de raza Huacaya color blanco súper fina	64
Tabla 25. Base de datos de la eficiencia del descordado de fibra de alpaca de raza Huacaya color blanco fina	65
Tabla 26. Base de datos de la eficiencia del descordado de fibra de alpaca de raza Huacaya color blanco para semifina.....	66
Tabla 27. Base de datos de la eficiencia del descordado de fibra de alpaca de raza Huacaya color blanco para gruesa.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variabilidad del diámetro de fibra.....	17
Figura 2. Distribución del Factor de Confort.....	18
Figura 3. Curvatura de las fibras “Crimp” o rizo de la fibra.	19
Figura 4. Score para carácter de la mecha en Alpacas.	23
Figura 5. División de la mecha de fibra de alpaca para análisis con OFDA descordado y sin descordar.	27
Figura 6. Componentes para el método de snippets.....	28
Figura 7. Relación que existe entre el MDF con FC, de la eficiencia del descordado.	38
Figura 8. Relación que existe entre el MDF con FH, de la eficiencia del descordado.....	39
Figura 9. Relación que existe entre el FC con FH, de la eficiencia del descordado.	39
Figura 10. Relación que existe entre el MDF con IC, de la eficiencia del descordado.	40
Figura 11. Muestreo de mecha de fibra de alpaca en el proceso de esquila.	52
Figura 12. Registro y evaluación de las muestras de fibra sucia en el laboratorio.	52
Figura 12. Preparado de agua en baño térmico a $t\ 68^{\circ}\text{C}$ y añadiendo detergente no enzimático al agua caliente (a), lavado de la muestra de fibra de alpaca (b) y secado de mechales de fibra (c).....	53
Figura 13. Medición con regla milimetrada (a), muestra para descordar (b) y pesado de muestra en balanza analítica (c).	53
Figura 14. Fibra para descordar (a), fibra depurada (b) y fibra objetable (c).	54
Figura 15. Evaluación de suavidad al tacto y embolsado de muestras lavadas.	54
Figura 16. Método snippets (a), dispersador de fibra (b), el sliden de 70 mm y guillotina para corte.....	55
Figura 17. Análisis de fibra con el Equipo OFDA2000 (a) y registro del análisis fibra (b).....	55

Figura 18. Diferencias numéricas para cada calidad de fibra a la eficiencia al descordado para el diámetro de fibra.	59
Figura 19. Eficiencia del descordado para el coeficiente de variación media del diámetro de fibra.	60
Figura 20. Eficiencia del descordado para el FC.	61
Figura 21. Eficiencia al descordado para Finura al Hilado (FH).	62

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANVA	: Análisis de varianza
CTFA	: características tecnológicas de fibra de alpaca
CV	: Coeficiente de variabilidad
FP	: Factor de picazón
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FC	: Factor de confort
FH	: Finura al hilado
F	: Fina
FONAFOG	: Fondo Nacional de Fomento Ganadero
FONCODES	: Financiamiento del Fondo de Compensación y Desarrollo Social
FP	: Factor de picazón
G	: Gruesa
FO	: Fibra objetable
GCF	: Factor de corrección por grasa
GL	: Grados de libertad
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria
IC	: Índice de curvatura
OFDA	: Analizador óptico de diámetro de fibra
MDF	: Media del diámetro de fibra
MINAGRI	: Ministerio de agricultura y riego
Suf	: Superfina
Sef	: Semifina
μm	: Micrómetro o micra
$^{\circ}/\text{mm}$	: Grados por milímetros

INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta con una población de 3 685 516 alpacas, donde el 80.4% son alpacas de la raza Huacaya (1). El departamento de Puno posee el 81% de la población nacional de alpacas, y la producción de fibra de alpaca en el Perú alcanzó los 4 314 toneladas y el departamento de Puno posee una producción anual de fibra de 2 732.5 toneladas, representando el 60.61% de la producción nacional (2).

La alpaca (*Vicugna pacos*), es un rumiante capaz de alimentarse con pastos muy pobres, además forma parte de las cuatro especies de los camélidos sudamericanos (CSA) (3), y más del 80% de la población de esta especie se encuentra en manos de pequeños criadores distribuidos a lo largo de los andes del Perú, convirtiéndose en la especie que logra un aprovechamiento de las praderas naturales de las zonas altoandinas (4), donde solo puede explotarse animales adaptados a este ambiente, también son fuentes generadoras de carne, pieles, trabajo y fibra de gran valor económico (5).

El producto principal que se obtiene de la alpaca Huacaya es la fibra, donde el vellón cubre el cuerpo del animal; es densa, rizada y esponjosa, las mechas se disponen perpendicularmente a la superficie de la piel y es muy apreciada en la industria textil, las mismas que reciben la denominación de fibras especiales y fibras lujosas “luxury fibres”, utilizadas en la fabricación de prendas y artesanías por lo que se consideran artículos de lujo, además presentan una gama de colores que van de blanco al negro, las fibras son más uniformes que el vellón de llama (6). Las características tecnológicas que posee la fibra de alpaca, son muy difíciles de encontrar en otras fibras naturales de origen animal, actualmente se dispone de muy poca información de estas características al ser descordado, siendo el diámetro de fibra la característica más importante en relación a su calidad (finura), desde el punto de vista de su transformación en artesanías o comercialización por empresas textiles nacionales o extranjeras, las fibras más finas son las más preferidas y utilizadas en la confección de prendas de mayor calidad y más livianas, por lo que se hace importante incrementar su calidad mediante el descordado. Así mismo se define que la calidad de la fibra está determinada fundamentalmente por la media del diámetro de fibra, y secundariamente por su coeficiente de variación, esta variabilidad tiene efecto directo sobre la calidad del hilo resultante el indicador de la calidad de la fibra finas $<30\ \mu\text{m}$ llamado el factor de confort (6).

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó en el anexo Quimsachata estación experimental Illpa-Puno, del Instituto Nacional de Innovación Agraria, ubicado a 4200 m.s.n.m., con el objetivo de evaluar la eficiencia del descordado sobre las características tecnológicas en cuatro calidades de fibra de alpaca Huacaya color blanco y establecer sus correlaciones. Se analizaron 85 muestras de fibra de alpaca, basándose en la calidad de cada una, sin considerar los factores edades y sexo. Las muestras se obtuvieron de vellón luego fueron lavadas con detergente no enzimático, posteriormente cada muestra se dividieron una para descordar manualmente y la otra fue analizada con el equipo OFDA 2000. Donde se determinó la eficiencia del descordado que está basado en la diferencia entre los valores de muestras de fibra no descordadas con la fibra descordada. Los datos se analizaron en un diseño completamente al azar, se realizó la comparación de medias de Tukey y correlación de Pearson, los resultados indican que el efecto de las calidades de fibra influyen sobre la eficiencia al descordado, encontrándose una eficiencia promedio en el diámetro de fibra en $-5.70 \pm 0.43 \mu\text{m}$, reducción del coeficiente de variación en $-1.72 \pm 0.45\%$, incremento del factor de confort en $20 \pm 2.16\%$, reducción de la finura al hilado en $-5.97 \pm 0.40 \mu\text{m}$ e incremento del índice de curvatura en $19.16 \pm 1.05^\circ/\text{mm}$ respectivamente. El análisis de correlación de la eficiencia de características tecnológicas de fibra descordada resultaron que la MDF con CVMDF resultó un valor negativo y bajo de -0.29, por otro lado la MDF con FC resultó, negativa alta de -0.88, también la MDF con FH resultó valor alto de 0.96, así mismo la MDF con IC resultó negativa moderada de -0.61 y finalmente el FC con FH resultó negativa alta de -0.85.

Palabras claves: Fibra de alpaca, descordado, eficiencia, calidad, características tecnológicas.

ABSTRACT

The present research work was realized in the annex Quimsachata experimental station Illpa-Puno, of the National Institute of Agrarian Innovation (INIA in Spanish), located at 4200 m.a.s.l., with the objective to evaluate the efficiency of the dehairing on the technological characteristics in four qualities of alpaca's fiber Huacaya white color and to establish their correlations. Eighty-five samples of alpaca fiber were analyzed, based on the quality of each one, without considering their age and sex aspects. The samples were obtained from fleece and then washed with non-enzymatic detergent, then each sample was divided, one for manual dehairing and the other was analyzed with OFDA 2000 equipment. The dehairing efficiency was determined based on the difference between the values of the non-dehairing fiber samples and the dehairing fiber. The data were analyzed in a completely randomized design, Tukey's average comparison and Pearson's correlation were performed, the results indicate that the effect of the fiber qualities influence on the dehairing efficiency, finding an average efficiency in the fiber diameter of $-5.70 \pm 0.43 \mu\text{m}$, reduction of the variation coefficient by $-1.72 \pm 0.45\%$, increase of the comfort factor by $20 \pm 2.16\%$, reduction of the spinning fineness by $-5.97 \pm 0.40 \mu\text{m}$ and increase of the curvature index by $19.16 \pm 1.05^\circ/\text{mm}$ respectively. The correlation analysis of the efficiency of technological characteristics of dehairing fiber resulted that the MDF with CVMDF was negative and low value of -0.29, on the other hand the MDF with FC was negative high value of -0.88, also the MDF with FH was high value of 0.96, as well as the MDF with IC was moderate negative of -0.61 and finally the FC with FH was negative high value of -0.85.

Keywords: Alpaca fiber, dehairing, efficiency, quality, technological characteristics.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En la industria textil, algunas fibras naturales de origen animal son consideradas una materia prima común y no especializada donde los bajos precios y abundancia de las fibras sintéticas o artificiales creyeron que era la sentencia de muerte de las fibras naturales, que conllevó a este noble título de fibras especiales, donde los precios se han mantenido (7). Las comparaciones textiles que acompañan a las fibras de alpaca, vicuña, cashemire y mohair, son intentos de la industria para promover una apreciación de lujo y calidad para el consumidor final y darle una etiqueta bastante delicada y frágil al rubro (7). La venta de la fibra de alpaca constituye el principal ingreso económico para miles de familias que viven en la zona alto andina del Perú (8), la que proviene de las comunidades campesinas y es recolectada por intermediarios “de colecta”, mientras que la que proviene de las empresas asociativas y medianos propietarios se denomina “de finca”, además a eso se adiciona el desconocimiento de clasificar o categorizar los vellones por calidad y el conformismo del productor al comercializar sin conocer la clasificación por categorías es algo común, eso no le da un valor agregado a la materia prima, dando paso a los intermediarios, con la compra en dos modalidades: en forma de “broza” también conocida “al barrer” que solo distingue entre la fibra de, “tuis” y de adultos, que representa el 95%, la fibra categorizada por su calidad representa el 5% por lo tanto la comercialización de vellones, sin categorizar no es rentable por eso la explicación del tramo del proceso productores - intermediarios - industria es ineficiente para poder exportar al mercado externo (9).

La producción de fibra de alpaca a nivel nacional es de 4 314 toneladas en el 2017, de las cuales el 90% se industrializa y de ella más del 60% se exporta como tops y prendas, teniendo una buena aceptación y demanda en el mercado mundial; cada empresa textil tiene su propio sistema de clasificación, al no existir un sistema estandarizado, pese a la mejora de la calidad de la fibra de alpaca, los precios recibidos por el productor aún son bajos (10). En el año 2010 la producción de fibra alcanzó los 4 352 toneladas, con un precio de S/.12.86, en el 2012 alcanzó una producción máxima de 4 797 toneladas con un precio de S/. 14.80, mientras tanto al 2015 la producción fue de 4 438 toneladas siendo el precio más alto S/. 17.85 a diferencia del año 2017 donde disminuyó a 4 314 toneladas con un precio de S/. 14.34 por kilo (2).

Los vellones de fibra de alpaca presentan una gran variabilidad en el diámetro de fibra, longitud y color, estas observaciones reducen el precio del vellón y el poco interés en mejorar la calidad el vellón como materia prima basados en propiedades físicas y características textiles, que es de poco interés y desconocimiento por los pequeños productores y la falta de acuerdos políticos de los gobernantes y/o autoridades. La situación actual en la producción de vellones se basa en el peso esta se interpone sobre la calidad, esta es la explicación para incrementar la productividad de vellones situación que es aprovechada por los acopiadores para bajar los precio del vellón al productor y subirlo al momento de vender a la industria textil (10).

La variabilidad del diámetro de fibra se debe por la presencia de fibras objetables o indeseables que afectan en la estimación de la media del diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variabilidad media del diámetro de fibra (CVMDF), factor de confort (FC), factor de picazón (FP), índice de curvatura (IC) y finura al hilado (FH), las cuales no son tomadas en cuenta por los productores por el desconocimiento de métodos de clasificación en el momento de la venta y un desconocimiento total sobre el descordado de la fibra de alpaca y llama, tal como se hace con fibra de vicuña, debido que este método mejora la calidad textil de la fibra. Por esta razón las condiciones y resultados del proceso de comercialización de la fibra son desventajosos para los productores de alpacas, quienes forman parte del segmento más pobre de la población rural andina nacional (7).

1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la eficiencia del descordado sobre las características tecnológicas en cuatro calidades de fibra de alpaca de raza Huacaya color blanco?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál de las calidades de fibra de alpaca Huacaya color blanco, son más eficientes al descordado sobre las características tecnológicas de la fibra de alpaca?
- ¿Cuál es la relación que existe entre la media del diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad de la media del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado de la eficiencia al descordado?

1.3 Justificación de la investigación

En el presente trabajo de investigación se ha evaluado la eficiencia del descordado sobre las características tecnológicas de la fibra de alpaca Huacaya de vellón blanco como: MDF, CVMDF, FC, IC y FH, en cuatro calidades, analizando las correlaciones que existen entre ellas. No se ha tomado en cuenta la edad y el sexo de los animales solamente la calidad de la fibra para determinar la eficiencia del descordado. La fibra de alpaca es una de las más apreciadas por la industria textil que utiliza fibras animales como materia prima y compite con cashemire, mohair y angora. Entre las fibras de camélidos, la de alpaca es la que tiene más aceptación mundial debido a su calidad y el volumen de producción (7). Dentro de la producción mundial de fibras finas de origen animal, la alpaca representa cerca del 10%, la fibra de llama alcanza apenas el 1% y la producción de fibra de vicuña es aún menor. No obstante en el comercio internacional de fibras finas, donde la fibra de la alpaca representa apenas el 3% (11).

Debido a la globalización y competitividad mundial, el hombre se enfrenta a una serie de problemas, que afectan su calidad de vida. Entre estos se menciona: la acelerada industrialización, un rápido crecimiento demográfico, los problemas de la nutrición, el agotamiento de recursos renovables y el deterioro del medio ambiente (12). Asimismo se define que la crianza de alpacas constituye el principal medio de subsistencia de las

comunidades campesinas que viven en las zonas alto andinas. El hábitat de los camélidos sudamericanos se caracteriza por tener condiciones ambientales muy extremas las cuales son bajas temperaturas, disponibilidad baja de pastos, alta radiación solar y otros factores, aun así proporcionan productos de alta calidad como la fibra, carne, y subproductos que tienen múltiples usos industriales y artesanales (13). El proceso de desarrollo del País y de la Región, está claramente determinado por el avance del sector agropecuario, de esto depende la seguridad alimentaria de la humanidad, por lo que se debe priorizar actividades importantes en el sector ganaderas es una actividad prioritaria y dentro de ello, la crianza de alpacas es principalmente la actividad más importante en las zonas altoandinas (8), lo que constituye una actividad social, económica, ecológica y estratégica de gran importancia para un vasto sector de la población, especialmente de Perú y Bolivia y en menor grado de Argentina, Chile y Ecuador (10); además el Perú es el principal proveedor de la fibra de alpaca de mayor calidad en el mundo, pues tiene mayores posibilidades para la exportación y afianzamiento en el mercado textil. Los factores que determinan la calidad de la fibra, son el diámetro medio de fibra, uniformidad del diámetro y el porcentaje de fibras menores a 30 μm (14). La producción de fibra sigue siendo el rasgo principal de un mercado internacional por ende el objetivo fue describir los rasgos fenotípicos que determinan la calidad de fibra e identificar; cuanto más fino y menor sea el efecto de picazón de la fibra, mayor será su valor y aceptación (15). Para esto se tomó en cuenta la distribución de calidades: superfina (Suf), fina (F), semifina (Sef) y gruesa (G) basados en su MDF propuesto por Frank (15), (16).

