



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**“ANÁLISIS DEL MÉTODO MANUAL Y MECÁNICO EN LA  
ESQUILA PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA DE ALPACA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**AUTORA:** MILAGROS MARISOL GUALOTO CARDOSO

**DIRECTORA:** ING. MARITZA LUCIA VACA CÁRDENAS. MSc

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Milagros Marisol Gualoto Cardoso

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Milagros Marisol Gualoto Cardoso, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 04 de julio de 2023

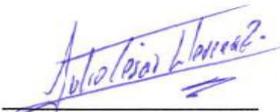
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Milagros Marisol Gualoto Cardoso', written over a faint, illegible stamp or background.

**Milagros Marisol Gualoto Cardoso**

**060502970-1**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “ANÁLISIS DEL MÉTODO MANUAL Y MECÁNICO EN LA ESQUILA PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA DE ALPACA”, realizado por la señorita: **MILAGROS MARISOL GUALOTO CARDOSO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Fabián Danilo Reyes Silva, PhD. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-07-04
Ing. Maritza Lucia Vaca Cárdenas, Mg. <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-07-04
Ing. Julio César Llerena Zambrano <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-07-04

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico a Dios por darme la fuerza y sabiduría y guiar cada uno de mis pasos, a mis queridos padres, Wilson Gualoto & Hilda Cardoso por haberme forjado como persona de principios y virtudes este logro se los debo a ustedes ya que me inculcaron con reglas y limitaciones las cuales me motivaron alcanzar mis anhelos. A mi hermana Carmen por estar presente cuando más lo necesitaba y no dejarme caer sola en las adversidades que se presentaron el transcurso de mi vida, a mis hermanos Washington, Wilson, Alexis y Asdrubal, por su cariño, apoyo incondicional. Y a mis Primos que con su apoyo y cada uno de sus consejos me motivaron a cumplir cada uno de mis objetivos.

Milagros

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, principalmente a la Facultad de Ciencias Pecuarias por haberme abierto las puertas para mi formación y así poder convertirme en una profesional y de manera especial a la ingeniera Maritza Vaca MSc y al ingeniero Julio Llerena, como directora y asesor por haberme guiado en el proceso de mi trabajo de titulación respectivamente les agradezco por el apoyo brindado y por los conocimientos impartidos. También agradezco a todos los que me apoyaron para la realización en este proceso, a mis amigos por estar en los momentos más circunstanciales de la etapa universitaria: Evelyn Cayambe, Jimena Ñauñay; Daniel Naigua; Andrés Montero; Adriana Quinatoa, Maribel Ochog ya que con estas personas nos hemos apoyado mutuamente. Finalmente agradezco a toda mi familia que me supo apoyar para que pueda cumplir con mi objetivo, y agradezco en especial a mis primos Aida, Miriam y Bladimir Lema que me apoyaron incondicionalmente.

Milagros

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY / ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1	Antecedentes.....	2
1.2	Planteamiento del problema.....	3
1.3	Justificación.....	3
1.4	Objetivos.....	3
1.4.1	<i>Objetivo general</i> .....	3
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	3

### CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	Generalidades.....	4
2.2	Alpaca.....	5
2.2.1	<i>Alpaca huacaya</i> .....	5
2.2.2	<i>Alpaca suri</i> .....	6
2.3	Distribución.....	6
2.4	Fibra.....	6
2.4.1	<i>Historia en la producción de la fibra de alpaca</i> .....	6
2.4.2	<i>Fibra de alpaca</i> .....	6
2.4.3	<i>Anatomía y estructura de la fibra</i> .....	7
2.4.3.1	<i>El folículo piloso y su desarrollo</i> .....	7
2.4.4	<i>Propiedades generales de la fibra</i> .....	8
2.4.5	<i>Estructura de la fibra</i> .....	8
2.4.5.1	<i>Cutícula</i> .....	8

2.4.5.2	<i>Corteza</i> .....	8
2.4.5.3	<i>Médula</i> .....	9
2.4.6	<i>Características y propiedades de la fibra</i> .....	10
2.4.7	<i>Propiedades químicas de la fibra de alpaca</i> .....	10
2.4.8	<i>Propiedades físicas de la fibra</i> .....	11
2.4.8.1	<i>Diámetro</i> .....	11
2.4.8.2	<i>Longitud de mecha</i> .....	11
2.4.8.3	<i>Número de rizos</i> .....	11
2.4.8.4	<i>Porcentaje de Elongación</i> .....	12
2.4.8.5	<i>Resistencia a la tensión</i> .....	13
2.5	<b>Esquila</b> .....	13
2.5.1	<i>Época de esquila</i> .....	14
2.5.2	<i>Esquila manual</i> .....	14
2.5.3	<i>Esquila mecánica</i> .....	14
2.6	<b>Pasos para la esquila</b> .....	15
2.7	<b>Vellón</b> .....	15
2.7.1	<i>Envellonado</i> .....	16
2.8	<b>Categorización del vellón</b> .....	16
2.8.1	<i>Alpaca Baby (BL)</i> .....	16
2.8.2	<i>Alpaca fleece (FS)</i> .....	17
2.8.3	<i>Alpaca huarizo (HZ)</i> .....	17
2.8.4	<i>Alpaca gruesa (AG)</i> .....	17

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	18
3.1	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	18
3.2	<b>Unidades experimentales</b> .....	18
3.3	<b>Materiales, equipos e instalaciones</b> .....	18
3.3.1	<i>Equipos</i> .....	18
3.3.2	<i>Materiales</i> .....	18
3.3.3	<i>Insumos</i> .....	19
3.3.4	<i>Instalaciones</i> .....	19
3.4	<b>Tratamiento y diseño experimental</b> .....	19
3.5	<b>Mediciones experimentales</b> .....	20
3.5.1	<i>Características productivas</i> .....	20

3.5.2	<i>Pruebas físicas de la fibra e hilo de alpaca</i> .....	20
3.6	<b>Análisis estadístico y prueba de significancia</b> .....	20
3.7	<b>Procedimiento experimental</b> .....	21
3.7.1	<i>Obtención de la fibra de alpaca por el método de esquila manual</i> .....	21
3.7.1.1	<i>Concentración de los animales en el corral</i> .....	22
3.7.1.2	<i>Selección de los animales</i> .....	22
3.7.1.3	<i>Peso del animal</i> .....	22
3.7.1.4	<i>Esquilado manual</i> .....	22
3.7.1.5	<i>Peso del vellón</i> .....	23
3.7.1.6	<i>Clasificación</i> .....	23
3.7.1.7	<i>Limpieza</i> .....	24
3.7.1.8	<i>Lavado y secado</i> .....	24
3.7.1.9	<i>Escarmenado</i> .....	25
3.7.1.10	<i>Cardado</i> .....	25
3.7.1.11	<i>Hilado</i> .....	26
3.7.1.12	<i>Madeja</i> .....	26
3.7.2	<i>Obtención de la fibra de alpaca por el método de esquila mecánico</i> .....	27
3.7.2.1	<i>Concentración de los animales en el corral</i> .....	28
3.7.2.2	<i>Selección de los animales</i> .....	28
3.7.2.3	<i>Peso del animal</i> .....	28
3.7.2.4	<i>Esquilado mecánico</i> .....	28
3.7.2.5	<i>Peso del vellón</i> .....	29
3.7.2.6	<i>Clasificación</i> .....	29
3.7.2.7	<i>Limpieza</i> .....	29
3.7.2.8	<i>Lavado y secado</i> .....	29
3.7.2.9	<i>Escarmenado</i> .....	30
3.7.2.10	<i>Cardado</i> .....	30
3.7.2.11	<i>Hilado</i> .....	30
3.7.2.12	<i>Madeja</i> .....	31
3.8	<b>Metodología de la investigación</b> .....	31
3.8.1	<i>Características productivas</i> .....	31
3.8.1.1	<i>Peso del animal antes de la esquila, kg</i> .....	31
3.8.1.2	<i>Tiempo de esquila en minutos</i> .....	31
3.8.1.3	<i>Peso del vellón, kg</i> .....	31
3.8.1.4	<i>Rendimiento del vellón</i> .....	31
3.8.2	<i>Características físicas de la fibra e hilo de alpaca</i> .....	31

3.8.2.1	<i>Longitud cm</i> .....	31
3.8.2.2	<i>Número de rizos</i> .....	32
3.8.2.3	<i>Porcentaje de elongación</i> .....	32
3.8.2.4	<i>Resistencia a la tensión N/ cm<sup>2</sup></i> .....	32
3.8.3	<i>Análisis económico</i> .....	33
3.8.3.1	<i>Costo de producción</i> .....	33
3.8.3.2	<i>Costo / beneficio</i> .....	33

## CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	34
4.1	<b>Características del vellón de alpaca por efecto del método de esquila</b> .....	34
4.1.1	<i>Peso del animal sin esquilar</i> .....	34
4.1.2	<i>Tiempo</i> .....	35
4.1.3	<i>Peso del vellón</i> .....	36
4.1.4	<i>Rendimiento del vellón</i> .....	37
4.2	<b>Características físicas de la fibra de alpaca</b> .....	38
4.2.1	<i>Longitud de mecha</i> .....	39
4.2.2	<i>Número de rizos (N°/cm)</i> .....	39
4.2.3	<i>Resistencia a la Tensión N/ cm<sup>2</sup></i> .....	40
4.2.4	<i>Elongación %</i> .....	41
4.3	<b>Análisis económico</b> .....	42
4.3.1	<i>Costo de producción</i> .....	42
4.3.2	<i>Beneficio/costo</i> .....	42

CONCLUSIONES	.....	44
--------------	-------	----

RECOMENDACIONES	.....	44
-----------------	-------	----

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Taxonomía de la alpaca.....	4
<b>Tabla 2-2:</b>	Comparación de las propiedades física de la fibra en la prueba de elongación...	12
<b>Tabla 2-3:</b>	Comparación de las propiedades física de la fibra mediante la resistencia a la tensión .....	13
<b>Tabla 3-1:</b>	Esquema del experimento.....	19
<b>Tabla 4-1:</b>	Características productivas del vellón de alpaca por efecto de los dos métodos de esquila.....	34
<b>Tabla 4-2:</b>	Características físicas de la fibra y del hilo de alpaca obtenido mediante dos procedimientos de esquila .....	38
<b>Tabla 4-3:</b>	Costo de Producción del proceso de obtención de la fibra de alpaca .....	43

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 3-1:</b>	Diagrama del proceso de la obtención de la fibra de alpaca por el método de esquila manual.....	21
<b>Ilustración 3-2:</b>	Diagrama del proceso de obtención de la fibra de alpaca por el método de esquila mecánico .....	27
<b>Ilustración 4-1:</b>	Características productivas del vellón de alpaca por efecto del peso del animal.....	35
<b>Ilustración 4-2:</b>	Características productivas del vellón de alpaca por efecto del tiempo (min.).....	36
<b>Ilustración 4-3:</b>	Características productivas del vellón de alpaca por efecto del peso del vellón adquirido en la esquila.....	37
<b>Ilustración 4-4:</b>	Características productivas del vellón de alpaca por efecto del rendimiento	38
<b>Ilustración 4-5:</b>	Características físicas de la fibra de alpaca obtenida mediante prueba de la Longitud .....	39
<b>Ilustración 4-6:</b>	Características físicas de la fibra de alpaca obtenida mediante prueba de número de rizos. ....	40
<b>Ilustración 4-7:</b>	Características físicas del hilo de alpaca obtenido mediante prueba física de la resistencia a la tensión $N/cm^2$ .....	41
<b>Ilustración 4-8:</b>	Características físicas del hilo de alpaca obtenido mediante prueba física del porcentaje elongación.....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** SELECCIÓN DE LOS ANIMALES PARA LA DE ESQUILA MANUAL Y MECÁNICO
- ANEXO B:** PESADO Y TOMA DE MUESTRAS DE LAS ALPACAS
- ANEXO C:** PREPARACIÓN PARA LA ESQUILA MANUAL Y MECÁNICO DE LAS ALPACAS
- ANEXO D:** ESQUILA MANUAL Y MECÁNICO DE LAS ALPACAS
- ANEXO E:** PESADO, CLASIFICACIÓN Y LIMPIEZA DEL VELLÓN DE LA ESQUILA MANUAL Y MECÁNICO
- ANEXO F:** LAVADO SECADO Y ESCARMENADO DE LA FIBRA OBTENIDA MEDIANTE LA ESQUILA MANUAL Y MECÁNICA
- ANEXO G:** CARDADO, HILADO DE LA FIBRA OBTENIDA MEDIANTE LA ESQUILA MANUAL Y MECÁNICA
- ANEXO H:** PRUEBAS FÍSICAS DEL HILO DE ALPACA
- ANEXO I:** RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA PRUEBA DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LA PRIMERA CATEGORÍA EN LA ESQUILA MECÁNICA
- ANEXO J:** RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA PRUEBA DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LA SEGUNDA CATEGORÍA EN LA ESQUILA MANUAL
- ANEXO K:** ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA DE LONGITUD EN CM DE LA FIBRA DE A
- ANEXO L:** ESTADÍSTICO DEL NÚMERO DE RIZOS DE LA FIBRA DE ALPACA
- ANEXO M:** PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA
- ANEXO N:** PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA PRUEBA DE PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA
- ANEXO O:** PRUEBA ESTADÍSTICAS POR EFECTO DE ESQUILA CONSIDERANDO EL TIEMPO
- ANEXO P:** PRUEBA ESTADÍSTICA DEL PESO DEL ANIMAL SIN ESQUILAR
- ANEXO Q:** PRUEBA ESTADÍSTICA DEL PESO DEL VELLÓN
- ANEXO R:** PRUEBA ESTADÍSTICO DEL RENDIMIENTO DEL VELLÓN

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue comparar el método manual y mecánico de esquila para la obtención de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) en la estación de altura Aña Moyocancha de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) perteneciente a la (ESPOCH), en el proceso manual de esquila se empleó las tijeras, en cuanto a la esquila mecánica se utilizó una maquina eléctrica de esquila Oster modelo 104380 head, considerándose sus propiedades físicas y mecánicas para evaluar su calidad en fibra e hilo, aplicándose la prueba t Student, con un tamaño experimental de 20 vellones, las variables analizadas fueron: peso del animal (kg), tiempo (min), peso del vellón (kg), rendimiento(%); las propiedades físicas de fibra: longitud de mecha (cm), Número de rizos (rizos/cm) y las propiedades mecánicas en hilo: resistencia a la tensión (N/cm<sup>2</sup>) y elongación (%). Los resultados determinaron que el método mecánico de esquila tuvo una duración de 13min al compararlo con la esquila manual que duro 87 minutos. El rendimiento del vellón no presento diferencias significativas en la esquila mecánica 90,90% y 85,84% en la esquila manual. Al determinar las variables de calidad de fibra entre la esquila mecánica y manual: longitud de mecha, numero de rizos no presentaron diferencias significabas (14,90 y 14,20 cm; 55.80 rizos/cm y 62,90 rizos/cm), respectivamente. En hilo las propiedades mecánicas entre los métodos de esquila no presentaron diferencias significativas para resistencia a la tensión (5568,59 N/cm<sup>2</sup>, 4905,18 N/cm<sup>2</sup> como corresponde); la elongación no presentó diferencias significativas entre los métodos de esquila (mecánico 26,50% y manual 29,57%). La variable beneficio costo para la esquila mecánica tuvo una rentabilidad del 21% y la esquila manual del 15%; por lo que se recomienda el método mecánico de esquila por ahorro en tiempo y mejores propiedades mecánicas en calidad de hilo.