Los productores de alpacas necesitan producir vellones de fibra que se transforme en telas textiles que generen una alta preferencia por los consumidores (7). Desafortunadamente, la producción de este tipo de fibra (superfina) representa solo el 8 % del total que se produce en nuestro país y no es suficiente para cubrir su demanda ni garantiza que los tejidos o prendas resultantes sean de la calidad deseada por el consumidor final (17). Las prendas confeccionados con fibra de factor confort mayor a 95% permiten que la alpaca pueda competir con prendas de otras fibras finas y lujosas, pero al haber una cantidad muy limitada de estas prendas lo que abundan son las prendas hechas con fibra de alpaca gruesa o de factor confort bajo lo que impide que la industria de la fibra de alpaca sea más difundida (17). Por ultimo hay una mayor demanda del mercado por la fibra de vellones blancos, esto explica el predominio de animales con vellones blancos en los rebaños por la selección orientada a esa característica (10).

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia del descordado y establecer sus correlaciones sobre las características tecnológicas en cuatro calidades de fibra de alpaca Huacaya color blanco en el anexo experimental Quimsachata INIA Illpa Puno.

2.1.2 Objetivo específicos

- Evaluar la eficiencia del descordado sobre la media del diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad de la media del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado en cuatro calidades de fibra de alpaca Huacaya color blanco.
- Establecer las correlaciones entre la media del diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad de la media del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado de la eficiencia al descordado.

2.2 Hipótesis de la Investigación

2.2.1 Hipótesis general

Ha: El descordado es eficiente sobre las características tecnológicas en cuatro calidades de fibra de alpacas de raza Huacaya color blanco.

Ho: El descordado no es eficiente sobre las características tecnológicas en cuatro calidades de fibra de alpacas de raza Huacaya color blanco.

2.2.2 Hipótesis específicas

- La eficiencia del descordado sobre media del diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado es diferente en cuatro calidades de fibra de alpaca Huacaya color blanco.
- La eficiencia del descordado sobre la media del diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado es similar en las cuatro calidades de fibra de alpaca Huacaya color blanco.
- La media del diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado están altamente correlacionados al efecto del descordado eficiente de la fibra de alpaca Huacaya color blanco.
- La media del diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado no están correlacionados al efecto del descordado eficiente de la fibra de alpaca Huacaya color blanco.

2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Indicadores
Independiente	
Calidad de fibra blanco de alpaca Huacaya	Súper fina [$\leq$ a 21.9 μm]
	Fina [22.00 - 24.9 μm]
	Semifina [25.00 - 29.9 μm]
	Gruesa [$\geq$ 30 μm]
Dependientes	
Media de diámetro de fibra	Reducción en μm
Coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra	Reducción en %
Factor de Confort	Incremento en %
Índice de Curvatura	Incremento en $^{\circ}/\text{mm}$
Finura al Hilado	Reducción en μm

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) En un estudio sobre características tecnológicas de la fibra de vicuñas, en la Región Puno, encontraron que el diámetro de fibra descordada de vicuñas por clase (crías, juveniles y adultos) y por sexo (macho y hembra). Fueron de 12.755 ± 0.580 y $12.719 \pm 0.398 \mu\text{m}$ para machos y hembras y de 12.359 ± 0.352 , 12.856 ± 0.442 y $12.997 \pm 0.447 \mu\text{m}$ en crías, juveniles y adultas, respectivamente. El promedio general del diámetro de fibras descordadas de las vicuñas fue $12.77 \pm 0.52 \mu\text{m}$, con una amplitud de 11.67 a 14.15 μm , y una variabilidad del 4.54% encontrados por (18).
- b) En Apurímac, un estudio sobre características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya, donde encontraron relaciones significativas positivas entre MDF con FH fue 0.99182; FC con IC fue 0.39484 y negativas entre MDF con FC, fue -0.74891, MDF con IC fue -0.46076, FC con FH fue -0.75457, IC con FH fue -0.47802 e FC con CVDF fue -0.15921 reportado por (19).
- c) En una investigación sobre características tecnológicas de la fibra de Llama (*Lama glama*) Chaku antes y después de descordar, en la región Apurímac, encontraron la fibra descordada es de mejor calidad, disminuyendo la MDF 0.70 μm , el CVMDF fue 1.8% y la FH fue 1.06 μm e incrementando el FC fue 2.74% y el IC fue 4.66°/mm realizada por (20).

- d) En otro estudio de evaluación de los efectos del descordado sobre la calidad de la fibra obtenida de camélidos sudamericanos y cabras criollas de la Patagonia; reportando que la reducción de fibra objetable (FO) en Alpacas fue -36.57 %, Guanaco 74.59 % y llamas - 44.62 %.y una eficiencia al descordado con respecto al promedio del MDF en alpacas fue 1.5 μm ; guanaco fue 3.5 μm y llamas fue 0.3 μm (6).
- e) En una investigación en Australiana de fibra de alpaca (21), nos describe que al realizar el descordado con máquina de descordado de fibra de cachemir, reportando que las fibras de alpaca descordada son más limpias, voluminosas y más suaves, con una reducción de alrededor de 1.5 μm en el diámetro promedio de la fibra, el promedio para la categoría media fue en 1.3 μm , la reducción en la categoría gruesa(strong) fue de 1.6 μm y en la categoría extra gruesa (extra strong), fue 1.5 μm a sí mismo la reducción en CVMDF para la calidad media (medium) fue 2.5%,para la calidad gruesa (strong) fue 2.3% y para la calidad extra gruesa (extra strong) fue 1.5 %.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Origen y evolución de los camélidos en el mundo

El origen de los camélidos se remonta a la era cenozoica en el periodo terciario hace 65 millones de años, en esta era América del Sur estaba aislada del resto de continente, se subdividieron en dos periodos en el terciario hace 65 millones de años en Norteamérica después de la existencia de los dinosaurios y los grandes reptiles marinos (22). En base a la historia de la tierra, la filogenia (origen y evolución) de los camélidos sudamericanos, ha seguido el siguiente proceso (13). En el Eoceno medio superior, se originan los camélidos en América del Norte, con *Protilopus* (Animal pequeño de 30 cm de altura, que probablemente se desarrolló a partir de un herbívoro paleocénico, el tetracloenodón. Hacia el Oligoceno inferior, el género *Poebrotherium* continuaba su evolución con reducción de dedos laterales presentando un espacio en la dentadura, con huesos metacarpales y metatarsales fusionados que formaban la caña simple. También habitaban los géneros *Procamelus* y *Alticamelus* (12).

En América del Sur la separación entre los géneros *Lama* y *Vicugna* ocurrió hace dos millones de años aproximadamente (22), donde la domesticación tuvo lugar

mucho tiempo después. Aunque se acepta por la mayoría de los investigadores que el origen de la domesticación de los CSA se restringe a los Andes, todavía no existe acuerdo en cuanto a la cronología y si existieron uno o varios centros de domesticación (13). La mayoría de la información arqueológica sobre la domesticación proviene de la región central de los Andes (Perú), de varios sitios de la Puna de Junín. Estas investigaciones sitúan la domesticación entre los 9000 y los 2500 años a.C. y a una altura de 4000 m.s.n.m (22), (12).

La información arqueológica (que se refiere a las artes y a los objetos de la antigüedad, especialmente a través de sus restos), y paleozoológica (que se trata de los seres orgánicos desaparecidos a partir de sus restos fósiles) así, demuestra que la meseta del Collao, alrededor de Lago Titicaca (Puno) y Telarmachay o Lauricocha (Junín), constituyen los lugares de domesticación está dado en el ámbito de los Andes del Sur y Centro del Perú (12).

Restos óseos de sitios arqueológicos en los andes documentan el origen de la domesticación de la llama muy probablemente, en la puna seca a partir del Guanaco *Cacsilensis* (*Lama guanicoe cacsilensis*), iniciándose en la época del holoceno alrededor 3.500 años A.C., no hay evidencias arqueológicas o molecular, que el guanaco de la Patagonia haya sido domesticado; mientras la domesticación de la alpaca se dio probablemente en la puna húmeda (debido a la adaptación y pastoreo del animal en la partes más bajas a comparación de las llamas que pastan en las partes altas) dada también a la época del Holoceno a 1.500 años antes de cristo (12).

3.2.5 Posición taxonómica de la alpaca

Reino	:Anima (Obtiene energía mediante digestión de alimentos)
Sub- Reino	:Metazoos (Organismo multicelular que digieren comida)
Tipo	:Mamífero herbívoro (Se alimenta de pasto y forraje)
Phyllum	:Cordado (presentan notocorda, varrilla esquelética rígida)
Sub-phyllum	:Vertebrado (Columna vertebral)
Super –Clase	:Tetrápodo (Vertebrado terrestre)
Clase	:Mammalia (Glándula mamaria)
Sub-Clase	:Euteria (Cría desarrollado en el aparato genital de la hembra)
Orden	:Artiodactyla (Tercer y cuarto dedo termina en par)
Sub-Orden	:Tylopoda (Patas con almohadilla plantar)
Familia	:Camelidae (Huesos metacarpianos y metatarsianos unidos)
Tribu	:Lamini (Distribuidos en América del Sur)
Género	:Vicugna (Alpaca y Vicuña)
Especie	: <i>Vicugna pacos</i> (Linneaus, 1758)

Fuente: (12), (23).

3.2.3 La alpaca

Se trata de un mamífero doméstico rumiante herbívoro, artiodáctilo (patas que terminan en pezuñas que constan de un par de dedos) de la familia de los camélidos, descendiente de la vicuña salvaje. Pesan alrededor de 70 kilogramos, siendo su tamaño parecido al del ciervo, y se utilizan por su fibra largo, suave y fino, en la industria textil (24). Por otra parte (21), nos explica que la fibra de alpaca es una fibra animal especial, que se busca por su suavidad, calidez, ligereza, gama de colores naturales y buena resistencia.

3.2.4 Raza Huacaya

Es la raza más predominante en el Perú, representando el 80.4% del total de alpacas, ya que tiene buen desarrollo corporal, con fibra que crece perpendicularmente al cuerpo, de cabeza relativamente pequeña, orejas de forma triangular, ollares amplios y pigmentados, boca con belfos muy móviles también pigmentados, con copete bien

formado y cara limpia, cuello largo y fuerte. El tamaño aceptable es de 80 cm. a la cruz; el vellón debe cubrir todo el cuerpo incluyendo las extremidades hasta las cañas, la línea superior del animal es ligeramente convexa, que continúa hasta la cola, con extremidades fuertes y de buen aplomo (24).

3.2.5 Fibra de alpaca

Las fibras pertenecientes a los Camélidos Sudamericanos reciben diferentes nombres: fibras especiales, más comúnmente fibras lujosas “luxury fibres” y sus atributos son: suavidad, brillo, escasez o rareza, precio alto (6), así mismo la producción de fibra está determinada por el peso del vellón sucio, calidad de fibra y alguna forma de rendimiento al lavado, al peinado o al descordado (14).

3.2.6 Vellón

Conjunto total de fibra que cubre una alpaca, en forma de mechas, (agrupaciones de fibras), obtenido como resultado de la esquila y para Huacaya; el vellón es compacto, esponjoso, con apariencia voluminosa, con fibras suaves y onduladas (25).

3.2.7 Población de alpacas en América latina y en el mundo

A finales de la década de los 80 la crianza de alpacas dejó de ser exclusiva de América del Sur, países como Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda han alcanzado importantes avances en su crianza y mejoramiento genético; este avance se debe a que estos países han tomado en cuenta aspectos claves en el desarrollo de esta ganadería (26). El Perú cuenta con una población total de 3 685 516 alpacas, Bolivia cuenta con 456 7 94, Chile con 45 224 y poca cantidad Ecuador 200, Argentina con 1000 alpacas a nivel de Latinoamérica y otros países como EE.UU cuenta con 169 163, Australia con 300 y Nueva Zelanda con una cantidad de 15 372 alpacas.(1).

3.2.8 Población de alpacas en el Perú

El Departamento de Puno es el que posee la mayor proporción de alpacas seguido por Cusco, Huancavelica y Arequipa. Esto está en relación con la extensión de las praderas alto andinas existentes. Las poblaciones de alpacas de los Departamentos ubicados en las regiones de Lima y Junín son en gran parte el resultado del proyecto “Repoblamiento de Alpacas de la Sierra Norte y Centro del País “que entre 1992 y

1996 llevó a cabo el Ministerio de Agricultura a través de FONAFOG (Fondo Nacional de Fomento Ganadero) con financiamiento del Fondo de Compensación y Desarrollo Social (FONCODES) (10).

El Perú en el año 2012 contaba con una población total de 3 685 516 alpacas, la mayor parte de esta población se encuentra en el departamento de Puno con 1 459 903 alpacas que representa el 39.61% de la población total en el Perú, posterior a eso el departamento de Cusco se ubica con el segundo lugar con 545 454 alpacas que representaría el 14.80 % de la población nacional, en tercer lugar se ubica el departamento de Arequipa con 468 392 alpacas que representa el 12.71% de la población nacional. También se observa una crianza de alpacas en otras regiones pero en cantidades menores.

La población de alpacas de la raza Huacaya, en el Perú se estima una población total de 2 909 212 alpacas, esta población total representa el 78.94% de la población total a nivel nacional, el departamento que tiene la mayor población de la raza Huacaya es Puno con 1 209 716 alpacas esta población representa el 82.86% de la población del departamento de Puno. Una población considerable se encuentra en el departamento de Cusco con 399 611 alpacas de la raza Huacaya esto representa el 73.26% de su población regional. El departamento de Arequipa registra 353 658 animales de esta raza esta población representa el 75.5% de su población total regional, en el departamento de Huancavelica también tiene una población considerable de esta raza, esta región registra 255 472 alpacas de la raza Huacaya lo cual representa el 82.79% de su población total regional, Ayacucho registra una población de 158 045 animales de esta raza es el 68.44% de la población total de su departamento y finalmente Apurímac también tiene una población de Huacaya considerable de 157 985 animales de esta raza representa 72.1% de la población total de alpacas de su región (1).

3.2.9 Población de alpacas en el departamento de Puno

El departamento de Puno en el año 2012 es la región que registra la mayor población de alpacas con 1 459 903 alpacas, de las cuales 1 209 716 alpacas son de la raza Huacaya y 190 528 son de la raza suri, en proporción las alpacas de la raza Huacaya representan el 82.86% y la raza suri 13.05%. Dentro del departamento la provincia que registra la mayor cantidad de animales es Lampa con 263 201 animales esta

población representa el 18.03 % del total regional, de las cuales 232 032 son de la raza Huacaya que representa la población total de 88.16%, la provincia de Carabaya toma el segundo lugar con una población de 206 281 alpacas, las cuales solo 174 388 son de la raza Huacaya esta población representa el 84.54% del total, El Collao tiene una población total de 167 680 alpacas de raza Huacaya esta población representa el 92.51%, Melgar registra una población total de 154 990 esta representa el 10.02% de las cuales la raza Huacaya es 102 590 esta representa del total de la población el 66.19% y la provincia de Puno 119 253 este representa 85.58% finalmente se puede decir todas las provincias de la región Puno tienen alpacas (1).

3.2.10 Producción de fibra de alpaca

La producción de fibra se expresa como el peso de fibra cruda cosechada del animal esquilado de camélidos sudamericanos, es más ligero en comparación con los obtenidos de ovejas (27). La producción de fibra está concentrada en pequeños productores con el 85%, que presentan una buena producción de fibra a comparación con los medianos productores que representa el 10% pero obtienen una mejor calidad de fibra por el grado de adelanto que han logrado y el 5% en empresas privadas, que presentan mayor desarrollo en el proceso de producción, obteniendo una fibra de mayor calidad y cantidad (25).

3.2.11 Calidad de la fibra de alpaca

Calidad de fibra se denomina, a la variabilidad que existes dentro de una mecha y a nivel del vellón de una alpaca desde superfina ($\leq$ a 21.9 μm) de aquellas fibras que son muy apreciados en el mercado nacional e internacionales también la conforma la fina (22.00 μm a 24.9 μm), semifina (25.00 μm a 29.9 μm) y gruesa ($\geq$ 30 μm), este último se concentran mayormente en la región pectoral, extremidades (28).

3.2.12 Características tecnológicas de la fibra de alpaca

Son las cualidades que indican, la calidad de la fibra entre los más importante tenemos el diámetro media de fibra (MDF), coeficiente de variación del diámetro media de fibra (CVD MF), Factor de confort (FC), índice de curvatura (IC) y finura al hilado (FH).

3.2.13 Diámetro media de fibra (DMF)

El diámetro medio de fibra (DMF), de una muestra representativa del vellón esta expresado en micrómetros (μm), lo cual define la finura. Este parámetro físico es considerado el principal criterio de selección en poblaciones de alpaca de todo el mundo (28). La clasificación de los vellones se basa principalmente en la finura, ya que permite una mejor valoración al momento de la comercialización (29). Hasta nuestros días la medición del diámetro de la fibra representaba, una característica principal e importante en la evaluación y categorización de fibras de origen animal, ya que este es el principal carácter evaluado por la industria textil (30).

En la actualidad, con el avance de la tecnología y con el impulso que vienen dando los gobiernos en investigación y desarrollo, se constata que los productores alpaqueros al menos algunos tienen mayor accesibilidad para determinar objetivamente la finura de la fibra que otros no porque es difícil de acceder un equipo tan costoso, a pesar de las adversidades y poca información que tienen sobre cómo se puede concretizar o saber de qué las fibras de sus Alpacas son finas o gruesas (29).

3.2.14 Coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra (CVMDF)

El CVMDF es la magnitud de comparación, porque al estar definida, se muestra como una variación porcentual y no depende del diámetro medio. Estas propiedades muestran la variabilidad dentro de cada medición. El CVMDF, es un buen estimador de la resistencia de la mecha y, analizando los perfiles de finura a lo largo, podemos identificar el punto donde probablemente quiebren las fibras al ser débiles (31).

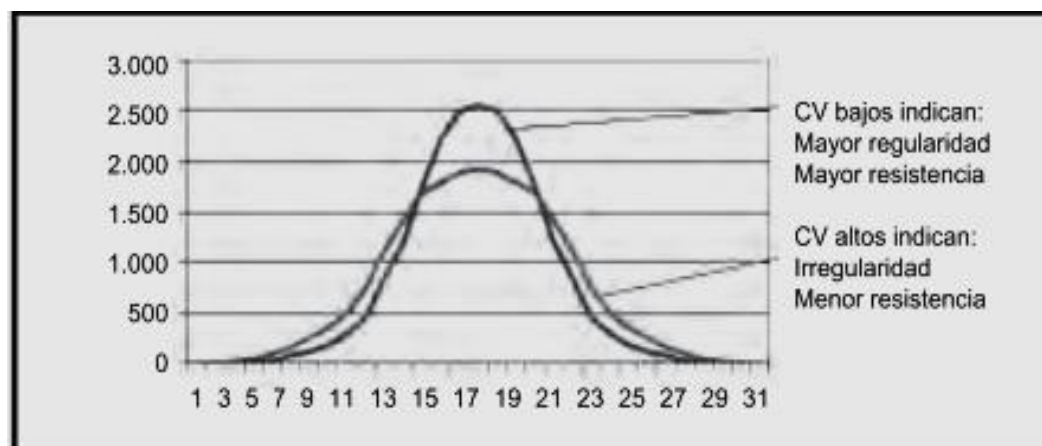


Figura 1. Variabilidad del diámetro de fibra.

3.2.15 Factor de confort (FC) y factor de picazón (FP)

El factor de confort (FC) se define como el porcentaje de las fibras menores de 30 μm que tiene un vellón y se conoce también como factor de comodidad (32). Si más del 5% de fibras son mayores a 30 μm , entonces el tejido resulta ser no confortable para su uso por la picazón que siente el usuario en la piel (33). Contrariamente, el porcentaje de fibras mayores a 30 micrones se conoce como el factor de picazón (FP). Por tanto, la industria textil de prendas prefiere vellones con un FC igual o mayor a 95% con un FP igual o menor a 5% (32). Estos dos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (29). El factor de picazón no es un carácter técnico de la fibra, sino que más bien está relacionado con el grado de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca sobre el usuario (29). Porcentaje de fibras menores a 15 micras ($\% < 15$).

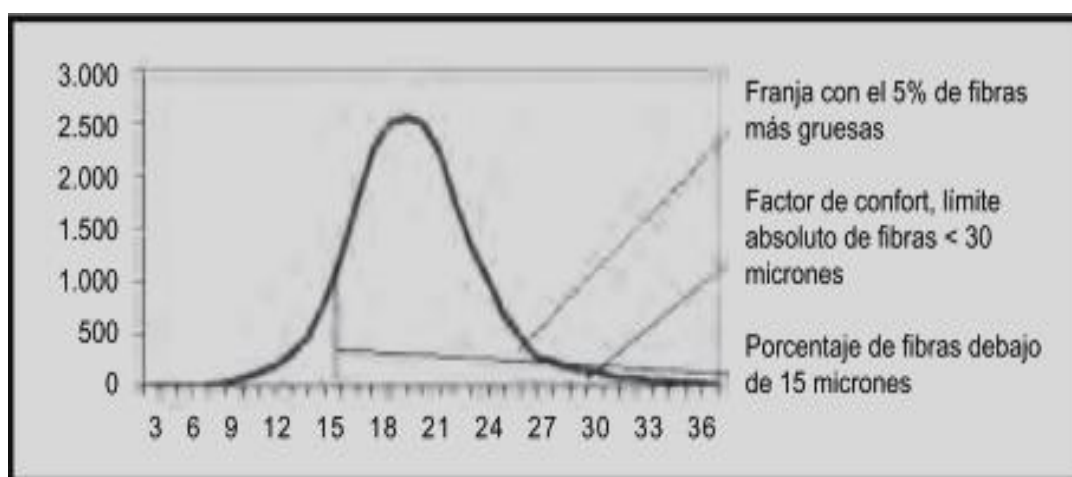
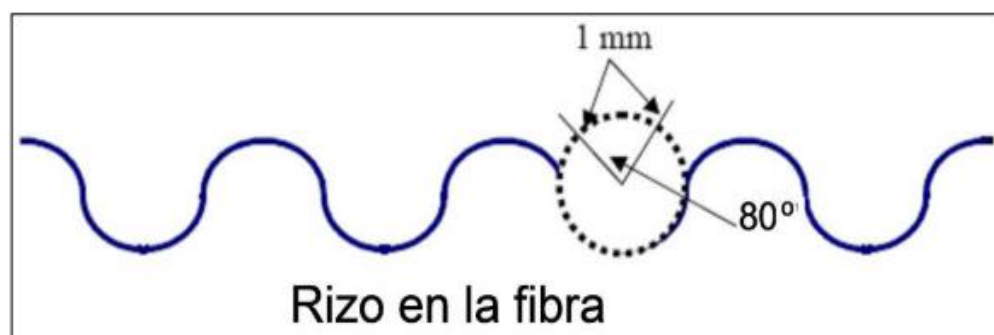


Figura 2. Distribución del Factor de Confort.

3.2.16 Índice de curvatura (IC)

El índice de curvatura (IC) de la fibra es una característica textil para describir la propiedad espacial de una masa de fibras (34). Esta propiedad, que es común a todas las fibras textiles, es de interés para los fabricantes de alfombras y prendas de vestir. Los fabricantes de fibras sintéticas introducen rizados a sus fibras y filamentos a fin de mejorar la densidad de sus productos textiles (34). El rizado de la fibra, expresado como curvatura de fibras, se puede medir utilizando los equipos como la OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) y Laser Scan, ambos de fabricación australiana (29).

El rizo de la fibra, medido objetivamente mediante el IC, es una característica deseable respecto al tacto, aunque a veces también puede crear dificultades en



referencia al procesamiento (34). No se encuentra bien alineado tienen definiciones pobres, y a la “frecuencia del rizo” definido como el número de longitudes de ondas curvadas por centímetro. Ambas características, junto con el color de la grasa, la longitud de mecha, la suciedad y el desgaste representan el “estilo de la fibra”, el cual es muy importante para determinar el rendimiento al procesamiento, prácticas de comercialización y calidad de los productos de la fibra final el grado de curvatura está asociado al “crimp” o rizo de las mechas. Se mide en grados por milímetros (29).

Figura 3. Curvatura de las fibras “Crimp” o rizo de la fibra.

3.2.17 Finura al hilado (FH)

La finura al hilado (FH) expresada en μm “spinning fineness”, provee una estimación del rendimiento de la muestra cuando es hilada y convertida en hilo, su estimación proviene de la combinación de (MDF) y el (CVMDF) (35). Posteriormente fue modificada por una ecuación práctica llamándose a dicho valor finura al hilado, y es

una característica fuertemente heredable (36). La ecuación se normaliza bajo un coeficiente de variación del 24% en la cual la finura al hilado es lo mismo que la media del diámetro de fibra previa al procesamiento (35).

3.2.18 OFDA 2000 (analizador óptico del diámetro de fibra)

El OFDA tiene una caracterizador más precisa, completa y para una medición de fibra sucia como materia prima textil, que describe el diámetro medio de fibras, su distribución y parámetros asociados (31). El OFDA es un instrumento que se basa en la tecnología de digitalización de imágenes microscópicas, desarrollado por OFDA BSC Electronics incorporado a un procesador, software Windows, en donde analiza los resultados de las imágenes obtenidas midiendo el diámetro de fibra, curvatura de cada fibra y registrando un conteo de las mediciones en las imágenes digitales tomadas por el equipo (37). A partir del diámetro de fibra, curvatura de fibra y número de mediciones el software del OFDA, muestra resultados importantes que son MDF, CVMDF, FC, FP, FH y IC (37).

Las mediciones se llevan a cabo dentro de un ambiente acondicionado de acuerdo a la norma IWTO 52 para laboratorios textiles (31). La calibración del equipo se realiza usando los patrones de lanas administrados por Interwool Labs, y esta entidad tiene implementadas pruebas de interlaboratorio para este ensayo con OFDA (37).

3.2.19 Submuestreo

Se parte de una muestra de fibra lavada y peinada, se utiliza para obtener la muestra a ensayar una guillotina preparada para cortar desde la base de la mecha, trocitos de fibras de aproximadamente 2 mm de largo que son llamados “snippets” (31).

3.2.20 Preparación de “slide” a medir

Los trocitos de fibras se van colocando despaciosamente sobre un equipo que se llama difusor, el cual mediante un rotor que gira en ambos sentidos va cubriendo de fibras un slide de vidrio de 70 x 70 mm con una densidad adecuada y constante para todo el vidrio y éste, finalmente, es introducido en el instrumento para hacer las mediciones (31).

3.3 Marco conceptual

a) Eficiencia

Se refiere a la capacidad de lograr el efecto deseado sobre las características textiles de la fibra de alpaca, mediante la clasificación por calidades expresadas en valores diferenciales antes y después de descordado.

b) Descordado

El descordado es un proceso textil manual o industrial (21), en donde se extraen las fibras objetable “largas y lacias” y algunas fibras gruesas el producto final resultante es una fibra depurada con mejores características textiles. Se puede concluir que el descordado mecánico puede mejorar adecuadamente la calidad de la fibra de los Camélidos Sudamericanos domésticos, ajustándola a los estándares de calidad más exigentes (6).

c) Factor de corrección por grasa (GCF)

El GCF es el espesor de la grasa alrededor de la fibra; la grasa y el polvo fino forman un recubrimiento alrededor de la fibra cuyo espesor puede ser estimado midiendo el diámetro de una muestra en el estado grasiento, a continuación, lavándolo en un disolvente para eliminar la grasa y el polvo y luego volver a su medición y restando las mediciones y las partículas de polvo grandes no se miden por OFDA (38).

d) Fibra

Estructura alargada formada principalmente por queratina y que nace de los folículos pilosos. También están fuertemente meduladas lo cual implica que además pueden almacenar agua en los espacios vacíos lo cual hace que aumente su rigidez y su efecto sea indeseable. Además de la higroscopicidad, la liviandad y el volumen junto con el brillo afectan fuertemente la calidad del hilo (39).

e) Fibra objetable

Fibra objetable se denomina aquella forma física de rigidez, lacia, rizo desuniforme o fibras no deseadas, destaca su mayor diámetro ($> 30\mu\text{m}$), opaca y amedulada por ende causa picazón al contacto a la piel (40), (41).

f) Fibra depurada

Son las fibras finas “down”, en su mayoría queda y algunas fibras gruesas que quedan una vez que fue sometido al descordado donde quedan con ausencia de fibras objetable y fibras gruesas (42).

g) Suavidad al tacto

En realidad la expresión "suave" textilmente hablando se reconoce cómo suavidad al tacto o "handle" (tocar) y reúne en sí mismo varios atributos: confort sobre la piel (picazón), rigidez, lisura, suavidad según (43); el término "prickle" o picazón que causa prurito, se aplica solo para las prendas que se usan en contacto con la piel (directa o indirectamente) y cada vez resulta más importante. Diversos estudios han demostrado que la sensación de picazón o prurito proviene de las fibras gruesas de la cola derecha de la distribución del diámetro de la fibra "borde grueso" definido por, el porcentaje de fibras de más de 30 μm es un buen predictor de la sensación de picazón en tejidos de punto y mucho más acentuado en tejidos planos (44). Este punto de corte de las 30 μm puede ser discutido no obstante, porque hay diversos factores que lo pueden alterar y se podría decir que fluctuaría entre las 26 - 35 μm , para lo cual se requiere de mayores evidencias experimentales (44), (7).

h) Longitud de mecha

Son longitudes de un grupo de fibras que forman la mecha de un vellón muestreado de alguna de las regiones del cuerpo de un animal se puede medir en unidad de medida centímetros (cm) desde la base hasta el ápice esta puede variar la longitud según raza animal o especie (12).

i) Finura

Las fibras finas están caracterizados por una estructura histológica compleja que tienen origen en el bulbo folicular (45). Presencia de fibras finas y gruesas con diferentes grados de uniformidad puede haber en promedio fibras de mayor diámetro a menor diámetro además es un factor heredable, a mayor finura mayor precio mayor preferencia en la industria textil.

Rizo

- j)** El rizo es la formación natural de olas que se encuentra en el vellón de Huacaya. El rizo es una estructura multidimensional y la forma en que se expresa el rizo está determinada por la genética (células corticales, estructura bilateral), amplitud, frecuencia de risos y micras. Un rizo bien definido con su estructura uniforme tiene más probabilidades de secarse más rápido que los vellones que carecen de definición de rizo y tienen fibras cruzadas (46).



Figura 4. Score para carácter de la mecha en Alpacas.

k) Poder fieltrante:

Es la disminución con tendencia al apelmazamiento, es decir mayor posibilidad de abatanamiento de la mecha de fibra que le somete al lavado (12).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.3 Tipo y nivel de la investigación

El presente trabajo es de tipo experimental cuantitativo, y un nivel aplicativo relacional (47).

4.2 Diseño de la investigación

Diseño experimental estadístico, pues los resultados nos permitieron analizar el efecto de la calidad de fibra en reducción e incremento de las características tecnológicas de la fibra de alpaca de raza Huacaya en forma lineal (48).

4.3 Población y Muestra

4.3.1 Población

El anexo experimental Quimsachata, del Instituto Nacional de Innovación Agraria, con denominación banco de germoplasma de llamas y alpacas de color, está ubicado a una altura de 4200 m s.n.m, cuenta con una población total de 1274 alpacas, de los cuales la población de alpacas de vellón blanco es 408 entre las dos razas, donde la raza Huacaya de vellón blanco fue de 362 en el año 2018, para el trabajo de investigación se consideró 85 alpacas de las cuales se muestreo una mecha de muestra de vellón durante la esquila por alpaca así sucesivamente hasta completar a los 85 muestras, el proceso de muestreo se llevó según lo recomendado por Holht (46); el material en estudio fueron las muestras de fibra de alpacas de vellón blanco de raza Huacaya, categorizada por calidades: superfina, fina, semifina y gruesa donde esta fue clasificada con el apoyo del equipo OFDA2000 con un factor de corrección de 0.75 para fibra sucia que fueron analizados y codificados esta luego será sometido al lavado y descordado manual.