**Palabras clave:** <ESQUILA>, <FIBRA DE ALPACA>, <VELLÓN >, <RESISTENCIA A LA TENSIÓN >, <ELONGACIÓN >.



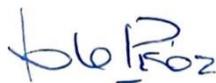
1581-DBRA-UPT-2023

## ABSTRACT

The aim of this study was to compare the manual and mechanical shearing methods for obtaining alpaca fiber (*Vicugna pacos*) at the Aña Moyocancha high-altitude station of the Animal Science School (FCP) of Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). In the manual shearing process, scissors were used, whereas an electric Oster shearing machine, model 104380 head was used in the mechanical shearing, considering their physical and mechanical properties to evaluate the quality of fiber and yarn. The t-student test was applied with a sample of 20 fleeces. The analyzed variables included animal weight (kg), time (min), fleece weight (kg), and yield (%). The physical fiber properties examined were staple length (cm) and number of crimps (crimps/cm), whereas the mechanical yarn properties included tensile strength (N/cm<sup>2</sup>) and elongation (%). The results showed that the mechanical shearing method took 13 minutes compared to the 87 minutes required for manual shearing. The fleece yield did not show any significant differences between mechanical (90.90%) and manual shearing (85.84%). When determining the quality fiber variables between mechanical and manual shearing, staple length and number of crimps did not show significant differences (14.90 and 14.20 cm; 55.80 crimps/cm and 62.90 crimps/cm), respectively. In terms of yarn mechanical properties, there were no significant differences between shearing methods for tensile strength (5568.59 N/cm<sup>2</sup> and 4905.18 N/cm<sup>2</sup>, respectively). Elongation also did not present significant differences between the shearing methods (26.50% for mechanical and 29.57% for manual). The cost-benefit variable for mechanical shearing resulted in a profitability of 21%, whereas manual shearing had a profitability of 15%. Therefore, it is recommended to use the mechanical shearing method due to time savings and better mechanical properties in yarn quality.

**Keywords:** <SHEARING>, <ALPACA FIBER>, <FLAX >, <TENSILE STRENGTH >, <ELONGATION >.

1581-DBRA-UPT-2023



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC

0602698904

## INTRODUCCIÓN

La historia de la alpaca se remota a la época de los incas hace más de 5000 años, quienes fueron los primeros en domesticar a las alpacas originarios de la cordillera de los Andes. Los pueblos andinos criaban esta especie para sacar provecho de su fibra, carne, entre otros productos; siendo la fibra la más cotizada por lo cual fue el principal motivo que les incentivo a los hombres a domesticarlos y criarlos (Contreras, 2019, p.13).

Según los resultados del III Censo Nacional Agropecuario llevado a cabo en 2014, se registró un total de 23,686 animales de la familia de los camélidos sudamericanos en Ecuador, entre los cuales el 8.54% correspondió a alpacas, alcanzando un número de 2,024 ejemplares. Dentro de las provincias del país, Pichincha se destaca como la principal en términos de población de alpacas, registrando un total de 594 cabezas. Esta cifra demuestra la presencia significativa de alpacas en dicha provincia y la importancia de esta actividad ganadera en la zona (Córdova, 2015, p.6).

Las fibras naturales han sido utilizadas desde tiempos antiguos, ya que es altamente valorada por su suavidad, brillo, finura, variedad de colores y capacidad térmica. Por esta razón las familias campesinas de las zonas altas la utilizan para crear diferentes tipos de artesanías, lo que les representa un beneficio económico. Sin embargo, la perdida de la finura de la fibra de alpaca es un problema crucial a mayor finura mejor precio, ya que solo el 20% de las alpacas tiene fibra fina, es decir, menos de 17 micrones, mientras que el resto tiene un diámetro de hasta a 35, perdiendo por ello gran parte de su valor comercial (Sánchez, 2004, p.125).

La esquila es una actividad que consiste en extraer el vellón por los métodos de esquila como manual o mecánica este proceso se realiza con la finalidad de obtener un producto con las mejores características tecnológicas, alto rendimiento y un buen valor comercial (Solís, 2006, p.146). Según (Sánchez, 2004, p.130), menciona que la esquila es solamente la separación del vellón el cual debe realizarse de la mejor manera, sin perjudicar al vellón como al animal, este proceso se debe realizar en las mejores condiciones de higiene para obtener un producto natural, limpio y entero.

La esquila mecánica se presenta como una opción favorable debido a su eficacia en el trabajo, la obtención de un mayor rendimiento de fibra y la reducción de la contaminación cruzada entre las fibras. Estos beneficios contribuyen a mejorar la productividad y rentabilidad en la industria de la fibra, al tiempo que se minimiza el estrés en los animales durante el proceso de esquila (WCS Bolivia, 2022, pp.1-2).

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1 Antecedentes

Actualmente, la alpaca es reconocida como el "oro caminante de los Andes" debido a su adaptación a los altos páramos del Ecuador. A diferencia de los bovinos y ovinos, las alpacas no causan impactos negativos en el medio ambiente, lo que contribuye a la protección del frágil ecosistema. Sus patas almohadilladas y la forma de sus dientes, que cortan como unas tijeras, son características que les permiten sobrevivir en estas condiciones (García et al., 2017: pp.25-26).

La esquila es la actividad más importante para los productores de alpacas, representando el punto culminante de un año de trabajo arduo en el manejo y cuidado de los animales. Tiene un papel fundamental en la evaluación del bienestar económico y socioeconómico del productor. Durante la esquila, la concentración de animales facilita la selección basada en factores económicos como el peso vivo y el peso del vellón. Se llevan a cabo diversas labores, incluyendo la clasificación y reclasificación de reproductores, el propio proceso de esquila, el manejo, la categorización de vellones, el atado, el etiquetado de fibra y el muestreo de control de calidad (Zárate, 2012, pp.4-8).

El método más común de esquila ha sido el uso de tijeras, principalmente debido a la falta de acceso a energía eléctrica en las zonas rurales, especialmente en pequeños y medianos criaderos de alpacas de comunidades campesinas. Esto ha llevado a la rutina de utilizar diversos objetos cortopunzantes, como cuchillos, latas afiladas y vidrio, durante la esquila, lo que puede causar daños irreparables tanto al animal como a su fibra. Aproximadamente 170,000 familias en zonas rurales continúan utilizando el método tradicional debido a la falta de conocimientos tecnológicos y asistencia técnica (Crispín, 2008, pp.11-13).

Gracias al avance tecnológico, la esquila de alpacas está comenzando a mecanizarse y a tener mayor difusión, con resultados positivos (Zárate, 2012, pp.4-8). La esquila mecánica ofrece varias ventajas, como un manejo más eficiente y rápido, reduciendo el estrés en los animales y obteniendo mejores rendimientos de fibra. Es importante destacar que algunas comunidades alpaqueras ya han adoptado la esquila mecánica en lugar del método tradicional con tijeras, lo que ha llevado a un aumento del 70% en su uso (Franz et al., 2028: pp.2-5).

## **1.2 Planteamiento del problema**

En la gran mayoría de lugares donde se cría a camélidos sudamericanos, se realizan periódicamente la esquila para obtener la fibra y realizar procesos de elaboración de artesanías como prendas de vestir, comúnmente utilizan la esquila manual con tijeras, pero estas pueden presentar varios desafíos en comparación con la esquila mecánica. Estos desafíos incluyen la necesidad de más tiempo y esfuerzo, fatiga del esquilador, riesgo de lesiones, dificultad para lograr un corte uniforme, corte menos limpio y preciso, presencia de trozos de fibra en el animal y la importancia de la habilidad y experiencia del esquilador (RSPCA, 2019, p.1). Estos factores pueden afectar la eficiencia, la calidad de la fibra y el bienestar del animal. Lo que incide directamente en la economía de aquellas personas que se dedican a este noble trabajo.

## **1.3 Justificación**

Dada la problemática asociada a la esquila manual, se ha planteado un estudio comparativo con el método de esquila mecánico. El objetivo principal es evaluar cuál de estos métodos permite alcanzar una mayor producción en un tiempo reducido. Además, se busca determinar cuál método ofrece una mejor calidad de fibra mediante la aplicación de pruebas físicas. Paralelamente, se analizará el rendimiento obtenido y los costos de producción involucrados en cada método. Mediante esta investigación se espera obtener conclusiones sólidas que permitan orientar a la industria en la selección del método más eficiente y rentable para la esquila de animales.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

- Analizar el método manual y mecánico en la esquila para la obtención de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*).

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Establecer los rendimientos de la fibra y el vellón de las alpacas esquiladas por el método manual y mecánico.
- Comparar la calidad de la fibra obtenida en los dos métodos de esquila mediante pruebas físicas de elongación, tensión, longitud y número de risos.
- Realizar el análisis económico a través de la relación costo beneficio.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Generalidades

En los países de Sudamérica, como Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile, los camélidos de la familia ganadera, como la alpaca y la llama, son especialmente relevantes en las regiones de alta altitud. Estas especies fueron domesticadas hace aproximadamente 6000 años y se utilizan como fuentes de fibra, carne y subproductos, como piel y cuero, que tienen una amplia variedad de aplicaciones tanto en la industria como en la artesanía (Quispe, 2020, p.13).

En las regiones andinas de Ecuador, la crianza de alpacas desempeña un papel crucial, ya que brinda una oportunidad productiva que contribuye a la preservación del delicado hábitat de estas especies. Los criadores de alpacas se centran principalmente en la producción de fibra, la cual goza de una alta demanda en los mercados internacionales debido a su excepcional textura y calidad en los productos finales. Esta actividad no solo proporciona una fuente de ingresos para los productores, sino que también promueve la conservación de las alpacas y su entorno natural, generando un equilibrio sostenible entre la economía local y la preservación del ecosistema andino (Coeli, 2007, p.7).

**Tabla 2-1:** Taxonomía de la alpaca

<b>Reino</b>	<b>Animalia</b>
<b>Filo</b>	Chordata
<b>Subfilo</b>	Vertebrado
<b>Clase</b>	Mamífero
<b>Orden</b>	Artiodáctilos
<b>Familia</b>	Camélidos
<b>Género</b>	Vicugna
<b>Especie</b>	V.pacos

**Fuente:** (Raggi & Ferrando, 1998: p.1).

## **2.2 Alpaca**

Según lo expuesto por (Renieri et al., 2009: pp.45-54), se afirma que la alpaca es descendiente de la vicuña y actualmente se encuentra presente en la zona de Sudamérica, específicamente desde Perú hasta Bolivia. Por otro lado, (Lamo, 2011, p.16) menciona la existencia de dos fenotipos reconocidos en la alpaca, conocidos como huacaya y Suri. El huacaya se caracteriza por tener fibras rizadas que cubren todo su cuerpo, mientras que el Suri posee fibras lisas y largas. Ambas variedades presentan una amplia gama de colores en su pelaje, que va desde el blanco hasta el negro y marrón. Además, el periodo de gestación de las alpacas oscila entre los 342 y 345 días.

En el contexto de Ecuador, los camélidos sudamericanos llegaron hace aproximadamente 2300 años, extendiéndose hasta Colombia. Sin embargo, debido a la conquista española, la población de estos animales se redujo drásticamente y llegó a extinguirse por completo. Después de aproximadamente 30 años, se inició un proceso de repoblación en el territorio nacional con alpacas, llamas y vicuñas. En la actualidad, se estima que en el país existen más de 6595 alpacas, 10286 llamas y 2455 vicuñas, según (Gortaire, 2015, p.3).

### **2.2.1 Alpaca huacaya**

En el Perú, la raza huacaya de alpaca destaca como la más numerosa, representando aproximadamente el 85% de la población total de alpacas en el país. Esta raza se caracteriza por su abundante fibra que cubre su cuerpo, piernas y cuello, otorgándole una apariencia distintiva. La fibra de la huacaya presenta características particulares en diferentes partes del cuerpo del animal. Las patas y la cara están cubiertas por una fibra más corta, mientras que el resto del cuerpo exhibe una fibra más larga y rizada. Esta combinación de longitudes y rizos le proporciona a la huacaya una apariencia redonda, esponjosa y de gran volumen, lo que la distingue visualmente de otras razas de alpaca. En términos de crecimiento, la fibra de la huacaya experimenta un ritmo anual de desarrollo de aproximadamente 9 a 12 cm de longitud. Durante el proceso de esquila, se obtiene una fibra renovada y lista para su procesamiento y utilización en la industria textil (Giz, 2013, p.3).

La fibra de la raza huacaya se desarrolla perpendicularmente al cuerpo de las alpacas, lo que le otorga características únicas. Esta fibra se distingue por su densidad, suavidad, brillo y rizos, que contribuyen a su apariencia esponjosa y atractiva. A diferencia de la raza suri, la fibra de la huacaya tiene mechones más cortos y una apariencia opaca. Además, no presenta la suarda típica del corriedale, otra variedad de fibra presente en algunas razas de ovejas (Reyes, 2004, p.135).