4.3.2 Muestra

Se muestreó 85 muestras de vellones de fibra de alpaca al azar, para el descordado por calidades de fibra de una mecha de vellón sucio, las muestras de vellón fueron tomadas en la campaña de esquila que se llevó en el anexo Quimsachata del INIA-Illpa. Las muestras obtenidas fueron embolsadas y rotuladas respectivamente.

4.4 Técnicas e instrumentos/Procedimiento de la Investigación

4.4.1 Registro y evaluación de las muestras de fibra sucia en el laboratorio

La evaluación se realizó con el apoyo de registros de evaluación de fibra de alpaca Huacaya; primero se registró los datos anotados de las muestras que están en bolsitas de polipropileno de donde se describe: longitud de mecha, color, número de arete del animal que se registró en la esquila de alpacas, así mismo se asignó el número correlativo o código en el registro y se prosiguió a igualar la mecha quitando las fibras des uniformes, para luego medir longitud de mecha con una regla milimetrada. Luego proseguir a la evaluación de escoré de la mecha según el criterio de Holht, el conteo de rizos completos en un cm con la ayuda de la regla milimetrada Vernier y pesado de la muestra en una balanza analítica en mg y posteriormente anotar los datos obtenidos.

4.4.2 Lavado de la muestras de fibra de alpaca

Para someter al lavado las muestras de fibra antes se preparó el equipo baño térmico a un temperatura de 65 a 70 °C, para el proceso de lavado, se conservó el rotulado de las muestras por ende para la remoción de impurezas y suciedades se utilizó detergente no enzimático una proporción de 500gr., para una cantidad de 100 muestras de fibra, así mismo se homogenizó el detergente no enzimático con agua:

Se realizó el lavado, con la ayuda de una pinza de mayo bien sujeto se engancha para dar movimiento de un lado para otra unas 6 a 7 veces y sumergirlo unas cinco veces al agua además cambiar de sujeción, primero de la base se sumerge y luego de la punta “ápice” de la mecha con la única finalidad de eliminar las impurezas, semillas y entre otros de la muestra.

Así mismo se prosiguió a enjuagar las muestras lavada con agua limpia frio sujetando a la fibra de la base y cambiar de la punta de la mecha así para asegurarse que quede limpio, por ultimo pasar a escurrir el agua restante de las muestras, y llevarlo al número que le corresponde ya listas para secado.

Finalmente las muestras lavadas se secaron, sobre una mesa que estuvo codificado o numerada con sus respectivos códigos en orden correlativo, para evitar confusiones o mezcla de las muestras de fibras, el proceso de secado tuvo una duración de 48 horas como máximo, en todo este tiempo de secado las condición del ambientales fueron normales e iguales al laboratorio de fibras sin la presencia de los rayos solares en forma directas.

4.4.3 Evaluación de suavidad al tacto y embolsado de muestras lavadas

Las muestras limpias, fueron sometidas a una evaluación de suavidad al tacto, considerando 7 escalas de suavidad al tacto, esto se determinó palpando cada muestra de fibra, tomando siempre tiempos intermedios de descanso para que los receptores neuronales que se tiene en la yema de los dedos se acostumbren y sientan la suavidad y no pierdan la sensación y evitar errores en la asignación de escalas. De igual forma las muestras de fibra se embolsaron, antes se rotulado las bolsitas de polipropileno con números correlativos según el registro de evaluación en el orden correspondiente en grupos de diez unidades agrupadas de muestras para evitar que se extravíen o puede ocurrir una confusión de orden.

4.4.4 Proceso de descordado de fibra de alpaca Huacaya color blanco

El proceso de descordado se desarrolló una vez terminado el proceso de evaluación de las muestras de fibras lavadas de alpaca de raza Huacaya, de la siguiente manera; para cada muestra se midió la longitud de la mecha en centímetros (cm), con una regla milimetrada marcando una distancia de una pulgada (2.54 cm) seguidamente se proseguía a hacerle un corte transversal de la mecha quedando solo la base de la mecha que se dividió en dos partes una para el trabajo de descordado y otra para el análisis con el equipo OFDA2000, estas a su vez fueron debidamente rotuladas, la fibra destinado al descordado se volvió a pesar en la balanza digital en (mg).

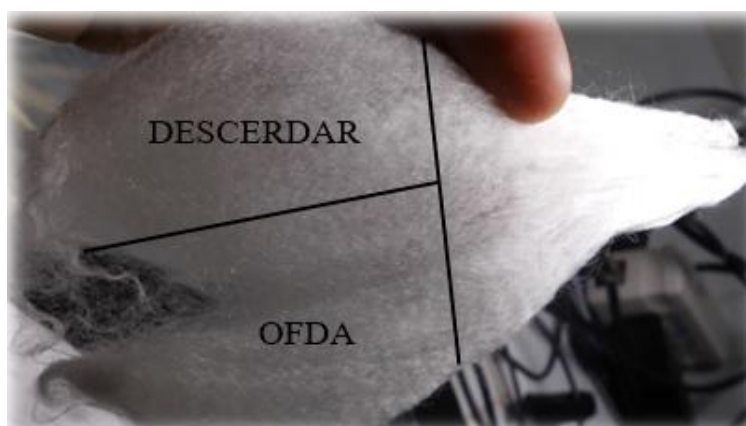


Figura 5. División de la mecha de fibra de alpaca para análisis con OFDA descordado y sin descordar.

El procedimiento del descordado se desarrolló sobre una tela que se adecuó de material pana de color negro sobre una mesa, las muestras de fibra blancas se ha extendido por porciones para visualizar y extraer las fibras objetables o fibras gruesas con la ayuda de una pinza pequeña, trabajándolo cuidadosamente de no extraer fibras finas, finalmente la fibra fina o depurada que quedo sobre la tela de fondo oscuro para muestras de fibras blancas se le volvió agrupar en una cajita de papel aluminio y aparte se le agrupo las fibras extraídas las objetables dentro de otra cajita de papel aluminio seguidamente se ha pesada cada grupo. Estos datos fueron anotados en el registro de descordado y para terminar el proceso se le evaluó la suavidad al tacto de la fibra depurada, el proceso de descordado para cada muestra duró entre 30 minutos a 45 minutos.

4.4.5 Análisis de fibra limpia con el Equipo OFDA2000 por el método snippets

Se analizó las fibras sin descordar lavada antes y descordada después o depuradas con el equipo OFDA 2000 por el método snippets cuyo procedimiento consiste en:

- a) Preparar las muestras para el análisis según el número correlativo.
- b) Se realizó el corte de la muestra de fibra con la guillotina, la muestra cortada tenía una longitud de 2 mm, llamada trozos que cae dentro de una bandeja metálica (riñonera).
- c) Las fibras cortadas se colocan en el dispersador de fibras, está dispersa la fibra sobre la lámina de vidrio “slide” (70x70 mm) en forma homogénea, una vez terminada este proceso la lámina de vidrio con fibra se le coloca su contratapa.
- d) La lámina de vidrio con fibra se coloca sobre la plataforma del OFDA.
- e) Para iniciar el análisis de fibra se tiene que calibrar el equipo OFDA de la siguiente manera; programar el equipo para el análisis para método snippets.
- f) programar la corrección de gras a 0 (cero) (fibra lavada). Una vez programado y la lámina con fibra colocado en la plataforma del equipo OFDA2000 analiza cada muestra identificada su número correlativo en el software y anotar el resultado en un registro de fibra descordado (49).



Figura 6. Componentes para el método de snippets.

1. Guillotina para cortar fragmentos largos de 2 mm de fibras alineadas
2. Soporte de diapositivas para mantener portaobjetos de vidrio de 70 mm
3. Plato de fragmentos de atrapar fibras bajo guillotina
4. Pinzas de punta roma para contener fragmentos portaobjetos de vidrio
5. Lamina de vidrio porta fibras fragmentadas de 70x70mm
6. esparcidor para difundir fragmentos en un portaobjetos (49).

4.4.6 Material y equipos de investigación

4.4.6.1 Materiales para muestreo de fibra de alpaca en el campo

- a) Bolsas amarillas de polietileno
- b) Bolsitas transparente de polietileno
- c) Plumón indeleble
- d) Cámara fotográfica
- e) Tijera
- f) Regla milimetrada metálica
- g) Soga

4.4.6.2 Materiales y equipos de laboratorio de fibras

4.4.6.2.1 Materiales y equipo para lavado de fibras

- a) Regla milimetrada para medir longitud de mecha
- b) Baño térmico
- c) Pinzas de mayo para sujetar las mecha de fibras
- d) Escobillón para diluir el detergente
- e) Escobilla para limpiar las impurezas que caen
- f) Plumón indeleble grueso
- g) Guantes descartables
- h) Registro de evaluación de suavidad al tacto
- i) Bolsitas polietileno transparentes
- j) Mandil
- k) Mesa para secado de fibra
- l) Mascarilla descartable
- m) Piletas para enjuague de las muestras de fibras

4.4.6.2.2 Materiales y equipo para el descordado

- a) Balanza analítica que mide en miligramos
- b) Lámpara
- c) Motor (para generar energía)
- d) Tela de pana color negro
- e) Papel aluminio
- f) Plumón indeleble
- g) Tijera metálica
- h) Pinzas para sacar las fibras objetables
- i) Regla milimetrada Vernier
- j) Bolsas de polietileno transparentes
- k) Cinta de embalaje para quitar restos de impurezas
- l) Laminas para determinación de fibra el carácter de score

4.4.6.2.3 Materiales y equipos para análisis con equipo OFDA2000

- a) Equipo OFDA 2000
- b) Guillotina
- c) Dispersador de fibra
- d) Pinza simple para coger las fibras seccionadas
- e) Slide de 70x70 mm
- f) Mascarilla
- g) Brocha para limpiar la riñonera
- h) Registro para evaluación de muestras de fibra de alpaca con OFDA2000

4.4.6.3 Insumos

- a) Alcohol al 96°
- b) Detergente no enzimático

4.7 Análisis estadístico

4.7.1 Diseño experimental

Los datos fueron analizados en un diseño completamente al azar (DCA), cuyo modelo aditivo lineal fue:

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

Donde:

Y ij = Es la variable respuesta medida en la i-ésima calidad y j-ésima fibra de alpaca (Diámetro de fibra, Coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, Factor de confort, Índice de curvatura y finura al hilado).

μ = Es la media general o constante común del modelo

Ci = Es el efecto del i-ésimo calidad (Superfina, Fina, Semifina y Gruesa)

eij = Es el error experimental.

Posteriormente se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de α ($p \leq 0.05$) que es igual al 95% de confiabilidad.

4.7.2 Análisis de varianza

Tabla 2. Análisis de varianza modelo experimental DCA.

FV	GL	SC	CM	Fc
Calidad de descordado	t-1	SC trat.	CM trat	CM trat/CM error
Error	T(r-1)	SC error	CM error	
Total	Tr-1	SC total		

4.7.3 Coeficiente de correlación lineal de Pearson

4.7.3.1 Covarianza

El numerador del coeficiente de correlación es la covarianza muestral S_{XY} entre X e Y, que nos indica si la posible relación entre dos variables es directa o inversa. Es una medida que nos habla de la variabilidad conjunta de dos variables cuantitativas.

$$S_{xy} = \frac{1}{n} \sum_i (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$$

Si valores altos (o bajos) de X tienden a asociarse con valores altos (o bajos) de Y, el producto de las desviaciones tenderá a ser positivo y la covarianza será positiva. Por el contrario, si valores altos de una variable se relacionan con valores bajos de la otra variable, el producto de las desviaciones tenderá a ser negativo y la covarianza será negativa.

El estimador muestral más utilizado para evaluar la asociación lineal entre dos variables X e Y es el coeficiente de correlación de Pearson (r). Se trata de un índice que mide si los puntos tienen tendencia a disponerse en una línea recta. Puede tomar valores entre -1 y +1.

Es un método estadístico paramétrico, ya que utiliza la media, la varianza y por tanto, requiere criterios de normalidad para las variables analizadas. Se define como la covarianza muestral entre X e Y dividida por el producto de las desviaciones típicas de cada variable:

$$r = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}$$

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Descripción de resultados antes y después del descordado

En la tabla N° 3, 4 y 5, se describen los resultados generales de las medidas obtenidas de las fibras sin descordar, las fibras descordadas por cada calidad y obteniendo la eficiencia del descordado, para cada característica tecnológica de la fibra de alpaca Huacaya color blanco; donde las medias generales de las fibras sin descordar fueron: la MDF $27.41 \pm 0.47 \mu\text{m}$, CV MDF $22.29 \pm 0.36 \%$, FC $71.97 \pm 2.36 \%$, FH $27.04 \pm 0.48 \mu\text{m}$ e IC $27.67 \pm 0.54^\circ/\text{mm}$ respectivamente; luego las medias de las fibras descordadas a mano fueron: la MDF $21.71 \pm 0.40 \mu\text{m}$, CV MDF $20.57 \pm 0.23\%$, FC $91.97 \pm 1.43 \%$, FH $21.07 \pm 0.38 \mu\text{m}$ e IC $46.82 \pm 0.85^\circ/\text{mm}$ respectivamente; finalmente la eficiencia fue: MDF $-5.70 \pm 0.43 \mu\text{m}$, CV MDF $-1.72 \pm 0.45\%$, FC $20 \pm 2.16\%$, FH $-5.97 \pm 0.40 \mu\text{m}$ e IC $19.16 \pm 1.05^\circ/\text{mm}$ para cuatro calidades de fibra, basada la categorización de Frank (28).

Tabla 3. Resultado de la fibra sin descender por calidad sobre CTFA

Fibra sin descender	N°	MDF (μm) ±E.E.	CVMDF (%) ±E.E.	FC (%) ±E.E.	FH (μm) ±E.E.	IC (°/mm) ±E.E.
Súper fina	6	20.43±0.55	22.45±0.20	96.72±0.59	20.08±0.51	32.22±2.61
Fina	19	23.63±0.19	21.30±0.41	91.56±0.52	23.06±0.17	28.97±1.00
Semifina	40	27.30±0.25	22.22±0.50	74.36±1.71	26.90±0.29	27.29±0.61
Gruesa	20	33.33±0.65	23.33±1.09	41.15±3.64	33.21±0.66	25.82±1.39
Media general	85	27.41±0.47	22.29±0.36	71.97±2.36	27.04±0.48	27.67±0.54

Tabla 4. Resultado de la fibra descordado por calidad sobre CTFA.

Fibra descordada	N°	MDF (μm) ±E.E.	CVMDF (%) ±E.E.	FC (%) ±E.E.	FH (μm) ±E.E.	IC (°/mm) ±E.E.
Súper fina	6	18.27±0.70	20.03±1.31	99.43±0.13	17.65±0.57	53.32±1.83
Fina	19	20.32±0.48	20.29±0.59	96.93±0.59	19.82±0.48	48.49±1.78
Semifina	40	21.31±0.44	21.00±0.30	94.44±0.91	20.72±0.41	46.84±1.07
Gruesa	20	24.85±1.08	20.15±0.37	80.08±4.95	23.97±1.02	43.27±1.85
Media general	85	21.71±0.40	20.57±0.23	91.97±1.43	21.07±0.38	46.82±0.82

Tabla 5. Resultado de la eficiencia al descordado de fibra de alpaca por calidad sobre CTFA.

Eficiencia	N°	MDF (μm) ±E.E.	CVMDF (%) ±E.E.	FC (%) ±E.E.	FH (μm) ±E.E.	IC (°/mm) ±E.E.
Súper fina	6	-2.17±0.51	-2.42±1.29	2.72±0.53	-2.43±0.48	21.10±3.69
Fina	19	-3.31±0.49	-1.01±0.73	5.36±0.80	-3.24±0.55	19.52±1.72
Semifina	40	-5.99±0.47	-1.22±0.59	20.08±1.77	-6.17±0.45	19.55±1.38
Gruesa	20	-8.49±1.18	-3.19±1.23	38.93±6.29	-9.24±0.91	17.45±2.97
Media general	85	-5.70±0.43	-1.72±0.45	20.00±2.16	-5.97±0.40	19.16±1.05

5.1.2 Análisis de varianza de la eficiencia del descerado sobre las características tecnológicas de fibra de alpaca.

Los datos de eficiencia del descerado de MDF, FH e IC fueron transformados a raíz cuadrada, los datos de CVMDF fue transformado a dato angular, con dicha transformación se confirmó la normalidad y homogeneidad de varianzas recomendado por Motgomery (50), y finalmente los datos de FC, se analizaron en un análisis no paramétrico Kruscal Wallis por no cumplir la normalidad y homogeneidad de varianzas.

En la tabla 6, se observa el análisis de la eficiencia del descerado para la MDF, este resultado muestra un efecto significativo en la categorización de la fibra según calidad ($p \leq 0.01$) con un CV transformada para MDF de 34.11%.

El análisis de la eficiencia del descerado para CVMDF, se observa que el efecto calidad no influye sobre el coeficiente de variación ($p \geq 0.05$); obteniéndose un CV transformado de 46.96%.

El análisis de varianza no paramétrica de Kruscal Wallis para la eficiencia del FC, muestra un efecto significativo de las calidades de acuerdo al diámetro ($p \leq 0.01$), resultando una media general de 20.00%.

El análisis de varianza de la eficiencia del descerado para FH, se aprecia el efecto significativo de las calidades ($p \leq 0.01$), con un CV transformado de 29.53%.

El análisis de varianza de la eficiencia del descerado para el IC, nos indican que la calidad no influye ($p \geq 0.05$) además se obtuvo un CV transformado de 31.02%.

Tabla 6. Análisis de varianza de la eficiencia del descordado sobre las características tecnológicas de fibra de Alpaca de raza Huacaya color blanco.

	MDF (μm)	CVMDF (%)	FC (%)	FH (μm)	IC ($^{\circ}/\text{mm}$)
GL	3	3	3	3	3
CV(%) trasformado	34.11	46.96	-	29.53	31.02
C V (%) real	66.06	>100.00	99.37	62.35	50.38
promedio general	-5.70	-1.72	20.00	-5.97	19.16
	2.23	9.55	-	2.30	4.18
significancia	**	N.S	**	**	N.S

5.1.3 Comparación múltiple de medias de Tukey de la eficiencia del descordado por calidad sobre las características tecnologías de fibra de alpaca.

En la tabla N° 7, observamos los resultados obtenidos mediante la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) donde la eficiencia al descordado para la MDF, fue significativo donde la media de la calidad gruesa ($\geq 30 \mu\text{m}$) fue $-8.49 \pm 1.18 \mu\text{m}$ de diferencia considerable a la eficiencia del descordado, seguido por la semifina (25.00 a $29.9 \mu\text{m}$) con una media de $-5.99 \pm 0.47 \mu\text{m}$ demostrándose que son estadísticamente iguales; a estas medias le prosigue la calidad fina (22.00 a $24.9 \mu\text{m}$) con una media a la eficiencia del descordado de $-3.31 \pm 0.49 \mu\text{m}$; finalmente la superfina ($\leq 21.9 \mu\text{m}$) de $-2.17 \pm 0.51 \mu\text{m}$, con una diferencia ligera siendo estas dos últimas calidades estadísticamente iguales. A comparación de la calidad gruesa y la superfina estas medias son estadísticamente diferente a la eficiencia del descordado con valores de -8.49 ± 1.18 y $-2.17 \pm 0.51 \mu\text{m}$ respectivamente.

Por otro lado para el CVMDF, se muestra las medias de la calidad gruesa de -3.19 ± 1.23 , semifina -1.22 ± 0.59 , fina -1.01 ± 0.73 y superfina $-2.42 \pm 1.29\%$ respectivamente, estas diferencias de medias son estadísticamente iguales

los valores de eficiencia están influidos por la percepción visual del descordador, lo que conlleva que los valores se homogenizan a una constante donde el descordador lo considere fino.

Respecto a la comparación no paramétrica de medias de Kruskal Wallis, para la eficiencia al descordado para el FC, se aprecia que la calidad gruesa fue 38.92% y semifina fue 20.08% respectivamente estas medias resultan estadísticamente iguales. También las medias de las calidades fina fue 5.36% y superfina fue 2.72% se incrementan en mínima proporción, siendo estas medias estadísticamente iguales, además se muestra que la calidades gruesa y semifina a comparación de fina y superfina son estadísticamente diferentes.

La comparación de medias de Tukey para la eficiencia de FH, muestra que la calidad gruesa con una media de $-9.24 \pm 0.91 \mu\text{m}$ y semifina con $-6.17 \pm 0.45 \mu\text{m}$ de reducción; estas diferencias son estadísticamente iguales, además la media para fina fue $-3.24 \pm 0.55 \mu\text{m}$ y superfina fue $-2.43 \pm 0.48 \mu\text{m}$, estas medias son estadísticamente iguales y por otro lado también se muestra las calidad gruesas y semifina a comparación de la fina y superfina son estadísticamente diferentes.

Por último observamos la comparación media de Tukey resultado para eficiencia al descordado del IC, donde se muestra el incremento de la calidad gruesa con una media $17.45 \pm 2.97 \text{ }^\circ/\text{mm}$, y semifina con $19.55 \pm 1.38 \text{ }^\circ/\text{mm}$, fina con $19.52 \pm 1.72 \text{ }^\circ/\text{mm}$, y superfina con $21.10 \pm 3.69 \text{ }^\circ/\text{mm}$ siendo estas medias estadísticamente iguales.

Tabla 7. Prueba de comparación de medias de Tukey de la eficiencia del descordado por calidad de las características tecnológicas de fibra de alpaca.

Calidad	N°	MDF (μm) $\pm\text{E.E.}$	CVMDF (%) $\pm\text{E.E.}$	FC (%) $\pm\text{E.E.}$	FH (μm) $\pm\text{E.E.}$	IC ($^{\circ}/\text{mm}$) $\pm\text{E.E.}$
Gruesa	20	-8.49 ^a $\pm$ 1.18	-3.19 ^a $\pm$ 1.23	38.93 ^a $\pm$ 6.29	-9.24 ^a $\pm$ 0.91	17.45 ^a $\pm$ 2.97
Semifina	40	-5.99 ^{ab} $\pm$ 0.47	-1.22 ^a $\pm$ 0.59	20.08 ^a $\pm$ 1.77	-6.17 ^a $\pm$ 0.45	19.55 ^a $\pm$ 1.38
Fina	19	-3.31 ^{bc} $\pm$ 0.49	-1.01 ^a $\pm$ 0.73	5.36 ^b $\pm$ 0.80	-3.24 ^b $\pm$ 0.55	19.52 ^a $\pm$ 1.72
Súper fina	6	-2.17 ^c $\pm$ 0.51	-2.42 ^a $\pm$ 1.29	2.72 ^b $\pm$ 0.53	-2.43 ^b $\pm$ 0.48	21.10 ^a $\pm$ 3.69

5.1.4 Correlación de Pearson para la eficiencia del descordado entre las características tecnológicas de la fibra de alpaca

En la tabla 8, se muestran coeficiente de correlación de Pearson para las características tecnológicas de la fibra de alpaca expresado en valores de eficiencia, se puede observar que hay una alta correlación positiva entre MDF con FH, cuyo valor es 0.96 ($p \leq 0.01$), también se observa la correlación alta negativa entre MDF con FC cuyo valor es -0.88 ($p \leq 0.01$), así mismo una correlación alta negativa entre FC con FH cuyo valor es -0.85 ($p \leq 0.01$) y por último se observa una correlación media negativa entre MDF con IC cuyo valor es -0.61 ($p \leq 0.01$).

Tabla 8. Correlaciones de Pearson de la eficiencia del descordado sobre las características tecnológicas de la fibra de alpaca.

	MDF (μm)	CVMDF (%)	FC (%)	FH (μm)	IC ($^{\circ}/\text{mm}$)
MDF (μm)	-	**	**	**	**
CVMDF (%)	-0.29	-	*	NS	**
FC (%)	-0.88	0.24	-	**	**
FH (μm)	0.96	-0.02	-0.85	-	**
IC ($^{\circ}/\text{mm}$)	-0.61	0.44	0.42	-0.49	-

En la figura 7, se observa la relación que existe entre la MDF con FC, con una correlación negativa alta, esto quiere decir a mayor eficiencia en la reducción del diámetro de fibra el factor de confort tiende a aumentar, esto significa que al someter al descordado la fibra de alpaca se vuelve más comfortable.

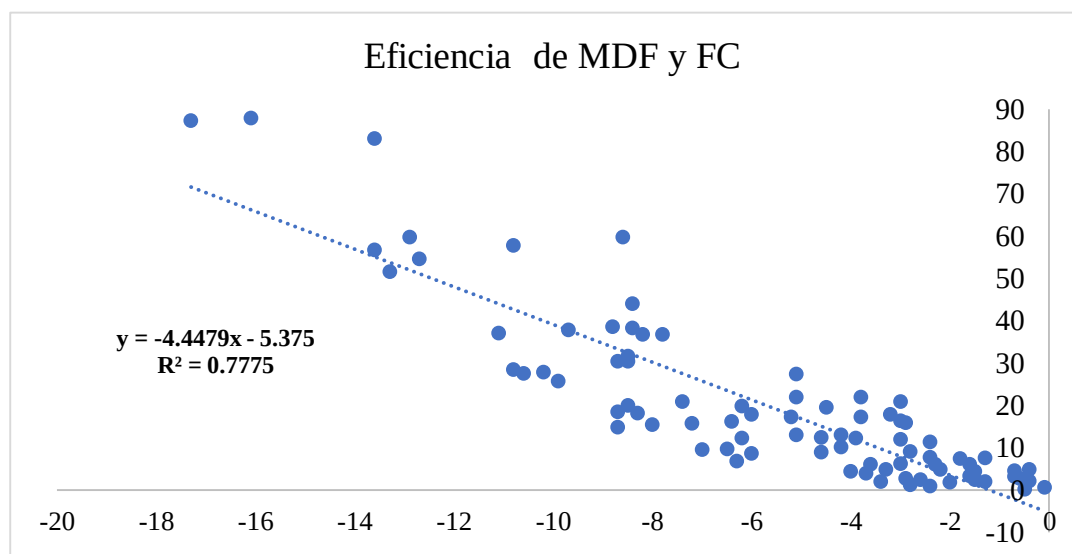


Figura 7. Relación que existe entre el MDF con FC, de la eficiencia del descordado.

En la figura 8, se muestra la dispersión de la eficiencia de la MDF con FH, mostrando una correlación positiva, esto quiere decir al disminuir la MDF los valores de FH también disminuyen.

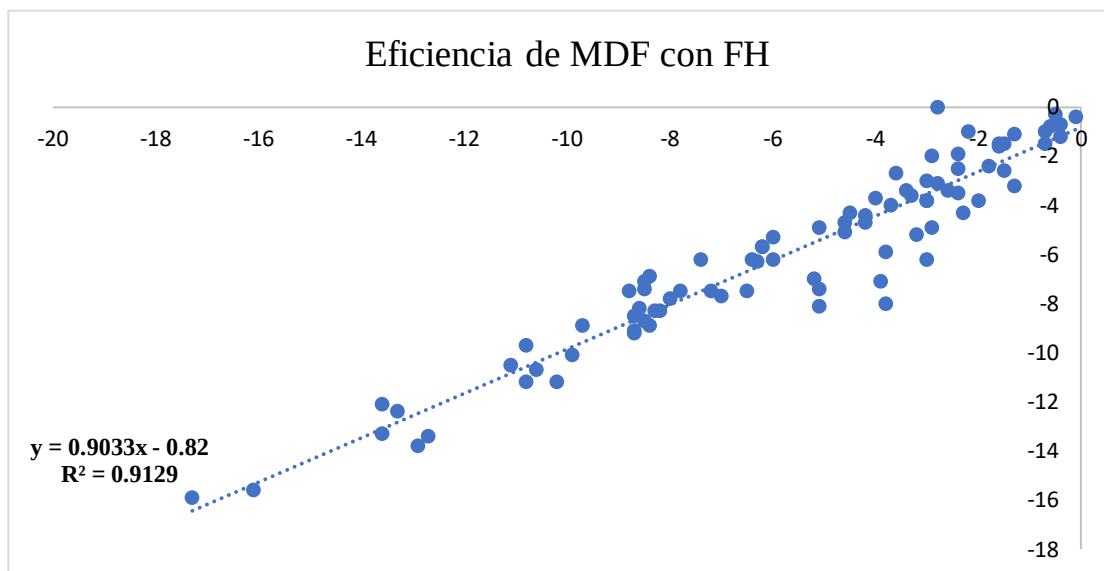


Figura 8. Relación que existe entre el MDF con FH, de la eficiencia del descordado.

En la figura 9, se observa la relación entre FC con FH, donde se observa una correlación negativa alta, esto quiere decir al aumentar los valores de la eficiencia del descordado del FC los valores del FH disminuye.

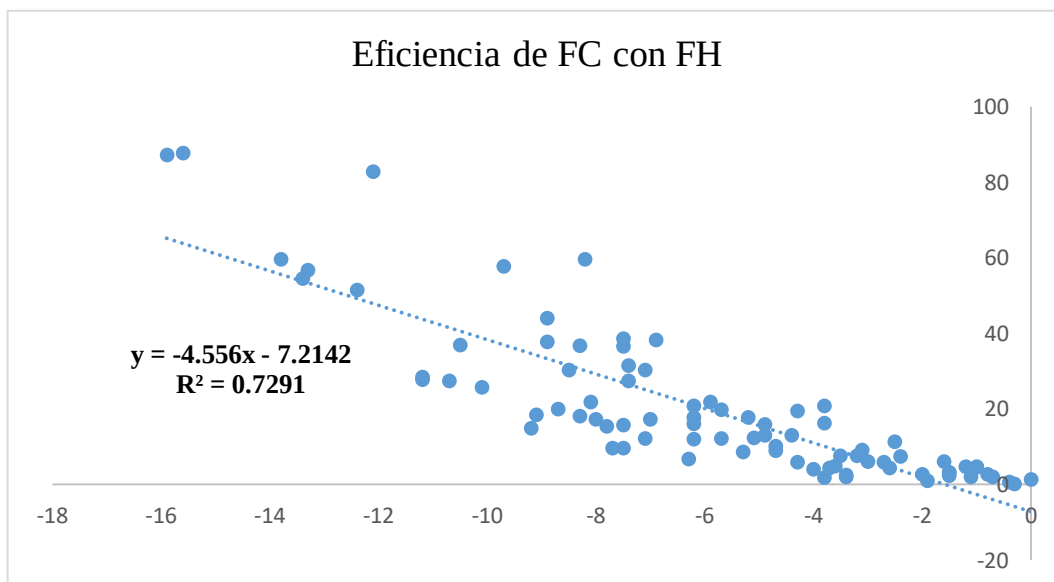


Figura 9. Relación que existe entre el FC con FH, de la eficiencia del descordado.

En la figura 10, se muestra la dispersión entre la MDF con IC, donde se observa una correlación negativa moderada, esto nos indica que los valores de la eficiencia del descordado de la MDF disminuyen lo cual hace que los valores de la eficiencia del descordado de IC aumente moderadamente.

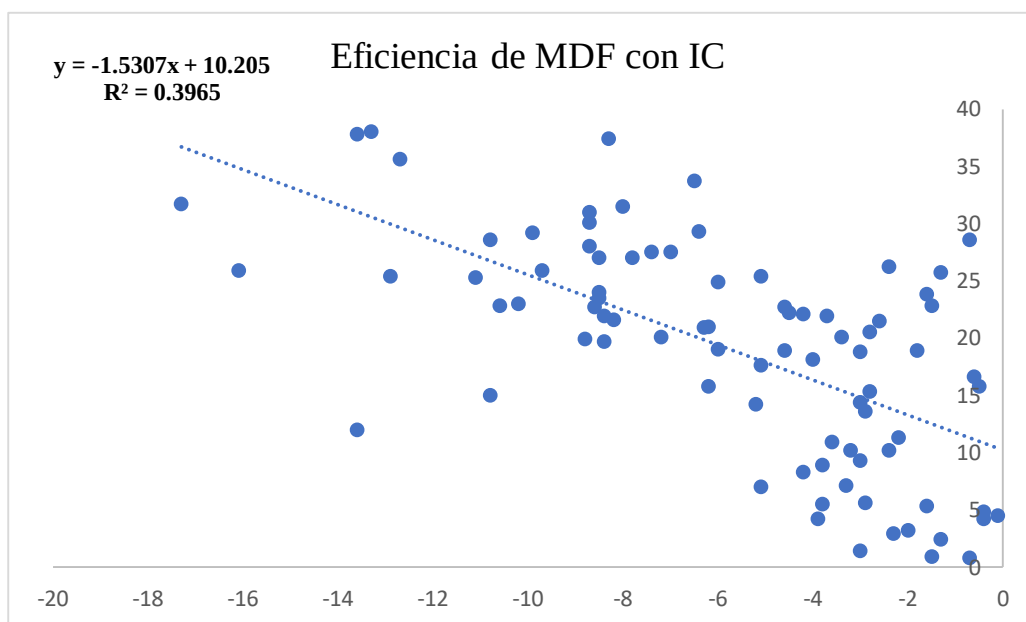


Figura 10. Relación que existe entre el MDF con IC, de la eficiencia del descordado.