### **2.2.2 Alpaca suri**

De acuerdo con (Reyes, 2004, p.135) La raza suri se caracteriza por su aspecto angular y particular. La fibra de las alpacas suri crece de manera paralela al cuerpo, formando rizos independientes que se extienden por todo su cuerpo. El crecimiento anual de la fibra varía entre 10,4 y 20 cm, similar a la longitud de fibra que presenta la oveja Lincoln. La fibra de la raza suri se distingue por su alta densidad, sedosidad, suavidad y un lustre más prominente en comparación con la variedad huacaya. La combinación de características mencionadas en la fibra de alpaca suri le otorga un aspecto sedoso y brillante, fusionando la suavidad característica del cashmere con el resplandor y brillo propio de la seda (Reyes, 2004, p.136).

## **2.3 Distribución**

Las alpacas habitan por lo general en el altiplano por encima de los 3000 msnm, a 4500 msnm, a temperaturas que varían entre -20 °C y más de 30 °C, en un mismo día, estos animales se encuentran en Bolivia, Perú, Chile, Argentina y Ecuador, también fueron trasladados a otros países como Canadá, Australia, en menor escala a Europa para mejorar sus condiciones de crianza (Leotheme, 2019, p.1).

## **2.4 Fibra**

### **2.4.1 Historia en la producción de la fibra de alpaca**

El uso textil de las fibras de alpaca se remonta a hace 2500 años, según investigaciones realizadas por (Quispe et al., 2012: pp.2-3). Desde las antiguas tribus, como la cultura Huaca Prieta, pasando por la cultura Paracas y alcanzando niveles de excelencia con la cultura Mochica, se evidencia el desarrollo y la valoración de estas fibras. Incluso en la época de los incas, la fibra de alpaca era considerada uno de sus mayores tesoros debido a su textura suave y su uso en la confección de prendas de vestir (Simbaina, 2015, p.11).

### **2.4.2 Fibra de alpaca**

El pelo que cubre a la alpaca es conocido como fibra y puede presentar diferentes características dependiendo de la raza, como se menciona en el estudio realizado por (Ccana et al., 2008: p.13). La fibra de alpaca es ampliamente reconocida como una de las más exquisitas y delicadas en el mundo debido a su excepcional sedosidad, suavidad, flexibilidad, durabilidad y capacidad térmica. Es considerada una fibra textil especial por la Organización de las Naciones Unidas para

la Alimentación y la Agricultura (FAO). Es importante tener en cuenta que las características de la fibra pueden variar dependiendo de diversos factores, como la edad, el género, la altitud, la alimentación, la finura y la longitud de la fibra, entre otros, tal como se menciona en la literatura especializada (Quispe et al., 2009: pp.30-38).

La fibra de alpaca es delicada al tacto y posee una alta capacidad de absorción de humedad, pudiendo absorber entre un 10% y un 15% de su peso sin que esto altere su apariencia. En comparación con otras fibras animales, la fibra de alpaca es más resistente y fuerte, siendo incluso más firme que la fibra de oveja. Además, se destaca que, a medida que el diámetro de la fibra disminuye, su fuerza no se ve afectada, lo cual la hace muy apreciada en los procesos de industrialización (Quispe et al., 2009: pp.38-49).

### **2.4.3 Anatomía y estructura de la fibra**

#### *2.4.3.1 El folículo piloso y su desarrollo*

Según (Quispe, 2020, pp.24-25). Durante el desarrollo embrionario, los folículos pilosos de la alpaca se forman a partir de células epidérmicas que se dirigen hacia la dermis o la grasa subcutánea. En este proceso, se forma una colina en el folículo de la dermis, que ayuda al músculo erecto del pelo. Estas células queratinocíticas también actúan como células madre de reserva, permitiendo la renovación del epitelio folicular.

En la alpaca, los folículos pilosos secundarios se caracterizan por tener una sola capa y se desarrollan completamente, pasando por tres fases distintas. Estas fases son las siguientes:

Folículo primario: Se desarrolla en el feto y tiene un diámetro mayor que los folículos secundarios. Estos folículos están asociados con glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y el músculo erecto del pelo.

Folículos secundarios: Se desarrollan después de los folículos primarios y contienen fibras más finas. Estos folículos también están acompañados de glándulas sudoríparas.

Estas características y fases de desarrollo de los folículos pilosos son descritas por (Quispe, 2020, pp.24-25).

#### **2.4.4 Propiedades generales de la fibra**

La fibra de alpaca posee varias propiedades destacadas. Por ejemplo, su higroscopicidad le permite absorber hasta el 30% de humedad del ambiente sin mojarse. Además, su estructura al tener forma de escamas le facilita el entrelazamiento de las fibras, lo que contribuye a la formación de tejidos. Otra característica es su no inflamabilidad, ya que no se quema a menos que esté en contacto directo con el fuego. También se destaca por su alta resistencia térmica y su capacidad aislante, lo que permite utilizarla en diferentes condiciones climáticas. Estas propiedades se atribuyen a las bolsas de aire microscópicas que se encuentran en el interior de su estructura (Zárate, 2012, pp.5-6).

#### **2.4.5 Estructura de la fibra**

Según (Martínez, 2015, pp.54-56). La fibra de alpaca, al igual que otras fibras de origen animal, presenta una estructura distintiva compuesta por tres partes principales: medula, corteza y cutícula.

##### **2.4.5.1 Cutícula**

La cutícula de la fibra de alpaca es la capa interna de la fibra y está compuesta por células planas que se superponen como escamas. Su función es rodear y proteger el córtex de la fibra. La forma y disposición de las escamas varían según el grosor de la fibra. En las fibras finas, las escamas están más unidas entre sí, lo que proporciona una textura más suave al tacto. En cambio, en las fibras más gruesas, las escamas tienden a separarse en los bordes (Condori, 2019, pp.15-17).

Cuando se compara la fibra de alpaca Suri y Huacaya, se observa que la primera presenta una membrana externa de la cutícula más suave, mientras que la segunda tiene una superficie más áspera. Estas diferencias se deben a que las escamas en la fibra de alpaca Huacaya tienen bordes más prominentes (Franco, 2009, pp.1-3).

##### **2.4.5.2 Corteza**

La corteza de la fibra de alpaca es la parte más abundante, especialmente en fibras de menor grosor. Está compuesta por células corticales que le dan estructura a la fibra y son responsables de sus propiedades de elasticidad, diámetro y rizos. La corteza contiene células corticales de dos secciones distintas, conocidas como células orto y para, que difieren en sus propiedades químicas

y físicas. Estas secciones se denominan células blandas y duras respectivamente (Condori, 2019, pp.15-17).

En las fibras rizadas de la raza Huacaya, al igual que en las fibras de oveja, se puede observar una diferenciación más marcada entre las secciones orto y para en la corteza. Esto significa que a medida que la fibra es más rizada, las diferencias entre estas secciones son más evidentes (Franco, 2009, pp.1-3).

#### 2.4.5.3 *Médula*

La médula, ubicada en el centro de la fibra de alpaca, se caracteriza por una marcación oscura y variada en forma cuando se observa a través de un lanómetro. A medida que el diámetro de la fibra aumenta, la médula también se ensancha y adopta una forma más irregular. En el caso de fibras más gruesas, la médula puede representar hasta el 60% del volumen total de la fibra (Aucancela, 2015, pp.24-37).

La médula de la fibra de alpaca es un espacio hueco lleno de aire que se encuentra en el interior de la estructura de la fibra, entre la corteza y el núcleo central. La médula puede presentar diferentes formas y patrones, y se clasifica en varios tipos según su apariencia y estructura. Entre las clasificaciones de la médula se encuentran las médulas continuas, que pueden ser de dos tipos: la médula grande enrejada, que se caracteriza por una médula amplia con una estructura de rejilla, y la médula continua simple, que es una médula larga y continua a lo largo de la fibra. Por otro lado, también se encuentran las médulas discontinuas, que incluyen las médulas interrumpidas, donde la médula se presenta en segmentos separados a lo largo de la fibra, las médulas fragmentadas, que consisten en fragmentos dispersos de médula, y las médulas en forma de escalera o interrumpidas de manera regular, que muestran una estructura de escalones o segmentos interrumpidos a intervalos regulares a lo largo de la fibra (Condori, 2019, pp.15-17).

La medulación es un aspecto esencial de la fibra de alpaca, especialmente en las fibras gruesas, donde se observa una medula continua. El porcentaje de medulación puede llegar hasta un 85%, lo que resulta relevante en el proceso de teñido de la fibra. En las fibras gruesas, la medulación se caracteriza por ser sólida y de un tamaño considerable. En cuanto a su forma, estas fibras presentan una disposición transversal, asemejándose a una estructura arriñonada o incluso triangular en algunos casos. Además, es común encontrar que la medula adopta formas en "S" o "T" (Díaz, 2014, pp.3-6).

#### **2.4.6 Características y propiedades de la fibra**

Según (Wang et al., 2003: pp.13-24) La fibra de alpaca se destaca por ser altamente flexible, lo que le confiere una gran adaptabilidad y resistencia a la deformación. Además, su superficie es notablemente lisa, lo que le otorga una apariencia elegante y suave al tacto. Esta característica de lisura se combina con una sensación de blandura, lo que la hace especialmente agradable al contacto con la piel. Otra cualidad importante de la fibra de alpaca es su baja inflamabilidad. A diferencia de otras fibras, la alpaca tiene una resistencia al fuego relativamente alta y no se incendia fácilmente, lo que contribuye a su seguridad y durabilidad en diferentes contextos de uso. Además, las fibras de alpaca son conocidas por ser poco alergénicas. Según (Liu et al., 2007: pp.24-34) Tanto la fibra de alpaca como la de vicuña comparten características destacadas, como su suavidad y alta resistencia a la tracción. Estas fibras poseen una textura delicada y agradable al tacto, proporcionando confort y sensación de lujo en los productos textiles. Además, tanto la alpaca como la vicuña presentan una baja capacidad de absorción de humedad ambiental, aproximadamente del 10% al 15%. Esto significa que estas fibras son altamente higroscópicas, es decir, tienen la capacidad de absorber y liberar humedad del ambiente. Esta propiedad las hace ideales para prendas que necesitan regular la humedad corporal y proporcionar una sensación de confort en diferentes condiciones climáticas.

(Báez, 2013, pp.38-39) menciona que la fibra de alpaca al no poseer grasas o aceites, o lanolina, es considerado una fibra hipo alergénica, además, puede estar expuestas a la radiación solar ya que sus cualidades no se pierden, no retiene la humedad, incluso presenta una alta gama de colores naturales y al elaborar vestimentas es muy cálida.

#### **2.4.7 Propiedades químicas de la fibra de alpaca**

Las fibras de alpaca están compuestas por elementos químicos como el carbono, hidrógeno, oxígeno y azufre. El azufre se encuentra presente en aminoácidos como la cistina y metionina, los cuales forman la proteína queratina, responsable de la naturaleza fibrosa, protectora e insoluble de la fibra. La queratina, a su vez, tiene una composición química que consta aproximadamente del 50% de carbono, 23% de oxígeno, 17% de nitrógeno, 7% de hidrógeno y 3% de azufre (Quispe, 2020, pp.30-32).

Es importante destacar que la composición química de la fibra de alpaca puede variar entre las razas suri y huacaya. En el caso de la raza suri, se observa una mayor presencia de aminoácidos de cistina, mientras que en la raza huacaya se encuentra una mayor cantidad de aminoácido

arginina. Estos aminoácidos, especialmente la cistina con su contenido de azufre, desempeñan un papel importante en la resistencia y propiedades de la fibra de alpaca (Barnils, 2015, pp.38-39).

## **2.4.8 Propiedades físicas de la fibra**

### *2.4.8.1 Diámetro*

El diámetro de la fibra es una característica crucial que se refiere a su finura, calidad o calibre, y se expresa en micras ( $\mu\text{m}$ ). En la industria textil, se considera que una fibra de alpaca con un diámetro entre 12 y 13 micras es de buena finura. Las fibras más finas tienden a ser más resistentes a la compresión y poseen una mayor flexibilidad. En el mercado, el diámetro de la fibra juega un papel fundamental en la determinación del precio (Sánchez, 2015, p.5).

### *2.4.8.2 Longitud de mecha*

La longitud de la fibra se refiere al crecimiento que experimenta en un año y puede variar según la raza, edad, sexo y ubicación geográfica del animal. En promedio, la longitud de la mecha de la raza huacaya se sitúa entre 12.46 y 14.26 cm por año, mientras que para la raza suri es de 12.53 a 15.16 cm por año (Aucancela, 2015, pp.28-29).

Los estándares más altos en cuanto a longitud de mecha se encuentran en los animales jóvenes, con la primera esquila a los 10 meses y la segunda a los 10 meses del año siguiente. Conforme el animal envejece y se realiza un mayor número de esquilas, la longitud de la mecha tiende a disminuir (Sánchez, 2015, pp.6-7).

### *2.4.8.3 Número de rizos*

El número de rizos se refiere a la cantidad de ondulaciones presentes en la fibra de alpaca. Estas ondulaciones se encuentran positivamente correlacionadas con la finura de la fibra, lo que le confiere cualidades como elasticidad y torsión durante el proceso de hilado. Para determinar el número de rizos, se utiliza una cartulina de fondo negro, una lupa, pinzas y una regla graduada en centímetros. Se toman muestras de fibras y se cuenta visualmente la cantidad de rizos presentes utilizando estos instrumentos (Martínez, 2018, pp.17-18).