5.2 Discusión de resultados

5.2.1 Eficiencia de la MDF

Los resultados de la eficiencia del descordado de la calidad gruesa ($\geq 30 \mu\text{m}$), la media fue $-8.49 \mu\text{m}$, este resultado es superior a $-1.6 \mu\text{m}$ reportado por Wang L (21), esta diferencia se debe que el autor utilizó una máquina para descordar. La calidad semifina (25.0 a $29.9 \mu\text{m}$), con una media de $-5.99 \mu\text{m}$, este resultado también fue superior al reporte de Wang L (21), con $-1.3 \mu\text{m}$. la calidad fina (22 a $24.9 \mu\text{m}$) con una media $-3.31 \mu\text{m}$ de eficiencia este resultado es ligeramente superior a lo reportado por Wang L (21), que reporta $1.3 \mu\text{m}$ en alpacas, y Laime (20), en llamas chaku categoría adulto encontró una media de $-0.8 \mu\text{m}$, para la calidad superfina (≤ 21.9), con una media de $-2.17 \mu\text{m}$, este resultado es ligeramente superior a lo reportado por Laime (20), en fibras de llama chaku de la clase juvenil con $-0.06 \mu\text{m}$, se puede decir que a medida que la fibra es más fina la eficiencia del descordado disminuye notablemente.

5.2.2 Eficiencia del CVMDF

La eficiencia del descordado para la calidad, gruesa tiene una reducción de -3.19% , siendo similar a lo reportado por Wang L (21), que fue de 1.5% , Seguida por calidad superfina -2.42% , este resultado es similar a lo reportado por Laime (20) con -1.6% . Mientras la calidad semifina con -1.22% , este resultado es inferior a lo reportado por Wang L (21) con 2.3% . Mientras la calidad Fina resultó con un valor de -1.01% también este resultado es inferior a 2.5% reportado por Wang L (21).

5.2.3 Eficiencia del FC

La calidad gruesa con respecto al factor de confort tiene un promedio de 38.92%, este resultado es muy distante a lo reportado por Wang L (21), con 2.6% seguida por la calidad semifina con un aumento de 20.08%, este resultado es muy distante a lo reportado por Wang L (21), con 6.6%. Mientras la calidad fina con un aumento de 5.36% este resultado es similar a lo reportado por Wang L (21), con 4.7% en alpacas Australianas y la calidad superfina 2.72% este resultado es similar a lo reportado por Laime (20) en fibras de llamas Chaku juvenil ,con 2.3%.

5.2.4 Eficiencia de FH

La reducción para la calidad fina fue $-3.24\ \mu\text{m}$ este resultado es similar a lo reportado por Laime (20) en llamas Chaku de clase adulto con $-1.2\ \mu\text{m}$ y la calidad superfina $-2.43\ \mu\text{m}$ ligeramente mayor a lo reportado por Laime (20), en llamas de la clase juvenil con $-0,9\ \mu\text{m}$, en la actualidad se tiene por información bibliográfica en lo que es el descerado de fibra de alpaca por calidades.

5.2.5 Eficiencia del IC

La calidad superfina tiene un aumento ligero de $21.10^\circ/\text{mm}$, este resultado es muy distante a lo reportado por Laime (20), en llamas Chaku clase juvenil con $4.6^\circ/\text{mm}$, seguidamente la calidad fina con $19.52^\circ/\text{mm}$, este resultado es muy distante a lo reportado por Wang L (21), con $3.6^\circ/\text{mm}$. Mientras la calidad semifina con $19.55^\circ/\text{mm}$ este resultado es muy distante a lo reportado por Wang L (21), con $3.1^\circ/\text{mm}$. Por último la calidad gruesa de $17.45^\circ/\text{mm}$ también resulta muy distante a lo reportado por Wang L (21), con $3,9^\circ/\text{mm}$, las diferencias entre investigaciones se debe a que el autor uso una máquina de descerderar.

5.2.6 Coeficiente de correlación de Pearson respecto a la eficiencia del descordado para las características tecnológicas de fibra de alpaca

Los coeficientes de correlación de Pearson, para las características tecnológicas de fibra de alpaca de raza Huacaya se encontró una correlación alta entre la MDF con FH cuyo valor es 0.96 ($p \leq 0.01$), este valor es ligeramente inferior a lo reporte por Vásquez (19); que es 0.99, en fibra de alpaca de raza Huacaya, por otro lado para MDF con FC cuyo valor es -0.88 ($p \leq 0.01$), también se observa una correlación ligeramente superior a comparación de la relación que encontrada por Vásquez (19), una correlación de -0.75, también una correlación alta entre FC con FH cuyo valor fue -0.85 ($p \leq 0.01$) mientras de Vásquez (19), fue -0.75 y se encontró para la correlación entre MDF con IC cuyo valor fue -0.61 ($p \leq 0.01$) obteniendo una relación moderada a lo encontrado por Vásquez (19) de -0.46.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los resultados indican que las calidades de fibra según a su finura influyen en la eficiencia del descordado de fibra de alpaca Huacaya de vellón blanco, en tres características: MDF, FC y FH, además el CVMDF se convierte en una constante según la percepción visual del descordador. Por lo cual se puede concluir que las calidades gruesa y semifina tienen una mayor eficiencia al descordado puesto que la mayor de sus fibras son gruesas y objetables a comparación de fina superfina tienen pocas fibras objetables y fibra gruesas.

También se concluye que la eficiencia del descordado para mejorar su calidad sobre las características tecnológicas de fibra de alpaca Huacaya de vellón blanco indica que la eficiencia al descordado de fibra tienen relaciones entre sus características como; el DMF con FC, FH e IC y también el FC está relacionado con FH, por último la FH está relacionado con IC.

6.2 Recomendaciones

- El descordado de fibra de alpaca según las cuatro calidades tomando el criterio de clasificación de diámetro de fibra en vellones enteros.
- Uso de máquinas de descordado para vellones enteros.
- Los productores alpaqueros deben clasificar la fibra según criterios de calidad, que ayudará a mejorar la venta de su materia prima debido a que la industria textil requiere fibra fina.
- Las fibras objetables se deben reusar para otro tipo de tejidos artesanales como sombreros, carteras, alfombras.
- Construcción de una planta procesadora de fibra de alpaca y adquisición e implementación de máquinas de descordar y otros equipos que ayudan a mejorar la calidad de vellones de alpaca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INEI. El Instituto Nacional de Estadística. Presentación. Resultados Definitivos IV Censo Nacional Agropecuario <http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/#>. 2012;18.
2. Boletín (Sumaq Alpaca). Situación de la Alpaca en el Perú. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, (MINAGRI). 2018;2.
3. Ramos De la Riva V. A. Características Fenotípicas de la Fibra de Alpaca Huacaya en la Región Apurímac. Universidad Nacional del Altiplano Puno; 2018.
4. Quispe PEC, Rodríguez TC, Iñiguez LR, Mueller JP. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. Anim Genet Resour Inf. 2009;45:2–3.
5. Cordero FA, Contreras PJ, Mayhua MP, Jurado ME, Castrejón VM. Correlaciones Fenotípicas entre Características Productivas en Alpacas Huacaya. Rev Investig Vet del Peru. 2011;22(1):15–21.
6. Frank EN. Producción de Fibra en Camélidos Sudamericanos . Avances en su Procesamiento y Mejoramiento Genético. Vol. 19, Sitio Argentino de Producción Animal. 2011.
7. Hick VHM, Frack EN. Comercialización de Fibras de Camélidos Sudamericanos. Ser Doc SUPPRAD (Sustentabilidad Productiva y Promoción Áreas Desfavorables)- Univ Católica Córdoba [Internet]. 2017;5:3–4. Available from: autor:%0ADr. Med. Vet. Eduardo N. Frank frank.agro@ucc.edu.ar%0A<http://www.uccor.edu.ar/sites/supprad/> Red SUPPRAD - Universidad Católica de Córdoba
8. Quispe PEC, Poma GAG, McGregor BA, Bartolomé FJ. Effect of genotype and sex on fiber growth rate of alpacas for their first year of fleece production. Arch Med Vet. 2014;46(1):151–5.
9. Torres, Zúñiga D, Lencinas, S M, Cáceres, C Y. Gestión Sostenible de los Camélidos,Tecnología y valor agregado en la crianza campesina. In: DESCO (Centro de Estudios Promoción del Desarrollo),Journal of Chemical Information and Modeling. CAMELTEC. www.desco.org.pe; www.descosur.org.pe; 2011. p. 61.
10. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Situación Actual de los Camélidos Sudamericanos en Perú. In: Proyecto de Cooperación

Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914 [Internet]. 2015. p. 14–33. Available from: <file:///C:/Users/HP/Downloads/41413-56786-2-PB.pdf%0Ahttp://infoalpacos.com.pe/wp-content/uploads/2016/08/Perfil-de-fibra.pdf>

11. Brenes ER, Madrigal K, Pérez F, Valladares K. El Cluster de los Camélidos en Perú: Diagnóstico Competitivo y Recomendaciones Estratégicas. Inst Centroam Adm Empres INCAE. 2001;16.
12. Mamani PJ. Producción de Camélidos Sudamericanos. Universida. Facultad de Ciencias Agrarias., editor. Escuela Profesional de Ingenieria Agronomica.; 2012. 4–18 p.
13. Pinto J, Chris E, Martin E, Carmen, Cid v. MD. Camélidos Sudamericanos: Clasificación, Origen, Características. Rev Complut Ciencias Vet [Internet]. 2010;4(1):24–7. Available from: <http://www.ucm.es/BUCM/revistasBUC/portal/modulos.php?name=Revistas2&id=RCCV&col=1>
14. Frank EN, Hick MVH, Adot O. Determination of dehairing , carding , combing and spinning difference from Lama type of fleeces. Int J Appl Sci Technol [Internet]. 2012;2(1):61–70. Available from: SUPPRAD2 Program, Catholic University of Córdoba, Argentina b.- SUPPRAD Program. Habitat Foundation, Buenos Aires, Argentina%0AAbstract.
15. Frank EN, Hick MVH, Gauna CD, Lamas HE, Renieri C, Antonini M. Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas) &. Small Rumin Res Res. 2006;61:113–29.
16. Frank EN, Hick MVH. Curso sobre Análisis de Fibra de Camélidos Sudamericanos. In: INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), editor. Programa SUPPRAD (Sustentabilidad Productiva y Promoción de Areas Desfavorables) Univ Cat de Córdoba Argentina Univ Nacional de La Rioja, Argentina [Internet]. 2016. p. 3–34. Available from: Programa SUPPRAD.%0AUniv. Cat. de Córdoba. Argentina Univ. Nacional de La Rioja, Argentina
17. Arango QSJ. S. Variación del Factort en Vellones de Alpaca Huacaya con Relación al sexo y edad. Universidad Nacional Agraria la Molina; 2016.



18. Quispe CJE, Herrera MT, Apaza ZE, Clavetea QL, Maquera MZ. Características Tecnológicas de la Fibra de Vicuñas en Semicautiverio de la Multicomunal Picotani - Región Puno. Rev Investig Vet del Perú [Internet]. 2018 May 31 [cited 2019 Oct 1];29(2):522.Availablefrom:
<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/14475>
19. Vásquez OR, Gomez QOE, Quispe PEC. Características Tecnológicas de la Fibra Blanca de Alpaca Huacaya en la Zona Altoandina de Apurímac. Rev Inv Vet del Perú. 2015;(June):2–11.
20. Laime HF de M, Pinares HR, Paucara O V., Machaca M V., Quispe, P EC. Características Tecnológicas de la Fibra de Llama (Lama glama) Chaku antes y después de Descerdar. Rev Investig Veternarias del Perú, RIVEP. 2016;209–17.
21. Wang L, Singh A, Wang X. Dehairing Australian alpaca fibres with a cashmere dehairing machine. J Text Inst. 2008;99(6):539–44.
22. Wheeler., Jane C. Evolution and present situation of the South American Camelidae. Biol J Linn Soc. 1995;54(3):271–95.
23. Kingdom U, Marín JC, Zapata B, González BA, Bonacic C, Wheeler JC, et al. Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromosómica y molecular. Rev Chil Hist Nat [Internet]. 2007;80(2):121–40. Available from:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2007000200001&lng=en&nrm=iso&tlng=en
24. Chávez MLR. Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Empresa Productora y Comercializadora de prendas tejidas en hilado de Fibra de Alpaca en la Región Arequipa. CLUSTER Textil Alpaquero Arequipa; 2001.
25. Carpio VFE. La Cadena de Valor para Optimizar la Producción de Fibra de Alpaca en la empresa SAIS Sollocota LTDA.nº5-Perú. Univ Nac San Agustín - Perú. 2017;4(3):12.
26. Saldaña PLN. Categorización, Clasificación y Procesamiento Industrial de la Fibra de Alpaca. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, FACULTAD DE ZOOTECNIA; 2017.

27. Mueller J, Rigalt F, Cancino A, Lamas H. Calidad de las fibras de camélidos sudamericanos en Argentina. Inst Nac Tecnol Agropecu [Internet]. 2010;1–13. Available from: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-calidad_de_fibras_de_camelidos.pdf
28. Frank EN, Hick, M VH, Gauna CD, Lamas HE, Renieri C, Antonini M. Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas) &. 2006;61:113–29. Available from: SUPRAD
29. Quispe PEC, Poma GA, Purroy UA. Características Productivas Y Textiles De La Fibra De Alpacas De Raza Huacaya a Review of Huacaya Alpacas Fiber Traits. Rev Complut CienciasVet[Internet].2013;7(1):1–29.Available,from: <http://www.ucm.es/BUCM/revistasBUC/portal/modulos.php?name=Revistas2&id=RCCV&col=1>[http://dx.doi.org/10.1016/S1695-2688\(13\)70001-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1695-2688(13)70001-1)
30. Arias HKD. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Tesis. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac; 2018.
31. Elvira Mario. Presentación del instrumento de medición de finura OFDA 2000. Sitio Argentino Prod Anim Present Present. 2000;1–34.
32. Naylor GRS. Comfortable next-to-skin wool. CSIRO Text fibre Technol wool Text Technol Comf. 1992;3–4.
33. Lupton CJ, McColl A, Stobart RH. Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. Small Rumin Res. 2006;64(3):2–14.
34. Fish VE, Mahar TJ, Crook BJ. International Wool Textile Organisation. 1999;1:2–6.
35. Butler KL, Dolling M. Spinning Fineness for Wool. J Text Inst. 1995;86(1):164–5.
36. Taylor P, Butler KL, Dolling M. The Journal of The Textile Spinning Fineness for Wool Note Spinning Fineness for Wool. 2015;22–5.
37. Qi K, Lupton CJ, Pfeiffer FA, Minikhiem DL. Evaluation of the Optical Fibre Diameter Analyser (OFDA) for Measuring Fiber Diameter Parameters of Sheep and Goats. 1994;(92):1.