#### 2.4.8.4 Porcentaje de Elongación

**Tabla 1-2:** comparación de las propiedades física de la fibra en la prueba de elongación

<b>Autor</b>	<b>Descripción</b>
(De la Cruz Rojas, 2016, pp.41-42)	<p>La elongación es una medida de la resistencia de la fibra y su capacidad para adaptarse a tensiones y cambios de forma en una dimensión plana y tridimensional. Cuando se somete a una fuerte tensión, la fibra se estira y se alarga para adaptarse a su nueva forma espacial. Es importante que la fibra sea elástica y resistente para poder soportar esta tensión sin romperse ni caerse.</p> <p>En la prueba de elongación, a diferencia de la prueba de tracción donde se mide la fuerza aplicada a una muestra de hilo de alpaca, la muestra se distribuye a través de la red de fibras en áreas adyacentes. Esto significa que la muestra se comporta como si estuviera siendo jaloneada en todas las direcciones simultáneamente, lo que permite evaluar su capacidad de resistencia y adaptabilidad a diferentes tensiones</p>
(Chávez, 2022, p.37)	Llevo a cabo pruebas de elongación en las fibras de las razas Huacaya y Suri de alpacas, y se obtuvieron los siguientes resultados: para la raza Huacaya, se registró un valor de elongación del 37,4%, mientras que para la raza Suri se obtuvo un valor de elongación del 33,8%.
(Perdomo, 2019, p.2)	Menciona la importancia del porcentaje de elongación en la selección del hilo para el proceso de industrialización. Este factor juega un papel crucial en la determinación de la calidad y las propiedades del hilo final. El porcentaje de elongación se refiere a la capacidad del hilo para estirarse sin romperse, lo que permite su manejo y procesamiento adecuados en la industria textil.

Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023.

#### 2.4.8.5 Resistencia a la tensión

**Tabla 2-3:** Comparación de las propiedades física de la fibra mediante la resistencia a la tensión

Autor	Descripción
(Quispe et al., 2017: pp.11-12)	La resistencia a la tensión es una propiedad clave de la fibra, que se refiere a la capacidad de la fibra para resistir la fuerza aplicada cuando se estira sin romperse. Esta característica es particularmente relevante en los procesos de preparación de la fibra, como el cardado, peinado e hilado, donde se requiere que la fibra mantenga su integridad y resistencia.
(Huelbla et al., 2019: p.42)	Reportó que mediante la prueba de resistencia a la tensión obtuvieron valores de 2663, 33 y 9316,70 N/cm <sup>2</sup> dando como resultado la resistencia que tiene el hilo a diferentes direcciones.
(Villaruel, 1962; citados en Gamarra, 2006, p.55)	Indica que la resistencia de la fibra está estrechamente relacionada con su elasticidad y plasticidad. La fibra debe ser capaz de soportar tensiones y deformaciones durante el proceso textil sin sufrir daños significativos. Se estima que, en promedio, la fibra puede tolerar una tensión de al menos el 15% de su longitud original sin riesgo de ruptura. Esta capacidad de estiramiento permite que la fibra sea sometida a diversas etapas del proceso textil, como el cardado, peinado, hilado y tejido, donde se aplican fuerzas y se producen estiramientos.

Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023.

## 2.5 Esquila

Según (Ccana, 2013, pp.6-10) la esquila es el proceso de recolección de la fibra de alpaca, en el cual se corta y se separa cuidadosamente el vellón del cuerpo del animal utilizando herramientas como tijeras y máquinas especiales. El vellón se refiere a todas las fibras que cubren al animal y que son obtenidas mediante la esquila. El vellón se divide en dos partes: el manto y las bragas. El manto está compuesto por fibras finas que se encuentran en el dorso y los costados del animal, mientras que las bragas consisten en hebras cortas y fibras más gruesas que se concentran en el pecho, las extremidades y la cabeza.

La esquila se realiza cuando el crecimiento de la fibra es adecuado, generalmente de 7 a 12 cm de longitud en promedio. El crecimiento óptimo de la fibra depende de diversos factores, como el tipo de crianza y manejo del animal. La esquila es una actividad de gran importancia económica para los productores de alpacas, ya que representa una fuente significativa de ingresos. Sin embargo, a menudo se descuida debido a la falta de información sobre las técnicas de esquila y

clasificación de la fibra, lo que impide agregar un valor adecuado al producto final (Martínez, 2015, p.27).

### **2.5.1 *Época de esquila***

Según (Martínez, 2015, p.27) la esquila de las alpacas en Perú generalmente se lleva a cabo durante los meses de octubre a diciembre, que se consideran los más adecuados desde el punto de vista climático. Aunque algunos productores aún optan por realizar la esquila cada dos años, la práctica anual es más ventajosa. La esquila anual permite un control más efectivo de los ectoparásitos y, aunque se cosecha una menor cantidad de fibra, esta suele ser de mejor calidad en comparación con la esquila realizada cada dos años. En el caso de Ecuador, la época de esquila se lleva a cabo entre los meses de julio y noviembre debido a las condiciones climáticas propias de esa región.

### **2.5.2 *Esquila manual***

Para la realización de este procedimiento se utiliza una herramienta de tecnología media la misma que debe estar al alcance de productores alpaqueros tanto pequeños como medianos, la ventaja de la esquila manual es que el costo de esta herramienta es relativamente barato, no se necesita energía eléctrica para su uso, el mantenimiento y manipulación es de fácil traslado (Ccana, 2013, p.8).

### **2.5.3 *Esquila mecánica***

La esquila mecánica, realizada con el uso de máquinas eléctricas, ofrece varias ventajas en comparación con el corte manual con tijeras. Este método proporciona un corte más uniforme, reduciendo la pérdida de fibra debido al doble corte. Además, se requiere menos tiempo y un menor número de trabajadores, ya que la máquina puede ser manipulada por una sola persona (Ccana, 2013, p.8).

El uso de la esquila mecánica es beneficioso para preservar la integridad del vellón y maximizar su valor comercial. Sin embargo, es una técnica que requiere habilidad, paciencia y un buen conocimiento del cuerpo del animal. También es crucial manejar adecuadamente la máquina para evitar posibles lesiones. La precisión en el corte del vellón es fundamental, y se debe prestar especial atención al mantenimiento de la máquina, incluyendo el afilado regular de los peines utilizados. Es importante destacar que, para garantizar la calidad del vellón y su posterior procesamiento y valorización en el mercado, se establece un requisito mínimo de longitud de fibra

de 2,5 cm. Este estándar asegura que la fibra cumpla con los estándares necesarios para su comercialización (WCS Bolivia, 2022, pp.1-2).

## **2.6 Pasos para la esquila**

(Ccana, 2013, pp.11-13) menciona que los pasos para la esquila son:

- ✓ Se debe colocar a todos los animales a esquila en un corral.
- ✓ El lugar donde se va a realizar el proceso de esquila se lo debe limpiar completamente.
- ✓ Se debe identificar a los animales tomando en cuenta la edad, sexo y color.
- ✓ Con la ayuda de un cepillo se procede a limpiar a cada animal en pie, de esta forma se asegura de eliminar impurezas e inclusive cierta parte de fibra muerta.
- ✓ Se debe recostar al animal sobre alguna manta o sacos de yute a la vez se debe sujetar las patas.
- ✓ El primer corte se debe realizar desde el lado derecho empezando por el pecho hacia la parte trasera de la espalda incluyendo el lado derecho del cuello, dejando para posterior las bragas, de ahí se procede a darle la vuelta al animal y realizar el mismo proceso en el lado izquierdo.

## **2.7 Vellón**

El vellón se refiere al conjunto total de fibras que se extraen al momento de esquila (ovejas, alpacas, vicuñas). En el caso específico de las alpacas, la fibra esquilada se presenta en forma de mechales o grupos de fibras (Aguilera, 2016, p.21).

El vellón puede ser dividido en diferentes partes según la calidad de la fibra:

Vellón: en su forma principal hace referencia a la porción del manto de la fibra que exhibe una mayor uniformidad en cuanto a su finura, en comparación con otras áreas. La calidad de esta sección está estrechamente relacionada con el grado de mejora genética alcanzado por el animal. El vellón propiamente dicho abarca las fibras ubicadas en las partes superiores del cuerpo del animal, como el lomo y los costados. Es en esta sección donde se encuentra una mayor consistencia en términos de características de la fibra, lo que la convierte en una parte valiosa del vellón en términos de calidad y potencial de procesamiento (Aguilera, 2016, p.21).

Bragas: Las bragas comprenden las fibras más gruesas y ásperas que se encuentran en las partes inferiores del animal, como el pecho, el abdomen y las extremidades. La posición precisa de esta

fibra puede variar según el nivel de mejoramiento genético alcanzado por el animal. Esta área del vellón presenta características distintivas debido a su naturaleza más robusta, lo que la diferencia de otras secciones en términos de textura y calidad de la fibra (Aguilera, 2016, p.21).

Estas divisiones del vellón permiten clasificar la fibra según su calidad y finura, lo cual es relevante para su posterior procesamiento y comercialización.

### **2.7.1 *Envellonado***

(Aguilera, 2016, p.21) menciona que después de la esquila, el vellón de un animal se presenta en forma de envellonado, lo cual implica recolectar y separar el vellón propiamente dicho y las bragas con cuidado, evitando alteraciones en la calidad de las fibras. Para este proceso, es recomendable utilizar sacos de yute u otro material adecuado para su almacenamiento seguro. El envellonado permite mantener la integridad y la calidad de las fibras hasta que sean procesadas posteriormente.

## **2.8 Categorización del vellón**

La categorización de la fibra de alpaca se lleva a cabo utilizando el vellón y teniendo en cuenta sus características particulares, con el objetivo de separar las fibras finas de las partes más gruesas. Este proceso técnico implica identificar y clasificar las diferentes categorías de fibras, tales como: baby, fleece, huarizo y gruesa. Estas categorías se establecen en función de la calidad y las propiedades de las fibras, permitiendo su posterior utilización en diferentes productos y aplicaciones (Sánchez, 2015, p.9).

### **2.8.1 *Alpaca Baby (BL)***

La fibra baby alpaca es conocida por ser la más fina, con diámetros que oscilan entre 14 y 23 micrómetros. Por lo general, se obtiene de la primera esquila de animales jóvenes. Esta fibra se considera de alta calidad y tiene una mayor demanda y valor en el mercado. Para cumplir con los estándares de calidad, la longitud mínima de la fibra baby alpaca debe ser de 3 pulgadas. Es importante destacar que la categoría de Baby Alpaca puede aplicarse tanto a animales jóvenes de hasta un año como a animales adultos (Aucancela, 2015, pp.33-35).

### **2.8.2 Alpaca fleece (FS)**

La fibra de alpaca de la categoría fleece se caracteriza por tener un diámetro que se encuentra entre 23.1 y 26.5 micrómetros, con una longitud promedio de 7 cm. La calidad y cantidad de esta fibra pueden variar según la edad del animal y su procedencia genética. Se puede encontrar esta fibra en animales jóvenes o adultos. Dentro de la categoría fleece, existen dos subcategorías: corta y larga, ambas manteniendo el mismo rango de diámetro (Aucancela, 2015, pp.33-35).

### **2.8.3 Alpaca huarizo (HZ)**

La categoría de fibra gruesa incluye fibras con un diámetro que va desde 29.1 a 31.5 micras y una longitud de 7 cm. Esta fibra se considera de menor calidad en comparación con las categorías anteriores. Sin embargo, la calidad puede mejorar si el animal ha sido sometido a mejoramiento genético o si no es demasiado viejo. Al igual que en las categorías anteriores, dentro de la fibra gruesa también se pueden encontrar las subcategorías de corta y larga, que mantienen el mismo rango de diámetro (Aucancela, 2015, pp.33-35).

### **2.8.4 Alpaca gruesa (AG)**

La fibra clasificada como gruesa se caracteriza por tener un diámetro superior a 31.5 micras y una longitud de 7 cm como mínimo. Estas fibras de menor calidad se encuentran principalmente en áreas como las bragas, el pecho, el abdomen y las extremidades del animal. Es importante destacar que, en el caso de animales sometidos a procesos de mejora genética, se espera una reducción en la proporción de fibras pertenecientes a esta categoría. El objetivo de la mejora genética es obtener un vellón de mayor calidad, disminuyendo así la presencia de fibras gruesas, lo que conlleva a un mayor valor comercial y una mayor utilidad de la fibra en diversos productos (Aucancela, 2015, pp.33-35).

## **CAPÍTULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Localización y duración del experimento**

La esquila de las alpacas se realizó en la Estación del páramo Aña Moyocancha de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), luego los vellones para su estudio fueron trasladados hasta el Laboratorio de fibras Agroindustriales de la FCP, que se encuentra ubicado en Av. Panamericana Sur Km 1 1/2 en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo. La investigación tuvo una duración de 160 días.

#### **3.2 Unidades experimentales**

Se evaluó un total de 20 vellones de alpacas distribuidas en dos métodos de esquila (manual y mecánico) correspondiendo cada vellón a una unidad experimental

#### **3.3 Materiales, equipos e instalaciones**

Los materiales, equipos e instalaciones empleados en el proyecto de investigación se describen a continuación.

##### **3.3.1 Equipos**

- ✓ Elastómetro
- ✓ Tensiómetro
- ✓ Balanza

##### **3.3.2 Materiales**

- ✓ Botas
- ✓ Mascarillas
- ✓ Cofia
- ✓ Tijeras
- ✓ Cortadora mecánica para esquilar

- ✓ Escobillas
- ✓ Saco de yute
- ✓ Matas
- ✓ Sogas
- ✓ Estacas
- ✓ Regla
- ✓ Cartulina negra
- ✓ Alfileres
- ✓ Mesas

### 3.3.3 *Insumos*

- ✓ Detergente
- ✓ Fibra de alpaca
- ✓ Yodo

### 3.3.4 *Instalaciones*

El Laboratorio de Fibras Agroindustriales se encuentra en la Facultad de Ciencias Pecuarias. Este laboratorio se dedica al estudio y análisis de las fibras producidas por diferentes especies animales, como la alpaca, la vicuña y otras especies pecuarias. Se encarga de investigar las propiedades físicas, químicas y mecánicas, así como su calidad y aplicaciones industriales.

## 3.4 **Tratamiento y diseño experimental**

Se evaluó las características físicas del hilo de alpaca obtenido de vellones esquilados por dos métodos: manual y mecánico, por lo que se contó con dos tratamientos experimentales que corresponden a cada uno de los métodos y cada tratamiento con 10 repeticiones como se detalla en la tabla 3-1.

**Tabla 3-1:** Esquema del experimento

<b>Método de esquila</b>	<b>Códigos</b>	<b>Muestras</b>	<b>T.U. E</b>	<b>Total, vellones/tratamiento</b>
Manual	T1	10	1	10
Mecánico	T2	10	1	10
Total, vellones				20

T.U.E: Tamaño de la unidad experimental, un vellón de alpaca

**Realizado por:** Gualoto, Milagros, 2023

Por tratarse de comparar el efecto de dos métodos de esquila no se utilizó un diseño experimental definido, por lo que las unidades experimentales fueron distribuidas en dos grupos (métodos).

### 3.5 Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales consideradas fueron las siguientes:

#### 3.5.1 *Características productivas*

- ✓ Peso del animal sin esquila, kg
- ✓ Peso del vellón, kg
- ✓ Rendimiento vellón, %
- ✓ Tiempo, min

#### 3.5.2 *Pruebas físicas de la fibra e hilo de alpaca*

- ✓ Longitud (cm)
- ✓ Números de rizos (N°/cm)
- ✓ Porcentaje de Elongación
- ✓ Resistencia a la Tensión (N/m<sup>2</sup>)

### 3.6 Análisis estadístico y prueba de significancia

El análisis de los resultados se llevó a cabo utilizando la prueba T de Student, la cual permite comparar las medias de dos grupos, en este caso, los métodos de esquila propuestos. El objetivo de esta prueba es evaluar si existen diferencias significativas entre los grupos. El procedimiento matemático utilizado es el siguiente:

$$T_{cal} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{Sd}$$

Donde:

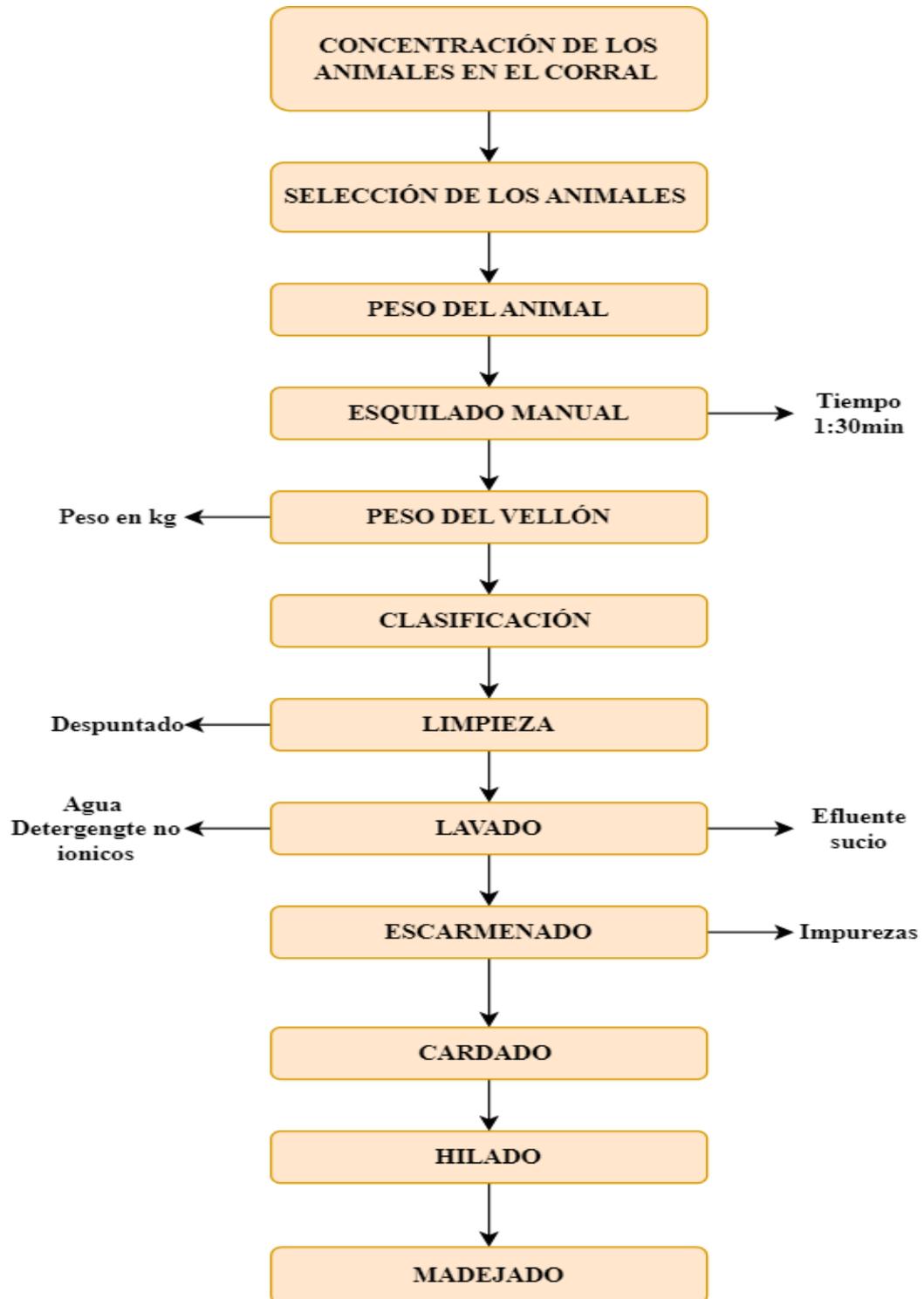
**Tcal:** valor calculado de la prueba T' Student

**$\bar{X}$ :** Valor de la media de cada grupo

**Sd:** desviación estándar entre las medias

### 3.7 Procedimiento experimental

#### 3.7.1 Obtención de la fibra de alpaca por el método de esquila manual



**Ilustración 3-1:** Diagrama del proceso de la obtención de la fibra de alpaca por el método de esquila manual

Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023.

#### *3.7.1.1 Concentración de los animales en el corral*

Durante la etapa de concentración, se llevó a cabo la reunión de los animales que estaban listos para ser esquilados con el objetivo de lograr una organización efectiva que facilite el trabajo. Para ello, se realizó el arreo de toda la manada que se encontraba en el pastoreo, con el fin de guiarlos de manera ordenada hacia el corral designado. Esta estrategia permitió agrupar a los animales de manera conveniente para llevar a cabo el proceso de esquila de manera eficiente y controlada.

#### *3.7.1.2 Selección de los animales*

Durante el proceso de selección, se tomaron en cuenta varios criterios para elegir a los animales adecuados para la esquila. Se priorizó que las alpacas fueran mayores de un año, ya que en esta etapa su fibra suele tener un desarrollo óptimo para la cosecha. Además, se tuvo en cuenta la longitud promedio de la mecha, asegurándose de que fuera de al menos 7 cm o más, lo cual es un indicativo de un crecimiento adecuado de la fibra. Además de estos aspectos, se consideró el color y la raza del animal.

#### *3.7.1.3 Peso del animal*

El pesado del animal antes de la esquila se realizó para verificar si tiene el peso óptimo para ser esquilado, en caso de no cumplir con el peso no se realizará el proceso de la esquila.

#### *3.7.1.4 Esquilado manual*

El proceso de esquilado manual involucra una serie de pasos para garantizar la seguridad y comodidad tanto del esquilador como del animal. A continuación, se describe el procedimiento:

- Verificación de las tijeras: Se asegura que las tijeras estén en buen estado y listas para ser utilizadas, garantizando un corte limpio y preciso.
- Sujeción del animal: Se sujeta al animal por la parte del cuello para tener un mejor control durante el proceso. Además, se procede a tapar los ojos del animal, lo cual ayuda a reducir su estrés y facilita la manipulación.
- Posicionamiento del esquilador: El esquilador se ubica en el lado izquierdo del animal. Con su mano izquierda, agarra debajo de la costilla para brindar soporte, mientras que con su mano

derecha se apoya sobre la anca derecha del animal. Luego, se tuerce la cabeza del animal hacia atrás y hacia la derecha.

- Recostarse en el vacío del animal: El esquilador se recuesta en el vacío del animal sobre su rodilla derecha, ejerciendo una presión hacia abajo con la mano derecha. Esta posición permite una mejor estabilidad y control durante el proceso de esquilado.
- Sujeción de las patas: Con la ayuda de una soga, se sujetan las patas del animal en forma cruzada. Estas sogas se atan a estacas de madera o hierro para mantener al animal inmovilizado de manera segura durante la esquila.
- Corte de la mecha: Durante el proceso de esquilado, se realiza el corte de la mecha para obtener la longitud deseada de la fibra. Esta longitud puede variar según los estándares y requerimientos específicos.

Es importante destacar que el proceso de esquilado manual requiere habilidad, experiencia y cuidado por parte del esquilador para garantizar la seguridad y el bienestar del animal, así como obtener una fibra de calidad óptima.

#### *3.7.1.5 Peso del vellón*

Este proceso se llevó a cabo con el objetivo de determinar la cantidad de materia prima obtenida del animal, con el fin de realizar la clasificación correspondiente. Esta etapa es crucial para establecer la cantidad y calidad de la fibra recolectada, lo que a su vez permitirá su posterior procesamiento y valorización en la industria textil.

#### *3.7.1.6 Clasificación*

La clasificación de la fibra se llevó a cabo de manera meticulosa y precisa, utilizando tanto la percepción visual como el tacto para evaluar sus características. Se realizaron cinco categorías distintas para clasificar la fibra obtenida: bragas, gruesa, categoría 3, categoría 2 y categoría 1. Cada una de estas categorías se determinó en base a criterios específicos, como el diámetro de la fibra, la uniformidad, la suavidad y otros aspectos relevantes.

### 3.7.1.7 Limpieza

La limpieza de la fibra fue llevada a cabo con el objetivo de eliminar todas las impurezas presentes en la fibra, tales como pelos, puntas quemadas y motas que se encuentran en la fibra previamente clasificada. Este proceso de limpieza se enfocó principalmente en las categorías de fibra de segunda y primera, ya que son consideradas de mayor calidad y se destinan a productos de mayor valor. Se utilizaron métodos y herramientas adecuadas para garantizar una limpieza efectiva y cuidadosa, asegurando así la pureza y la calidad de la fibra antes de continuar con su posterior procesamiento.

### 3.7.1.8 Lavado y secado

Después de la esquila, se lleva a cabo el proceso de lavado de la fibra con el objetivo de eliminar las impurezas presentes en ella. A continuación, se detallan los pasos del proceso:

**Preparación del agua y detergente:** Se utilizan tinajas o recipientes con agua fría y se agrega detergente perla bebé. Este detergente ayuda a eliminar la grasa e impurezas sin dañar la fibra.

**Introducción de la fibra en el agua:** Se sumerge la fibra en las tinajas con agua y detergente. Es importante realizar este proceso de manera cuidadosa para evitar que las fibras se enreden y se formen motas.

**Masajeo suave:** Se masajea suavemente la fibra en el agua, trabajando poco a poco para eliminar las impurezas. Este masajeo debe ser delicado para evitar dañar las fibras.

**Enjuague:** Después de pasar por el detergente, la fibra se enjuaga tres veces en agua fría para asegurarse de eliminar por completo la espuma y los residuos de detergente. El enjuague minucioso es esencial para mantener la fibra limpia y libre de cualquier sustancia química residual.

**Secado:** Una vez lavada, la fibra se cuelga en cordeles o tendedores para su secado. Se recomienda un lugar bien ventilado y protegido del sol directo para evitar daños en las fibras durante el proceso de secado.

El lavado de la fibra es un paso importante en el procesamiento de la fibra de alpaca, ya que contribuye a obtener una fibra limpia y lista para ser utilizada en la siguiente etapa de producción.

Formula:

a) Relación de agua de entrada y fibra lavada

$$\text{Relación} = \frac{\text{Cantidad de agua utilizada}}{\text{cantidad de fibra por lavar}}$$

Para cada kilogramo de fibra que se introduce al agua, se estima que se requiere aproximadamente cinco kilogramos de agua. Esta proporción de agua es necesaria para garantizar un adecuado proceso de lavado y acondicionamiento de la fibra

b) Cantidad de detergente a utilizar

$$\text{Relación} = \frac{\text{Cantidad de detergente}}{\text{Cantidad de fibra por lavar}}$$

Por cada kg de fibra lavada se debe introducir 36.5gr de detergente

#### 3.7.1.9 Escarmenado

Después del lavado, se procedió al proceso de hilado de la fibra. En este proceso, se separaron las fibras individualmente y se eliminaron las impurezas que no fueron eliminadas durante el lavado.

Utilización de la máquina escarmenadora: Se emplea una máquina escarmenadora para llevar a cabo el hilado. Esta máquina está diseñada para separar y alinear las fibras en una misma dirección, de manera que no se enreden entre sí.

#### 3.7.1.10 Cardado

El cardado es un proceso utilizado para ordenar y alinear las fibras de manera paralela, eliminando los pelos cortos y otras impurezas que puedan estar presentes. A continuación, se describen los pasos del proceso de cardado:

Utilización de la máquina cardadora: En caso de utilizar una máquina cardadora, se coloca de forma gradual la fibra en la máquina para evitar que se trabe. Es importante añadir la fibra en pequeñas cantidades para que la máquina pueda procesarla de manera eficiente. Si se agregan fragmentos grandes de fibra, la máquina puede dejar de funcionar o apagarse.

Cardado manual con cepillos de cerdas especiales: En lugar de utilizar una máquina cardadora, también es posible realizar el cardado de forma manual utilizando cepillos de cerdas especiales. En este caso, se toma una porción de fibra y se peina repetidamente hasta lograr una alineación y textura suave.

Eliminación de pelos cortos e impurezas: Durante el proceso de cardado, se eliminan los pelos cortos y otras impurezas presentes en la fibra. La acción de peinar y alinear las fibras ayuda a separar y eliminar los pelos más cortos, mejorando la calidad y uniformidad de la fibra.

#### *3.7.1.11 Hilado*

El hilado es el proceso en el cual la fibra se transforma en hilo mediante la torsión y el entrelazado de las fibras individuales. A continuación, se describe cómo se lleva a cabo el hilado de manera general:

Utilización de una máquina hiladora: se utilizó una máquina hiladora artesanal. Esta máquina está diseñada para realizar el proceso de torsión y entrelazado de las fibras. Se alimenta la fibra de manera controlada en la máquina y se aplica la torsión necesaria para formar el hilo.