38. Department of Homeland Security U.S. Informed AN, Publication C, web site: <http://www.cbp.gov> 53. Classification of Fibers and Yarns under the HTSUS. 2009. p. 1–53.
39. Pinares HR, Quispe PEC. Evaluación de la variación de las características textiles al descordado en siete regiones de la fibra de llama (Lama glama) Ch ´ aku en Huancavelica Área : producción animal Asesor : PhD . Edgar Carlos Quispe Peña. 2013.
40. Wang X, Wang L, Xiu X. The Quality and Processing Performance of Alpaca Fibres A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Rural Ind Res Dev Corp [Internet]. 2003;(03):1–119. Available from: <https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/03-128.pdf>
41. Frank EN. Definición de fibra objetable. In: SUPRAD [Internet]. Universidad Nacional de la Rioja; 2016. p. 1. Available from: SUPPRAD(Sustentabilidad Productiva y Promoción de Areas Desfavorecidas), UNLaR(Universidad Nacional de la Rioja)
42. Seghetti F, Adot OG, Von NC. Tecnología de descordado para fibras de doble capa, AM-2 en el Instituto Nacinal de Tecnología Industrial. 2009;1.
43. De Boos AG, Naylor GR, Slota IJ, Stanton J. The Effect of the Diameter Characteristics of the Fibre Ends on the Skin Comfort and Handle of Knitted Wool Fabrics. Int Wool Text Organ. 2001;1.
44. Frank EN. Camélidos Sudamericanos. Producción de Fibra, Bases Físicas y Genéticas. 2008;28(2):2–4.
45. Marina Zoccola. Proyecto mejora de las economías regionales y desarrollo local. Union Euro. INTI, editor. 2014. 7–8 p.
46. Holt C. Basic fibre testing for Alpaca breeders. Alpacas Aust. 2007 Sep;(64):58.
47. Supo J. Cómo empezar una tesis. 1ra Edició. Bioestadístico EIRL, editor. www.bioestadistico.com; 2015. 1–70 p.
48. Supo J. Seminarios de Investigación Científica Sinopsis del libro 2012. Bioestadis. Metodologia de la Investigación científica para la Ciencia de la Salud. www.seminariosdeinvestigacion.com; 2012. 1–34 p.

49. Contenido R. OFDA2000 versión portátil. In: OFDA2000 Referencia Contenido del Manual. 2016. p. 3–5.
50. Montgomery DC. Design and Analysis of Experiments Eighth Edition. John Wiley. Wiley, editor. 2012. 17–75 p.
51. CONCYTEC (Concejo nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica). Foro Internacional sobre Avances en la Producción, Mejoramiento y Ttransformación de Fibras de Llamas, Alpacas y Vicuñas. In: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, editor. Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-09671; 2015. p. 1–72.



ANEXOS

Anexo 1. Panel de figuras



Figura 11. Muestreo de mecha de fibra de alpaca en el proceso de esquila.



Figura 12. Registro y evaluación de las muestras de fibra sucia en el laboratorio.



Figura 13. Preparado de agua en baño térmico a t 68°C y añadiendo detergente no enzimático al agua caliente (a), lavado de la muestras de fibra de alpaca (b) y secado de mechas de fibra (c).

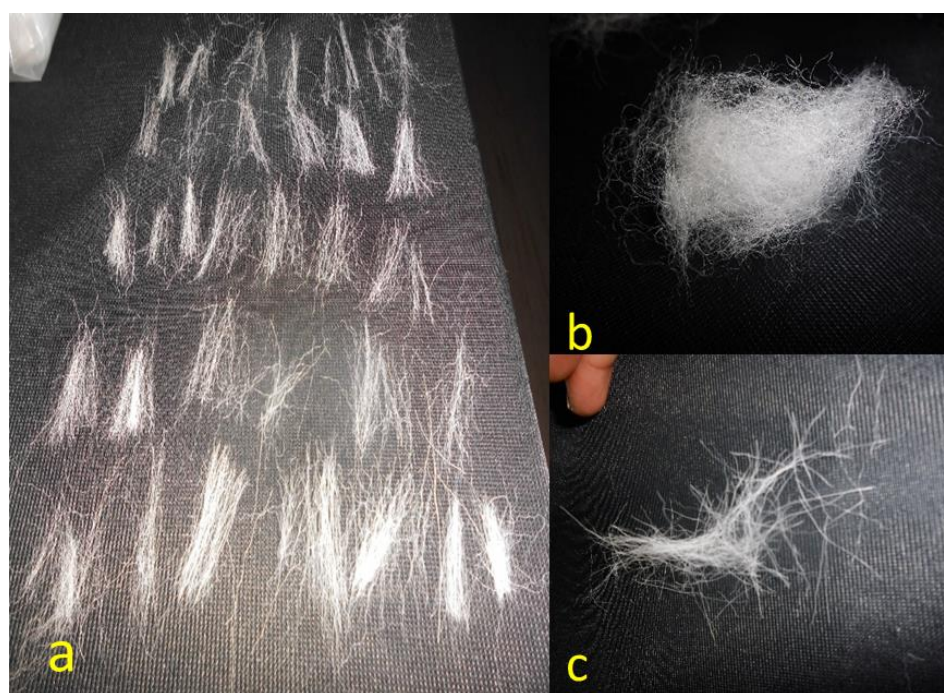


Figura 14. Medición con regla milimetrada (a), muestra para descender (b) y pesado de muestra en balanza analítica (c).

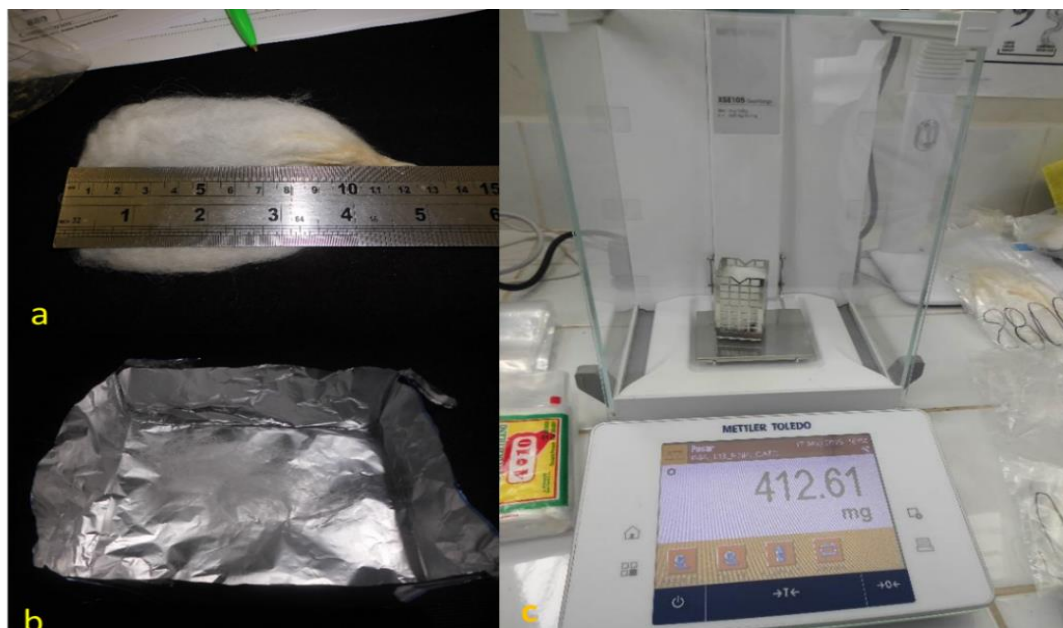


Figura 15. Fibra para descender (a), fibra depurada (b) y fibra objetable (c).



Figura 16. Evaluación de suavidad al tacto y embolsado de muestras lavadas.



Figura 17. Método snippets (a), dispersador de fibra (b), el sliden de 70 mm y guillotina para corte.



Figura 18. Análisis de fibra con el Equipo OFDA2000 (a) y registro del análisis fibra (b)

Anexo 2. Tablas de antecedentes

Tabla 9. Diámetro de fibra (μm) descordada de vicuñas según sexo y clase animal.

Factor	Nº	Promedio $\pm$ DE	CV (%)	Valores extremos
sexo				
Macho	48	12.755 $\pm$ 0.580 ^a	4.543	11.673 - 14.150
Hembra	48	12.719 $\pm$ 0.398 ^a	3.133	11.815 - 13.557
Clase				
Cría	32	12.359 $\pm$ 0.352 ^b	2.845	11.815 - 12.942
Juvenil	32	12.856 $\pm$ 0.442 ^a	3.437	11.673 - 13.557
Adulto	32	12.997 $\pm$ 0.447 ^a	3.439	12.229 - 14.150
Total	96	12.771 $\pm$ 0.516	4.543	11.673 - 14.150

Fuente: Quispe (18).

Tabla 10. Correlaciones de Pearson entre las características físicas de la fibra de alpaca Huacaya.

Variables ¹	MDF	FC	IC	FH
FC	-0.74891			
	<.0001			
IC	-0.46076	0.39484		
	<.0001	<.0001		
FH	0.99182	-0.75457	-0.47802	
	<.0001	<.0001	<.0001	
CVDF	-0.02818	-0.07941	-0.15921	0.08049
	0.5717	0.1106	0.0013	0.1058

Fuente: Vásquez (19).

Tabla 11. Promedio del efecto de clase (fibra sin descerदार y descerदार) y sexo sobre las características tecnológicas de la fibra de llama Chaku antes y después del descerदार.

	N°	MDF (μm)	CV MDF (%)	FC (%)	IC ($^{\circ}/\text{mm}$)	FH (μm)
Fibra sin descerदार						
Clase		*	n.s	*	n.s	*
Juvenil	113	21.9 ^b $\pm$ 0.3	22.2 ^a $\pm$ 0.3	93.3 ^a $\pm$ 2.1	37.2 ^a $\pm$ 0.8	21.6 ^a $\pm$ 0.3
Adulto	114	23.1 ^a $\pm$ 0.4	22.1 ^a $\pm$ 0.3	90.5 ^b $\pm$ 2.4	38.3 ^a $\pm$ 0.7	22.7 ^b $\pm$ 0.4
Sexo		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Macho	112	22.5 ^a $\pm$ 0.3	22.3 ^a $\pm$ 0.3	92.0 ^a $\pm$ 2.4	37.7 ^a $\pm$ 0.8	22.2 ^a $\pm$ 0.4
Hembra	115	22.5 ^a $\pm$ 0.4	22.0 ^a $\pm$ 0.2	91.9 ^a $\pm$ 2.2	37.9 ^a $\pm$ 0.8	22.1 ^a $\pm$ 0.4
Fibra descerदार						
Clase		*	*	*	n.s	*
Juvenil	113	21.3 ^b $\pm$ 0.3	20.6 ^a $\pm$ 0.2	95.6 ^a $\pm$ 2.1	41.8 ^a $\pm$ 0.9	20.7 ^a $\pm$ 0.3
Adulto	114	22.3 ^a $\pm$ 0.3	20.1 ^b $\pm$ 0.2	93.5 ^b $\pm$ 2.3	43.0 ^a $\pm$ 0.8	21.5 ^b $\pm$ 0.3
Sexo		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Macho	112	21.7 ^a $\pm$ 0.3	20.4 ^a $\pm$ 0.2	94.8 ^a $\pm$ 2.3	41.6 ^a $\pm$ 0.8	21.0 ^a $\pm$ 0.3
Hembra	115	21.9 ^a $\pm$ 0.3	20.3 ^a $\pm$ 0.2	94.4 ^a $\pm$ 2.2	43.3 ^a $\pm$ 0.8	21.2 ^a $\pm$ 0.3
Juvenil eficiencia		-0.6	-1.6	2.3	4.6	-0.9
Adulto eficiencia		-0.8	-2	3	4.7	-1.2
Media		-0.70	-1.80	2.65	4.65	-1.05

Fuente: Laime (20).

Tabla 12. Efectos del descerदार sobre la calidad de la fibra obtenida de Camélidos Sudamericanos y cabras criolla Patagónica.

Tipo de Fibra	FG (%)	EE (%)	LFF	EE	DMFF	EE	DFT	EE
Alpaca	-36.57	11.3b	-54.38	4.45a	0.61	1.5a	15.2	c
Cabra	-95.26	23.1a	-50.01	8.9a	-8.84	1.9a	-54.9	a
Guanaco	-74.59	19.1a	-20.15	7.7b	4.8	3.5a	1.28	c
Llama	-44.62	7.8b	-53.05	3.04a	-27	0.3a	-7.22	b

Fuente: Frank (6).

Tabla 13. Resultados de OFDA para el descordado de fibras de alpaca.

Fibre Lot	Sample	MFD (μm)	CVD (%)	%AE30	Av (°/mm)	Cur
Medium (media)		-1.3	-2.5	-4.7	3.6	
	Raw fibre (fibra sucia)	23.3	28.8	12.2	36.7	
	Removed fibre (fibra eliminado)	48.5	34.4	83.2	17.8	
	Dehaired fibre (fibra descordada)	22	26.3	7.5	40.3	
Strong (gruesa)	% reducido	-1.6	-2.3	-6.6	3.1	
	Raw fibre (fibra sucia)	26.6	27.9	27.5	34.9	
	Removed fibre (fibra eliminado)	29.3	33.5	41.7	34.2	
	Dehaired fibre (fibra descordada)	25	25.6	20.9	38	
Extra Strong (Extra gruesa)		-1.5	-1.5	-2.6	3.9	
	Raw fibre (fibra sucia)	31.7	35	44.7	25.6	
	Removed fibre (fibra eliminado)	43.7	33.2	80.1	18.8	
	Dehaired fibre (fibra descordada)	30.2	33.5	42.1	29.5	
	% reducido	-4.7	-4.3	-5.8	15.2	
Media general		-1.47	-2.10	-4.63	3.53	

Fuente: Wang L. (21).

Anexo 3. Resultados de procedimientos estadísticos

Tabla 14. ANVA para la Eficiencia del MDF.

Fuente de Variabilidad	GL	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	Ft		Pr > F	Significancia
					0.05	0.01		
Calidad	3	15.39790553	5.13263518	8.87	2.72	4.03	<.0001	**
Error	81	46.85188783	0.57841837					
Total	84	62.24979336						

CV = 34.11

$\bar{X} = 2.23$

Tabla 15. Prueba de comparación de medias de Tukey para MDF.

Calidad	N°	media	grupo	mínimo	máximo
gruesa	20	-8.49	a	-17.30	-1.30
semifina	40	-5.99	ab	-10.80	-0.40
finas	19	-3.31	bc	-7.00	-0.10
superfina	6	-2.17	c	-3.40	-0.60

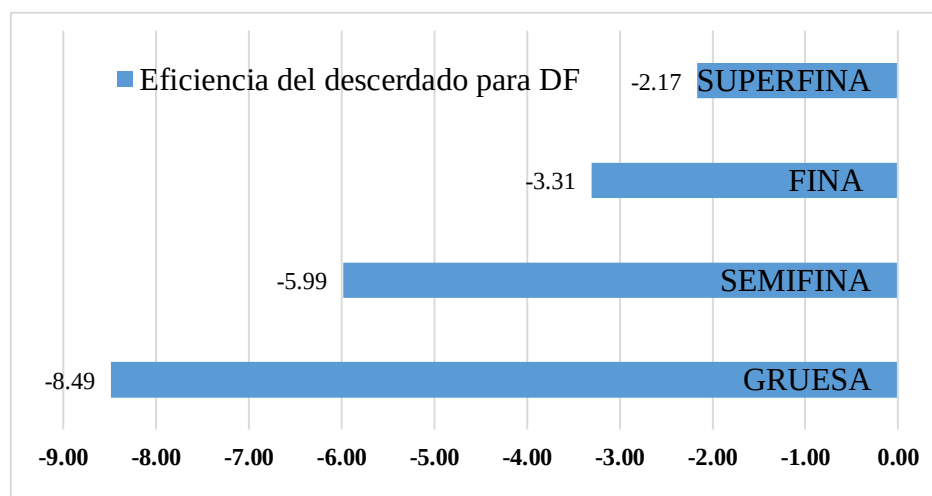


Figura 19. Diferencias numéricas para cada calidad de fibra a la eficiencia al descordado para el diámetro de fibra.

Tabla 16. ANVA para la eficiencia al descerchado sobre el CVMDF

Fuente de Variabilidad	GL	Sumas de Cuadrados	de Cuadrados Medios	F calculada	Ft			Significancia
					0.05	0.01	Pr > F	
Tratamientos	3	146.5763376	48.8587792	2.43	2.72	4.03	0.0711	N.S.
Error	81	1627.821857	20.096566					
Total	84	1774.398194						

CV = 46.96

 $\bar{X} = 9.55$ **Tabla 17.** Prueba de comparación de medias de Tukey para CVMDF

Calidades	Nº	media	grupo	mínimo	máximo
gruesa	20	-3.19	a	-14.40	4.40
superfina	6	-2.42	a	-6.20	2.90
semifina	40	-1.22	a	-10.50	5.60
fina	19	-1.01	a	-6.30	4.50

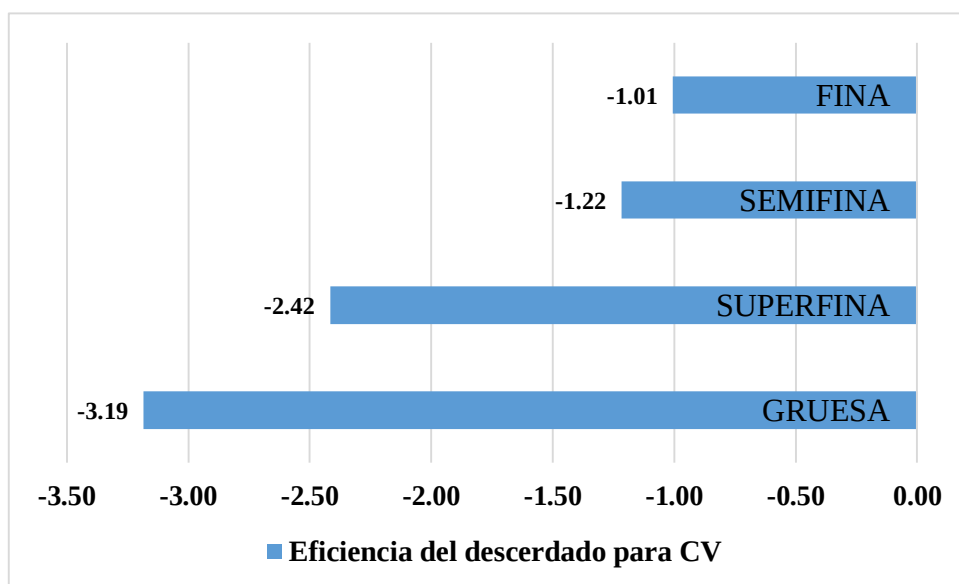
**Figura 20.** Eficiencia del descerchado para el coeficiente de variación media del diámetro de fibra.

Tabla 18. Análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis para la eficiencia al descordado para el FC.

Variable	Tratamiento	N°	Media	Desviación Estándar	Mediana	Promedio Rangos	GL	h	p	Significancia
factor de confort	fina	19	5.36	3.48	4.8	19.47	3	40.67	<.0001	**
	gruesa	20	38.92	28.15	37.8	59.95				
	semifina	40	20.08	11.17	18.05	50.54				
	superfina	6	2.72	1.3	2.6	10.75				

$$\bar{X} = 20.$$

Tabla 19. Comparación de medias de Kruskal Wallis para la eficiencia al descordado para el FC.

tratamiento	N°	media	ranks	ranks
gruesa	20	38.92	59.95	a
semifina	40	20.08	50.54	a
fina	19	5.36	19.47	b
superfina	6	2.72	10.75	b

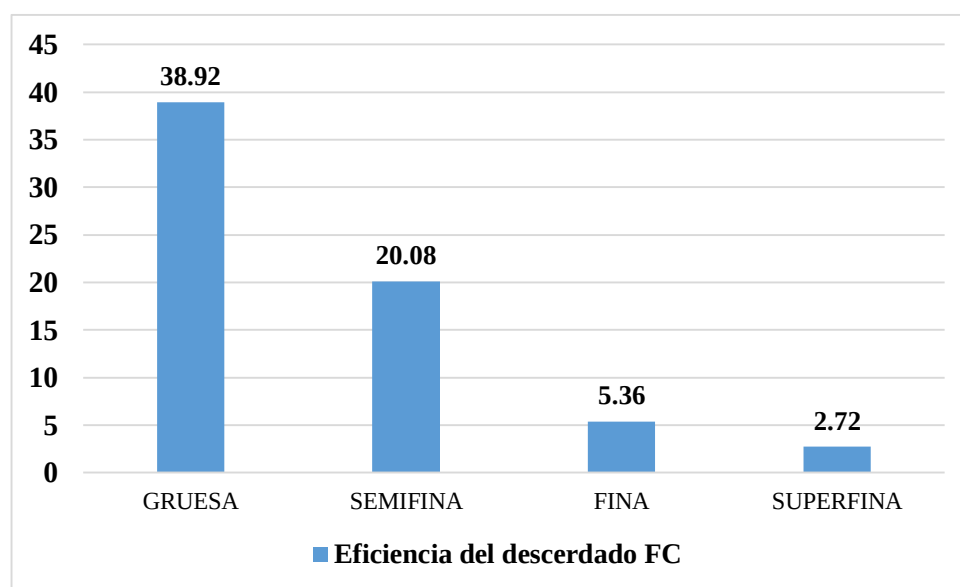


Figura 21. Eficiencia del descordado para el FC.

Tabla 20. ANVA para la eficiencia al descerchado para FH.

Fuente de Variabilidad	GL	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	Ft		Pr > F	Significancia
					0.05	0.01		
Tratamientos	3	21.13368173	7.04456058	15.28	2.72	4.03	<.0001	**
Error	81	37.34116491	0.46100204					
Total	84	58.47484663						

Fuente: Elaboración propia.

CV = 29.53

 $\bar{X} = 2.30$ **Tabla 21.** Prueba de comparación de medias de Tukey para FH.

tratamiento	Nº	media	grupo	mínimo	máximo
gruesa	20	-9.24	a	-15.90	-2.60
semifina	40	-6.17	a	-11.20	-0.70
fina	19	-3.24	b	-7.70	0.00
Súper fina	6	-2.43	b	-3.60	-0.80

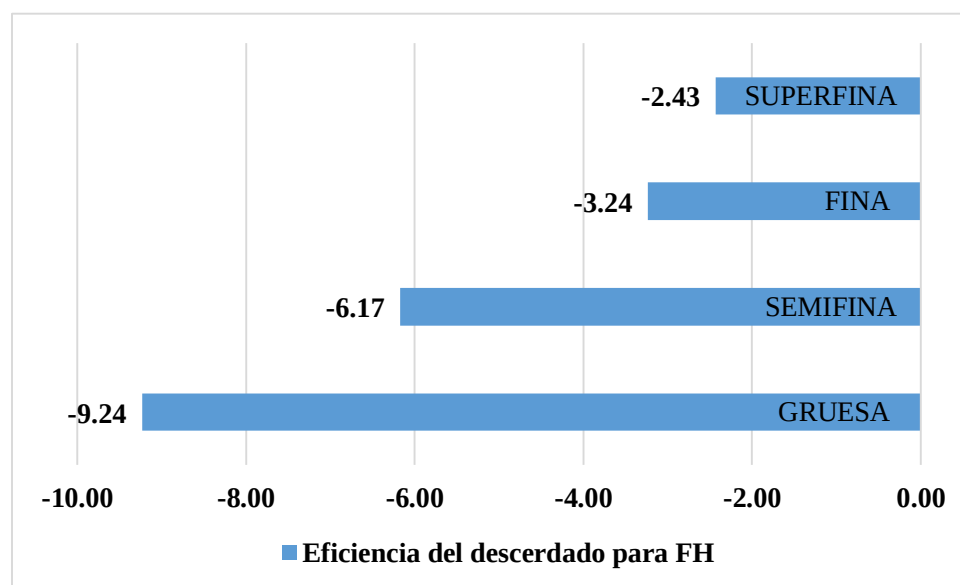
**Figura 22.** Eficiencia al descerchado para Finura al Hilado (FH).

Tabla 22. ANVA de la Eficiencia al descordado para el IC

Fuente de Variabilidad	GL	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	Ft		Pr > F	Significancia
					0.05	0.01		
Tratamientos	3	4.45365271	1.4845509	0.88	2.72	4.03	0.4542	N.S.
Error	81	136.3862055	1.6837803					
Total	84	140.8398582						

CVt= 31.02

 $\bar{X} = 4.18$ **Tabla 23.** Prueba de comparación de medias de Tukey para IC

tratamiento	N°	media	grupo	mínimo	máximo
superfina	6	21.10	a	7.10	32.70
finas	19	19.52	a	4.50	33.70
semifina	40	19.55	a	0.80	37.40
gruesa	20	17.45	a	0.90	38.00

Anexo 4. Base de datos

Tabla 24. Base de datos de la eficiencia del descordado de fibra de alpaca de raza Huacaya color blanco súper fina

Calidad	Diámetro de Fibra (μm)	Coefficiente de Variabilidad (%)	Factor de Confort (%)	Finura al Hilado (μm)	Índice de Curvatura (°/mm)	Factor de Picazón (%)
superfina	-2.40	2.90	1.00	-1.90	32.70	-1.00
superfina	-2.60	-6.20	2.50	-3.40	21.50	-2.50
superfina	-0.60	-1.60	2.70	-0.80	16.60	-2.70
superfina	-0.70	-5.00	3.20	-1.50	28.60	-3.20
superfina	-3.40	-2.60	2.00	-3.40	20.10	-2.00
superfina	-3.30	-2.00	4.90	-3.60	7.10	-4.90

Tabla 25. Base de datos de la eficiencia del descordado de fibra de alpaca de raza Huacaya color blanco fina

Calidad	Diámetro de Fibra (μm)	Coefficiente de Variabilidad (%)	Factor de Confort (%)	Finura al Hilado (μm)	Índice de Curvatura (°/mm)	Factor de Picazón (%)
fina	-1.50	0.00	2.40	-1.50	22.80	-2.40
fina	-3.70	-1.90	4.00	-4.00	21.90	-4.00
fina	-1.60	0.10	3.30	-1.50	23.80	-3.30
fina	-2.40	-4.40	7.70	-3.50	26.20	-7.70
fina	-2.80	-2.10	1.30	0.00	15.30	-1.30
fina	-0.10	-1.70	0.70	-0.40	4.50	-0.70
fina	-4.00	1.00	4.40	-3.70	18.10	-4.40
fina	-1.30	0.80	2.00	-1.10	25.70	-2.00
fina	-6.50	-6.00	9.70	-7.50	33.70	-9.70
fina	-7.00	-6.30	9.60	-7.70	27.50	-9.60
fina	-6.30	-1.10	6.80	-6.30	20.90	-6.80
fina	-3.00	-0.50	6.20	-3.00	18.80	-6.20
fina	-6.00	3.30	8.60	-5.30	24.90	-8.60
fina	-3.60	4.40	6.00	-2.70	10.90	-6.00
fina	-0.50	1.30	0.20	-0.30	15.80	-0.20
fina	-2.90	4.50	2.80	-2.00	13.60	-2.80
fina	-0.40	-4.50	4.80	-1.20	4.80	-4.80
fina	-4.60	-4.00	12.40	-5.10	18.90	-12.40
fina	-4.60	-2.00	9.00	-4.70	22.70	-9.00

Tabla 26. Base de datos de la eficiencia del descordado de fibra de alpaca de raza Huacaya color blanco para semifina

Calidad	Diámetro de Fibra (µm)	Coefficiente de Variabilidad (%)	Factor de Confort (%)	Finura al Hilado (µm)	Índice de Curvatura (°/mm)	Factor de Picazón (%)
semifina	-8.7	-3.1	14.9	-9.2	30.1	-14.9
semifina	-0.4	-2	2.1	-0.7	4.2	-2.1
semifina	-1.8	-3	7.4	-2.4	18.9	-7.4
semifina	-2.8	-1.5	9.1	-3.1	20.5	-9.1
semifina	-4.2	-0.6	10.2	-4.7	22.1	-10.2
semifina	-8.3	-1.9	18.2	-8.3	37.4	-18.2
semifina	-1.6	-0.4	6.1	-1.6	5.3	-6.1
semifina	-6.4	1	16.2	-6.2	29.3	-16.2
semifina	-2.2	5.5	4.8	-1	11.3	-4.8
semifina	-7.2	-1.9	15.8	-7.5	20.1	-15.8
semifina	-6.2	1.2	12.2	-5.7	21	-12.2
semifina	-0.7	-2	4.6	-1	0.8	-4.6
semifina	-4.2	-0.8	13	-4.4	8.3	-13
semifina	-6	-1.6	17.8	-6.2	19	-17.8
semifina	-5.2	-7.8	17.3	-7	14.2	-17.3
semifina	-8.5	-2.4	20	-8.7	24	-20
semifina	-5.1	0.4	13.1	-4.9	25.4	-13.1
semifina	-6.2	2.2	19.8	-5.7	15.8	-19.8
semifina	-2.4	-0.3	11.3	-2.5	10.2	-11.3
semifina	-8	-0.4	15.4	-7.8	31.5	-15.4
semifina	-8.7	-2.5	18.5	-9.1	31	-18.5
semifina	-4.5	0.4	19.5	-4.3	22.2	-19.5
semifina	-3	-3.8	16.3	-3.8	14.4	-16.3
semifina	-10.8	-2.6	28.5	-11.2	15	-28.5
semifina	-7.4	4.2	20.9	-6.2	27.5	-20.9
semifina	-9.9	-2.5	25.8	-10.1	29.2	-25.8
semifina	-8.6	1.6	59.7	-8.2	22.7	-59.7
semifina	-2.9	-7.8	15.9	-4.9	5.6	-15.9
semifina	-10.6	-0.5	27.5	-10.7	22.8	-27.5
semifina	-8.7	0	30.4	-8.5	28	-30.4
semifina	-10.2	-4	27.9	-11.2	23	-27.9
semifina	-8.5	5.6	30.4	-7.1	27	-30.4
semifina	-3.2	-7.9	17.9	-5.2	10.2	-17.9
semifina	-7.8	-0.1	36.7	-7.5	27	-36.7

semifina	-3	-2.9	20.9	-3.8	9.3	-20.9
semifina	-9.7	2.7	37.9	-8.9	25.9	-37.9
semifina	-8.5	3.8	31.6	-7.4	23.5	-31.6
semifina	-5.1	-10.5	27.4	-7.4	17.6	-27.4
semifina	-8.4	5.5	38.3	-6.9	21.9	-38.3
semifina	-3.8	-8	21.9	-5.9	8.9	-21.9

Tabla 27. Base de datos de la eficiencia del descordado de fibra de alpaca de raza Huacaya color blanco para gruesa

Calidad	Diámetro de Fibra (µm)	Coefficiente de Variabilidad (%)	Factor de Confort (%)	Finura al Hilado (µm)	Índice de Curvatura (°/mm)	Factor de Picazón (%)
gruesa	-8.2	-1.8	36.8	-8.3	21.6	-36.8
gruesa	-8.8	4.4	38.6	-7.5	19.9	-38.6
gruesa	-11.1	1.2	37	-10.5	25.3	-37
gruesa	-13.3	2.3	51.6	-12.4	38	-51.6
gruesa	-1.3	-6.4	7.6	-3.2	2.4	-7.6
gruesa	-8.4	-3.4	44.1	-8.9	19.7	-44.1
gruesa	-3.8	-14.4	17.3	-8	5.5	-17.3
gruesa	-10.8	3	57.8	-9.7	28.6	-57.8
gruesa	-13.6	-0.6	56.8	-13.3	12	-56.8
gruesa	-3	-11.5	12	-6.2	1.4	-12
gruesa	-1.5	-4	4.4	-2.6	0.9	-4.4
gruesa	-12.7	-1.5	54.6	-13.4	35.6	-54.6
gruesa	-5.1	-9.5	21.9	-8.1	7	-21.9
gruesa	-2.3	-7.5	6	-4.3	2.9	-6
gruesa	-12.9	-3.5	59.7	-13.8	25.4	-59.7
gruesa	-3.9	-10.9	12.2	-7.1	4.2	-12.2
gruesa	-2	-5.6	1.9	-3.8	3.2	-1.9
gruesa	-13.6	3.4	83	-12.1	37.8	-83
gruesa	-16.1	0.5	87.9	-15.6	25.9	-87.9
gruesa	-17.3	2.1	87.3	-15.9	31.7	-87.3