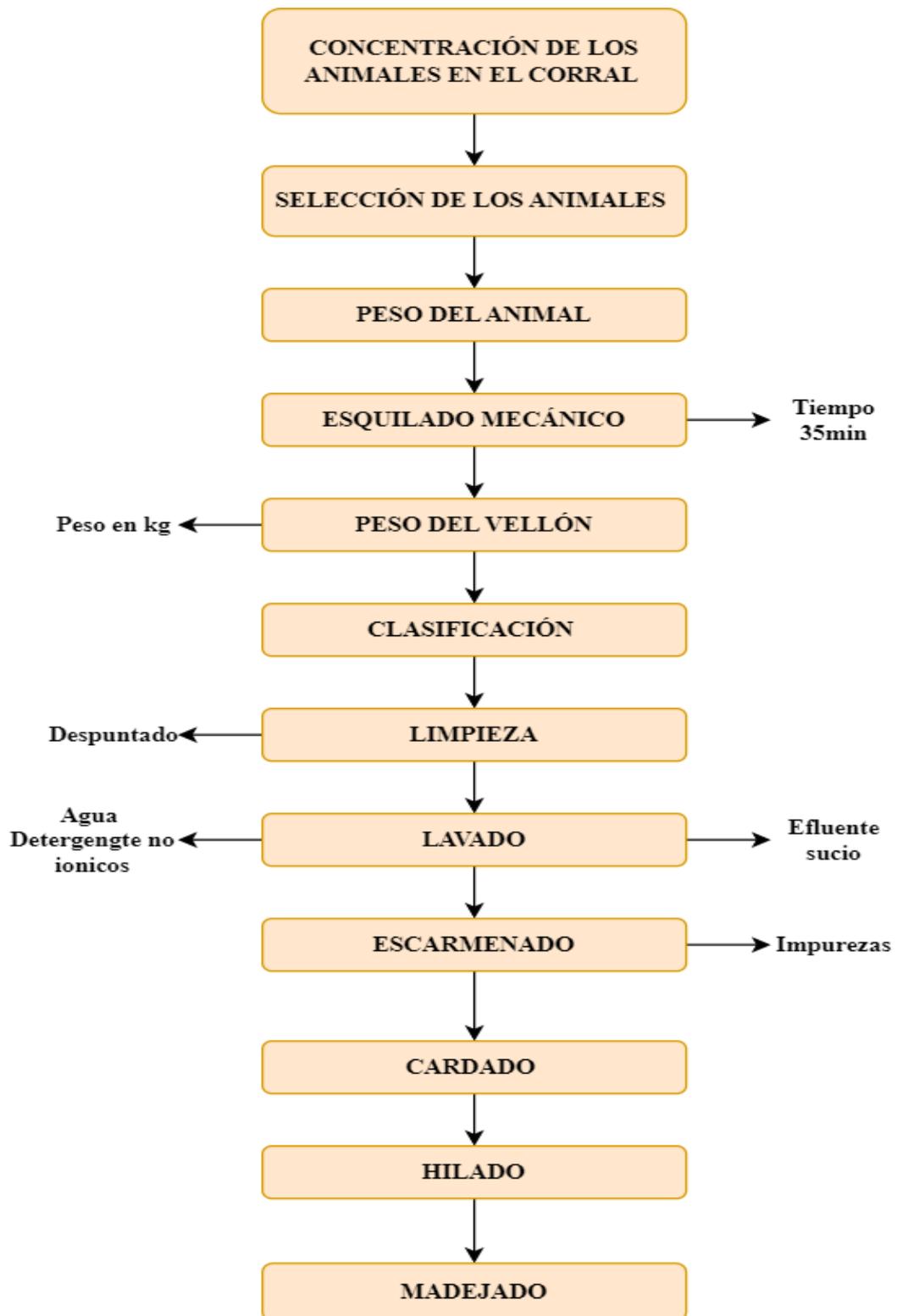
Torsión y entrelazado de las fibras: Durante el hilado, la máquina hiladora aplica torsión a la fibra a medida que se va alimentando. La torsión se logra mediante la rotación de un huso o bobina donde se va enrollando el hilo. La torsión proporciona resistencia y cohesión al hilo, permitiendo que las fibras se mantengan unidas.

Control del grosor del hilo: Durante el proceso de hilado, se puede ajustar la velocidad de alimentación de la fibra y la cantidad de torsión aplicada para obtener el grosor deseado del hilo. Esto permite adaptar el hilo a diferentes usos y requerimientos.

#### *3.7.1.12 Madeja*

Después de obtener el hilo, se realiza el proceso de bobinado o enrollado del hilo en vueltas de la misma medida. Esta etapa tiene como objetivo principal organizar y almacenar el hilo de manera adecuada, asegurando su conservación y evitando deformaciones o enredos.

### 3.7.2 Obtención de la fibra de alpaca por el método de esquila mecánico



**Ilustración 3-2:** Diagrama del proceso de obtención de la fibra de alpaca por el método de esquila mecánico

Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023.

### *3.7.2.1 Concentración de los animales en el corral*

La concentración consistió reunir a los animales que estaban listos para la esquila y así tener una buena organización para que se facilite el trabajo, por lo que se procedió a realizar el arreo a toda la manada que se encuentren en el pastoreo, para así guiarlos de forma ordenada al corral.

### *3.7.2.2 Selección de los animales*

Se seleccionó a los animales que estén dentro de los parámetros de la esquila, se tomó en cuenta que las alpacas sean mayores de un año y su longitud de mecha promedio sea de 7 cm en adelante, considerando también el color y la raza del animal.

### *3.7.2.3 Peso del animal*

El pesado del animal antes de la esquila se realizó para verificar si tiene el peso óptimo para ser esquilado, en caso de no cumplir con el peso no se realizará el proceso de la esquila.

### *3.7.2.4 Esquilado mecánico*

- Verificar el estado de la máquina y las cuchillas: Antes de comenzar, se debe asegurar que la máquina y las cuchillas estén en buen estado de funcionamiento.
- Preparar el lugar de esquila: Asegurarse de que el lugar donde se llevará a cabo la esquila cuente con energía eléctrica y esté preparado adecuadamente.
- Sujetar al animal: Tomar a la alpaca por la parte del cuello y proceder a taponarle los ojos para facilitar su manipulación y evitar que se asuste.
- Posicionarse correctamente: Posicionarse en el lado izquierdo del animal y sujetar firmemente con la mano izquierda debajo de la costilla. Colocar la mano derecha sobre la cadera derecha del animal para brindar estabilidad y control durante la manipulación. Esta posición es recomendada para realizar diversas actividades, como el manejo, la sujeción o la aplicación de tratamientos al animal. Es importante mantener un agarre seguro y respetuoso con el animal, evitando causarle molestias o lesiones durante el proceso.

- Torcer la cabeza: Mover la cabeza del animal hacia atrás y hacia la derecha al mismo tiempo que se recuesta en el vacío del animal sobre la rodilla derecha. Esto permite tener mejor control sobre el animal durante el proceso.
- Sujetar las patas en forma cruzada: Con ayuda de una soga, sujetar las patas del animal en forma cruzada. La soga se ata a estacas de madera para mantener al animal en su lugar.
- Realizar el corte de mecha: Durante la esquila, se realiza el corte de la mecha para medir su longitud y asegurar que cumple con los estándares deseados.

#### 3.7.2.5 *Peso del vellón*

El propósito de esta etapa consistió en obtener información precisa acerca de la cantidad de materia prima adquirida del animal, con el fin de llevar a cabo la clasificación adecuada posteriormente.

#### 3.7.2.6 *Clasificación*

La clasificación de la fibra se realizó de manera rigurosa teniendo en cuenta la visión y el tacto, para dividir la fibra en 5 categorías: bragas, gruesa, categoría 3, categoría 2, categoría 1.

#### 3.7.2.7 *Limpieza*

La limpieza de la fibra se realizó con el fin de eliminar todas las impurezas como pelos, puntas quemadas y las motas que se encuentran en la fibra ya clasificada anteriormente, para este proceso se usó solo la segunda y primera categoría.

#### 3.7.2.8 *Lavado y secado*

El lavado de la fibra se realizó para eliminar grasa, paja y otras impurezas que se encuentren dentro de la misma. Este proceso se ejecutó con agua fría y detergente perla bebe en tinajas, luego se procede a masajear cuidadosamente la fibra poco a poco para que no se enreden evitando el desarrollo de las motas, después de pasar por el detergente se enjuaga tres veces en agua fría hasta que se elimine por completo toda la espuma. Una vez ya lavada colgamos en cordeles para su debido secado.

Formula:

c) Relación de agua de entrada y fibra lavada

$$\text{Relación} = \frac{\text{Cantidad de agua utilizada}}{\text{cantidad de fibra por lavar}}$$

Se recomienda añadir aproximadamente 5 kilogramos de agua por cada kilogramo de fibra sumergida en el proceso de lavado.

d) Rendimiento entrada detergente

$$\text{Relación} = \frac{\text{Cantidad de detergente}}{\text{Cantidad de fibra por lavar}}$$

Por cada kg de fibra lavada se debe introducir 36.5gr de detergente

#### 3.7.2.9 Escarmenado

Este proceso se realiza posteriormente al hilado donde se separaron fibra por fibra y se retiró las impurezas que no salieron en el lavado. Este trabajo se llevó a cabo en la maquina escarmenadora donde se va colocando pequeñas cantidades de fibras para que la orden en una misma dirección separándolas individualmente y no en conjunto, para que así no se enreden. Una vez ejecutado el procedimiento se puede ver que la fibra sale con una textura suave y con un peso muy liviano.

#### 3.7.2.10 Cardado

En el cardado la fibra se ordenó paralelamente para así eliminar los pelos cortos. Este proceso se realizó en la máquina cardadora donde se coloca poco a poco la fibra para que la máquina no se trabee, si se agrega fragmentos grandes de fibra la máquina deja de funcionar y se apaga. También se puede hacer de manera manual con cepillos de cerdas especiales, para realizar el peinado se lo hace consecutivamente hasta conseguir una textura suave.

#### 3.7.2.11 Hilado

Para el hilado se procedió a torcer y dar vueltas a la fibra dándole resistencia al hilo. Este proceso se realizó en una máquina hiladora artesanal, hasta obtener grosor deseado.

### *3.7.2.12 Madeja*

Una vez adquirido el hilo se procede a recoger en vueltas de la misma medida esta presentación ayuda que se conserve su elasticidad y así no se deforme.

## **3.8 Metodología de la investigación**

### **3.8.1 Características productivas**

#### *3.8.1.1 Peso del animal antes de la esquila, kg*

Se procedió a tomar el peso del animal colocándolo en una balanza y se tomó su respectivo peso.

#### *3.8.1.2 Tiempo de esquila en minutos*

Se determinó el tiempo cronometrando el reloj por cada método de esquila.

#### *3.8.1.3 Peso del vellón, kg*

Se realizó el peso una vez obtenido el vellón completo, el cual se fue pesado en una balanza.

#### *3.8.1.4 Rendimiento del vellón*

Este proceso se realizó con la finalidad de ver el rendimiento en cuanto al peso del animal y peso del vellón.

### **3.8.2 Características físicas de la fibra e hilo de alpaca**

#### *3.8.2.1 Longitud cm*

Para determinar la longitud de cada muestra de fibra recolectada de las alpacas, se llevó a cabo el siguiente procedimiento: se colocó cada muestra de forma horizontal y en su estado natural sobre una regla graduada en centímetros. Se midió la distancia desde el inicio hasta el final de la fibra para obtener la longitud correspondiente.

### 3.8.2.2 *Número de rizos*

Se llevó a cabo un procedimiento para determinar el número de rizos en las muestras recolectadas de cada animal. En primer lugar, se colocaron las muestras en una cartulina negra en posición horizontal y en su estado natural. Utilizando una lupa, se realizó el conteo de los rizos presentes en la fibra, registrando la cantidad total de rizos observados. Este método proporcionó datos precisos acerca del número de rizos en cada muestra de fibra.

### 3.8.2.3 *Porcentaje de elongación*

En la evaluación del porcentaje de elongación a la rotura, se realizó un análisis para determinar la capacidad de la muestra de fibra de alpaca para resistir las tensiones multidireccionales a las que se somete en su aplicación práctica. A continuación, se detalla el procedimiento empleado:

- ✓ Se tomó una muestra del hilo de alpaca y se realizó un corte en forma de ranura en la muestra. La longitud de la probeta resultante fue de 7 cm, y se aseguraron los extremos con nudos correspondientes.
- ✓ Se colocaron los extremos de la probeta en las mordazas de un dinamómetro utilizado en la prueba de tracción, asegurándolos firmemente.
- ✓ Una vez que el instrumento fue activado, las piezas introducidas en la probeta comenzaron a separarse a una velocidad constante en dirección perpendicular al lado más largo de la ranura, lo que provocó el desgarro gradual del hilo.
- ✓ El proceso de tracción continuó hasta que el hilo se rompió por completo.
- ✓ Durante la prueba, se registraron los valores de carga aplicada y la elongación experimentada por el hilo en cada punto de medición.

### 3.8.2.4 *Resistencia a la tensión $N/cm^2$*

La resistencia a la tracción es la capacidad de la fibra para resistir fuerzas de tensión sin romperse. Esta característica es de gran importancia en los procesos de cardado y tejido. A continuación, se describe el procedimiento utilizado para evaluar la resistencia a la tracción de la fibra:

Para determinar la resistencia a la tensión de la fibra, se utilizó un tensiómetro con una velocidad de separación de las mordazas de  $100\pm 20$  mm/min. A continuación, se describe el procedimiento detallado:

- ✓ Se prepararon las mordazas de fibra, las cuales deben tener al menos 40 mm en dirección de la carga. Estas mordazas están diseñadas para mantener una fuerza constante entre ellas cuando se inmoviliza la muestra de fibra. Se aseguró que el centro de acción de las mordazas estuviera lo más cerca posible del centro de la muestra, evitando que estuviera fuera de la misma.
- ✓ Se conectó el aparato de medición al tensiómetro.
- ✓ Se procedió a la lectura de la carga o fuerza aplicada en el tensiómetro. Las lecturas se tomaron en la parte de la escala que muestra la calibración, con un error máximo del 1%.
- ✓ Se observó que el diámetro individual de cada fibra varía ligeramente a lo largo de su desarrollo, y durante el proceso industrial pueden ocurrir rupturas en las secciones más delgadas de la fibra.
- ✓ Desde una perspectiva industrial, si las fibras se rompen cerca de la base o la punta de la mecha, esto contribuye a aumentar la producción de fibras de baja calidad.
- ✓ Si las fibras se rompen en la parte media, no se ve afectado el aumento de fibras de baja calidad, pero sí afecta la longitud final promedio de las fibras cardadas. Por lo tanto, es crucial evaluar la resistencia de la mecha y la ubicación de las rupturas.

### **3.8.3 Análisis económico**

#### *3.8.3.1 Costo de producción*

Para la valorización de la optimización económica se verifico el costo unitario de los insumos y materiales que se utilizó para la obtención de la fibra de alpaca

#### *3.8.3.2 Costo / beneficio*

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales}}$$

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Características del vellón de alpaca por efecto del método de esquila

Los resultados de las características del vellón de alpaca obtenido con diferentes métodos de esquila se reportan la Tabla 4-1 los mismos que se analizan a continuación:

**Tabla 4-1:** Características productivas del vellón de alpaca por efecto de los dos métodos de esquila

Parámetros	Método de esquila					
	Mecánica		Manual		Tcal	Prob.
	Media	D.E	Media	D.E		
Peso animal sin esquilar, kg	57,58 ±	14,10	65,97 ±	17,87	-1,16	0,138
Tiempo, min	13 ±	7,31	88 ±	16,41	-11,60	5x10 <sup>-7</sup>
Peso vellón, kg	2,54 ±	0,37	3,39 ±	0,92	-2,91	0,009
Rendimiento vellón, %	90,90 ±	3,01	85,84 ±	3,50	3,59	0

D.E.: Desviación estándar

Prob. > 0,05: No existen diferencias significativas

Prob. < 0,05: Si existen diferencias significativas

Prob. < 0,01: Existen diferencias altamente significativas (\*\*).

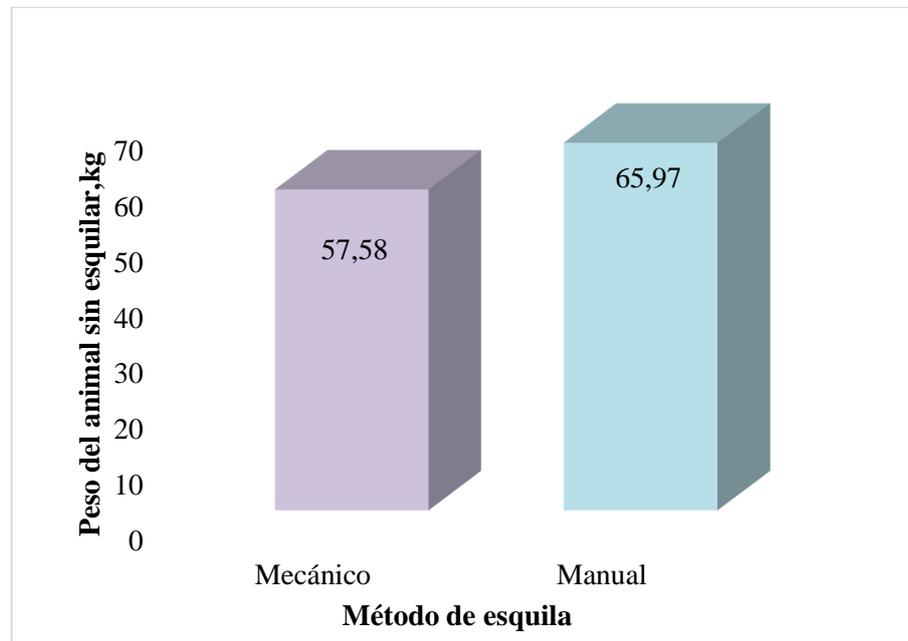
**Realizado por:** Gualoto, milagros, 2023.

##### 4.1.1 *Peso del animal sin esquilar*

Los resultados del estudio no mostraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en el peso de los animales sin esquilar en función del método de esquila utilizado. Se registraron un promedio de 57,58 + 14,10 kg para el esquilado mecánico (utilizando una esquiladora eléctrica) y 65,97 + 17,87 kg para el esquilado manual (utilizando tijeras). Esto indica que el peso de los animales al momento de la esquila depende principalmente de su alimentación y cuidado general. El tipo de esquila utilizado no parece influir de manera significativa en el peso de los animales.

Estos resultados coinciden con un informe previo (FAO, 2014, p.10), que registró un peso promedio de 65 a 120 kg para las alpacas. Sin embargo, otro estudio (Castellaro et al., 2017: pp.11-12) indicó que al año se estima un peso de 41,5 kg y a los tres años un peso de 59,4 kg. Además, se menciona

que el peso de los animales puede verse afectado por las condiciones de pastoreo. Otro autor (Contreras, 2019, p.5) estableció que el peso promedio de los machos adultos es de 65 kg y de las hembras adultas es de 60 kg. Estos datos adicionales destacan la variabilidad en el peso de las alpacas y que factores como la edad y el manejo influye en su desarrollo y peso final.



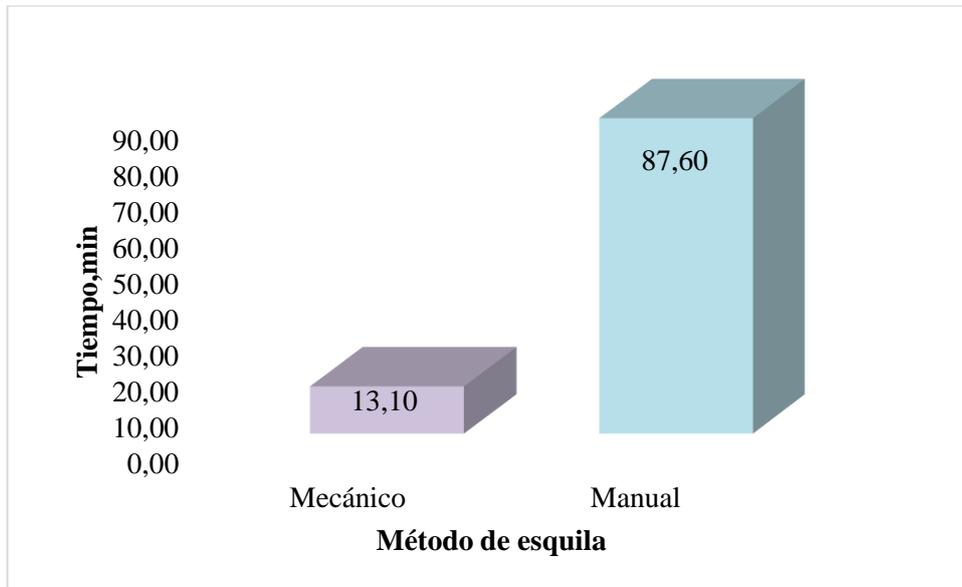
**Ilustración 4-1:** Características productivas del vellón de alpaca por efecto del peso del animal

Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023.

#### 4.1.2 Tiempo

El tiempo de esquila presenta diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) por efecto del método de esquila utilizado, por cuanto se requirió  $13 \pm 7$  minutos en el método mecánico (esquiladora eléctrica) y  $87 \pm 16$  de forma manual (tijeras). Por lo consiguiente existe un ahorro de tiempo de aproximadamente de 60 minutos por animal (como se observa en la ilustración 4-2).

El (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2021, pp.12-13) indica que la esquila mecánica ayuda a reducir el tiempo, manteniendo y conservando el manto o vellón integro, ayudando a reducir el tiempo de trabajo en la esquila, mientras que el proceso con el uso de las tijeras es fácil de aprender y aplicar la técnica, no requiere de grandes inversiones (máquinas y equipos) y esta habilidad es la más usada por los comuneros, tomando en cuenta que el tiempo es largo; pero de igual forma el uso de tijeras no genera un corte uniforme en el vellón y en mucho de los casos lo destroza por completo al contrario de la esquila con maquina nos da un corte uniforme.



**Ilustración 1-2:** Características productivas del vellón de alpaca por efecto del tiempo (min.)

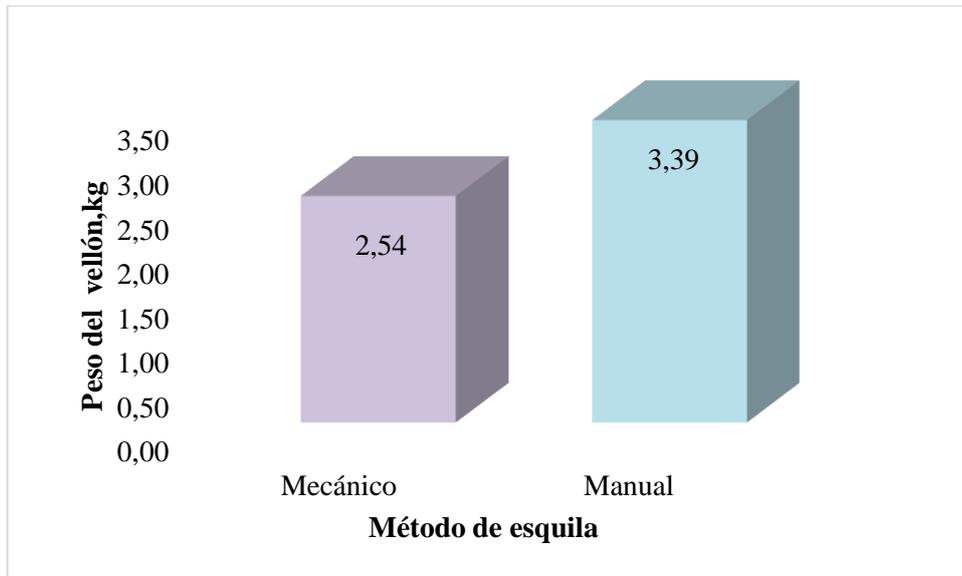
Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023.

#### 4.1.3 *Peso del vellón*

El peso del vellón presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) por efecto de los métodos de esquila manejados, Se obtuvo un promedio de  $2.54 + 0.37$  kg con el método mecánico (esquiladora eléctrica) y  $3.39 + 0.92$  kg con el método manual (tijeras), como se muestra en la ilustración 4-3. Esto indica que el peso del vellón está influenciado por factores como el peso corporal del animal y la presencia de impurezas como grasa, tierra y pajas.

Estos resultados concuerdan con estudios previos. Por ejemplo, investigaciones anteriores han reportado un rango de peso del vellón de alpacas entre 2.2 y 3.3 kg (Wuliji et al., 2000; McGregor & Butler, 2004; citados en Quispe et al., 2013: p.3). Además, se ha observado que el peso del vellón aumenta a medida que el animal envejece, con valores de alrededor de 1.15 kg en la primera esquila a los 10 meses de edad, y valores superiores a 2 kg en animales de 4 años de edad (Quispe et al., 2021: pp.7-8; Yates, 2018, p.10).

Estos hallazgos resaltan la variabilidad en el peso del vellón y la importancia de considerar factores como la edad y las impurezas presentes en el momento de evaluar su peso. Es importante tener en cuenta que la presencia de impurezas puede afectar el peso final del vellón, por lo que es necesario realizar una limpieza adecuada para obtener mediciones precisas

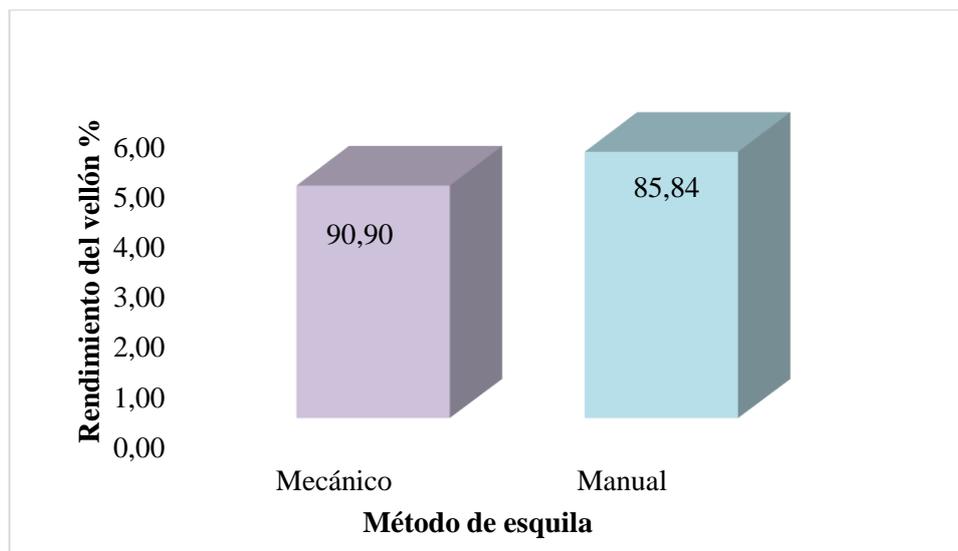


**Ilustración 4-3:** Características productivas del vellón de alpaca por efecto del peso del vellón adquirido en la esquila

Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023.

#### 4.1.4 Rendimiento del vellón

El rendimiento del vellón no presentó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), por efecto de los métodos de esquila usados, por cuanto se registró  $90,90 + 3,01\%$  con el procedimiento mecánico (esquiladora eléctrica) y  $85,84 + 3,50\%$  de manera manual (tijeras) que estadísticamente son similares (ver ilustración 4-4), por lo que estableció que el rendimiento del vellón no dependerá del método emplea sino que estará en función de las características del animal al ser esquilado, consiguiendo presentar pequeñas variaciones que pueden deberse principalmente a la experiencia que tenga el personal encargado de esta actividad. Debido a que no existe bibliografía de resultados sobre este parámetro del rendimiento del vellón en base al peso del animal esquivo y el peso del vellón obtenido se puede considerar a los resultados obtenidos como valores referenciales para futuras investigaciones.



**Ilustración 4-4:** Características productivas del vellón de alpaca por efecto del rendimiento

Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023

## 4.2 Características físicas de la fibra de alpaca

Los resultados de las características de la fibra de alpaca obtenida con diferentes métodos de esquila se reportan la Tabla 4-2 los mismos que se analizan a continuación:

**Tabla 4-2:** Características físicas de la fibra y del hilo de alpaca obtenido mediante dos procedimientos de esquila

Parámetros	Mecánica		Manual		Tcal	Prob.
	Media	D.E	Media	D.E		
Longitud de mecha (cm)	14,90 ±	3,03	14,20 ±	2,39	0,55	0,299
Rizos (N°/cm)	55,80 ±	13,26	62,90 ±	13,22	-1,12	0,145
Resistencia a la						
Tensión,(N/cm <sup>2</sup> )	5568,59 ±	2668,52	4905,18 ±	1729,25	0,77	0,226
Elongación %	26,50 ±	8,21	29,57 ±	5,45	-1,38	0,092

D.E.: Desviación estándar

Prob. > 0,05: No existen diferencias significativas

Prob. < 0,05: Si existen diferencias significativas

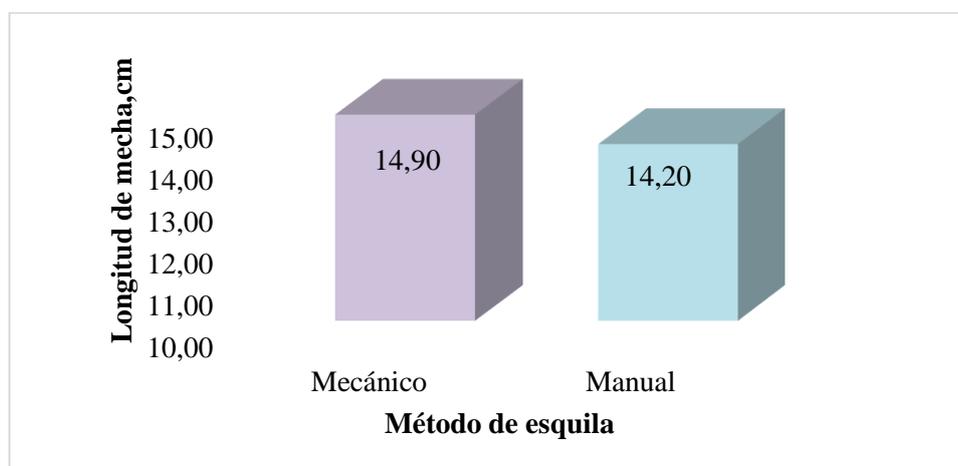
Prob. < 0,01: Existen diferencias altamente significativas (\*\*).

Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023.

#### 4.2.1 Longitud de mecha

La longitud de mecha sin estirar no presentó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) por efecto de los métodos de esquila utilizados, por cuanto se registró  $14,90 \pm 3,03$  cm con el procedimiento mecánico (esquiladora eléctrica) y  $14,20 \pm 2,39$  cm con el manual (tijeras) que estadísticamente son iguales (ilustración 4-5), lo que denota que la longitud de la fibra depende más de las características propias del animal como de la especie, sexo, edad, y mas no por el método de esquila.

Los resultados guardan relación con el estudio de (Simbaina, 2015, p.51) quien reportó que las alpacas presentan una longitud de mecha entre 14 y 24,4 cm a diferencia de (Cruz, 2010, pp.32-35) quien indicó que la longitud de la mecha de la fibra es de 15,5cm para la especie suri y 11,3 cm para la huacaya; también mencionó que a medida que aumenta la edad, dicha longitud de la mecha tiende a reducirse. Además, la norma (NTE INEN 2852, 2015) indicó como parámetro de calidad que la longitud de la mecha en el animal para ser esquilada debe ser mínimo de 8 cm; por lo que los resultados obtenidos cumplen con lo establecido en la norma citada.



**Ilustración 4-5:** Características físicas de la fibra de alpaca obtenida mediante prueba de la Longitud

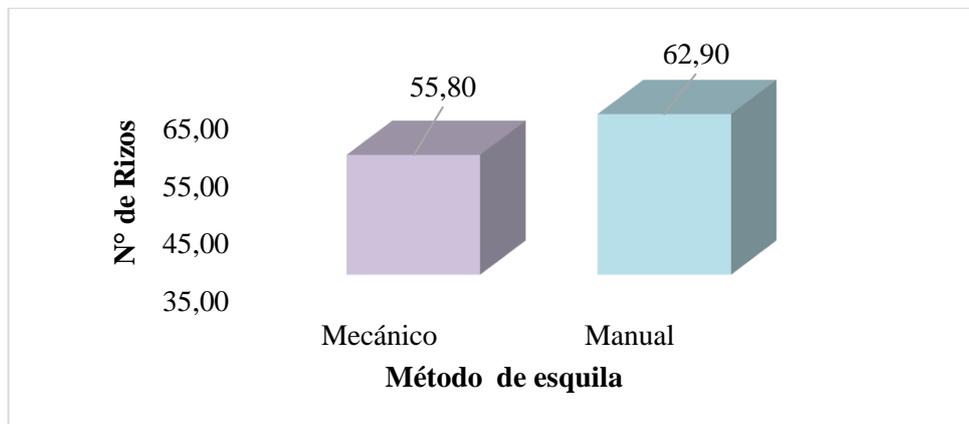
Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023.

#### 4.2.2 Número de rizos ( $N^{\circ}/cm$ )

Los números de rizos de la fibra de alpaca no presentó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) por efecto de los métodos de esquila utilizados, por cuanto se registran  $55,80 \pm 13,26$   $N^{\circ}/cm$  en el procedimiento mecánico (esquiladora eléctrica) y  $62,90 \pm 13,22$   $N^{\circ}/cm$  de forma manual (tijeras)

(como se puede observar en la ilustración 4-6), lo que indica que los números de rizos dependerá de los rasgos propios del animal como la especie, sexo, edad, mas no por el método de esquila.

Los resultados obtenidos están relacionados con el reporte realizado por (Aruquipa, 2015, pp.64-66), quien también examinó el número de rizos en la fibra de alpaca, encontrando valores de 75.9 y 76.12 utilizando el método de esquila manual. De igual manera menciona que mientras mayor cantidad de número de rizos tenga la fibra esta será de mejor calidad ya que facilita la torsión necesaria para el hilado. Por otro lado, los resultados difieren del estudio realizado por (Aucancela, 2015, pp.66-67), quien registró un número de rizos de 59.97, y de (Barja, 2011, pp.50-57) quien obtuvo valores de 30.14 en el número de rizos. Estas diferencias podrían deberse a variaciones en las características individuales de las alpacas estudiadas, así como a diferencias en los métodos de medición.



**Ilustración 4-6:** Características físicas de la fibra de alpaca obtenida mediante prueba de número de rizos.

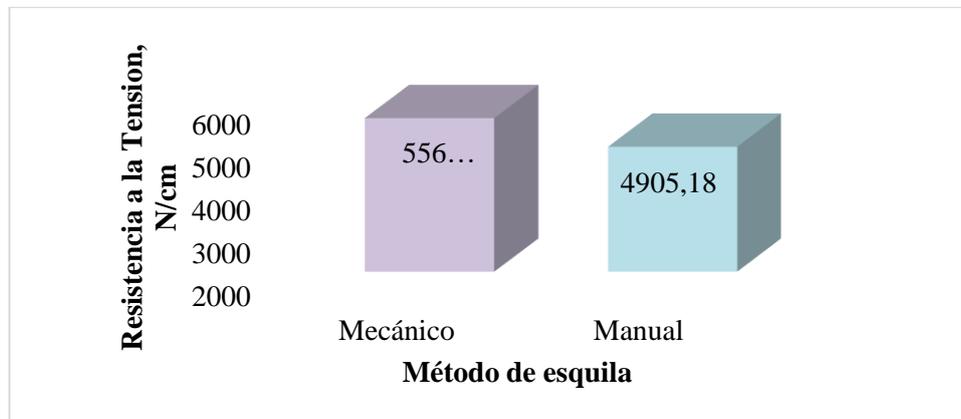
Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023

#### 4.2.3 Resistencia a la Tensión $N/cm^2$

La resistencia a la tensión de la fibra de alpaca no presentó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) pero si existen diferencias numéricas por efecto de los métodos de esquila utilizados, por cuanto se registraron  $5568,59 \pm 2668,52 N/cm^2$  en el procedimiento mecánico y  $4905,25 \pm 1729,25 N/cm^2$  de manera manual lo que da a conocer que la resistencia a la tensión de la fibra dependerá más de la elasticidad que tenga, y mas no por el método de esquila usado.

Los resultados guardan correlación con el estudio de (Huelbla et al., 2019: p.42), quien reportó que mediante la prueba física de resistencia a la tensión obtuvieron valores de 2663, 33 y 9316,70  $N/cm^2$  a diferencia de (Vaca et al., 2020: p.10), quienes reportaron valores de 2663,33  $N/cm$  en la

fibra fina; mientras que (Villarroel, 1962; citado en Gamarra, 2006, p.55), quien indicó que la resistencia está asociada a la elasticidad y plasticidad de la fibra y estima que en promedio, la fibra debe de tolerar sin mayores riesgos de ruptura a una tensión de 15% en adelante durante todo el proceso textil.



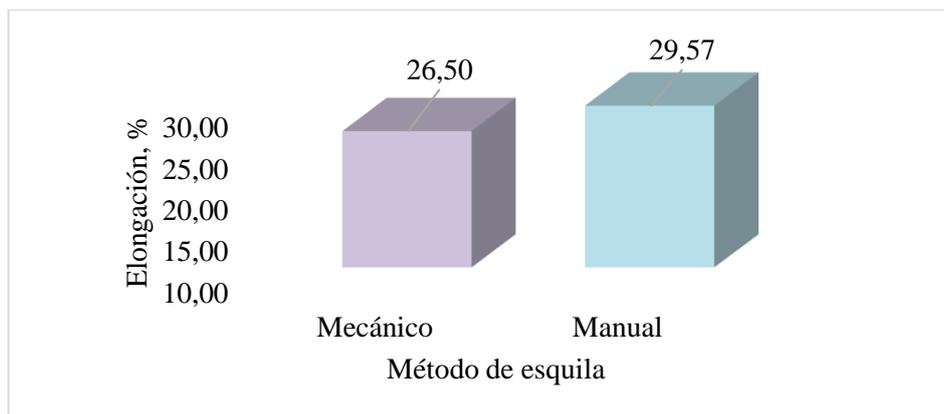
**Ilustración 4-7:** Características físicas del hilo de alpaca obtenido mediante prueba física de la resistencia a la tensión N/cm<sup>2</sup>

Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023

#### 4.2.4 *Elongación %*

El porcentaje de elongación de la fibra de alpaca no presentó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) por efecto de los métodos de esquilas utilizados, por cuanto se registraron valores de  $26,50 \pm 8,21$  % de manera mecánico y  $29,57 \pm 5,45$  % con el manual que estadísticamente son iguales lo que denota que el porcentaje de elongación dependerá de la resistencia a la tensión que posea la fibra y mas no del método utilizado.

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los de (Chávez, 2022, p.37), quien evaluó la elongación de la fibra de alpaca. Encontrando valores de 37.4% en la raza huacaya y 33.8% en la raza suri. Estos resultados sugieren que la fibra de alpaca tiene una buena capacidad de elongación, lo cual es un factor importante para la selección del hilo y el proceso de industrialización. Por otro lado, los resultados difieren del estudio realizado por (Vaca et al., 2020: p.10) quienes encontraron un porcentaje de elongación del 20% en la fibra fina y 12% en la fibra gruesa. Estas diferencias pueden deberse a las variaciones en las características de las muestras de fibra utilizadas en cada estudio y a las diferencias en las técnicas de medición empleadas. Además (Perdomo, 2019, p.2) indicó que el porcentaje de elongación es un componente importante para escoger el hilo a una magnitud anhelada para el proceso de industrialización.



**Ilustración 4-8:** Características físicas del hilo de alpaca obtenido mediante prueba física del porcentaje elongación

Realizado por: Gualoto, Milagros, 2023

### 4.3 Análisis económico

#### 4.3.1 Costo de producción

En base a los egresos realizados y la cantidad de hilo de alpaca obtenido se estableció que mediante el método de la esquila manual el costo de producción por kilogramo 21,78 dólares; mientras que al emplearse la esquila mecánica este costo se redujo a 20,67 dólares por kilogramo, lo que puede deberse posiblemente mediante el método de procedimiento mecánico se requiere menor tiempo para el proceso de la esquila existiendo en este caso un ahorro de casi del 50% del costo de mano de obra, lo que es corroborado por el reporte del (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2021, pp.12-13), que señala que la esquila mecánica permite reducir el tiempo, mantiene el vellón integro, así como ayuda a reducir el tiempo de trabajo en la esquila.

#### 4.3.2 Beneficio/costo

Tras comparar los ingresos totales y los costos totales generados por cada uno de los métodos empleados, se determinó que el enfoque mecánico proporciona una relación costo-beneficio de 1,21. Esto implica que, por cada dólar invertido, se ganará 0,21 centavos de dólar. En términos de rentabilidad económica, esto representa un rendimiento del 21%. Por otro lado, el método de esquila manual alcanza un rendimiento del 17%. Según estos resultados, se concluye que la esquila realizada mediante el método mecánico es más favorable desde una perspectiva económica, sin comprometer la calidad del vellón, la fibra y el hilo obtenidos.

**Tabla 4-3:** Costo de Producción del proceso de obtención de la fibra de alpaca

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio		
		Unitario	Manual	Mecánica
<b>Materiales directos</b>				
Esquila	10	2,00	20,00	15,00
Vellón, unidades	10	3,00	30,00	30,00
Detergente, L	1	3,00	3,00	3,00
Hilado kg	4,5	10,00	45,00	45,00
<b>TOTAL, EGRESOS</b>			98,00	93,00
<b>Cantidad de hilo obtenido, kg</b>			4,50	4,50
Costo de producción, USD /kg			21,78	20,67
Precio de venta hilo, USD/kg			25,00	25,00
<b>TOTAL, INGRESOS</b>			112,50	112,50
<b>Beneficio/Costo</b>			1,15	1,21

Realizado por: Gualoto, Milagros 2023

## CONCLUSIONES

- El método de esquila mecánico proporciona un ahorro significativo de tiempo de 75 minutos en comparación con la esquila manual. Esto indica que el rendimiento entre los dos métodos de esquila es similar, ya que se logra la misma cantidad de trabajo en menos tiempo con el método mecánico.
- Los métodos de esquila, tanto mecánica como manual, no tienen un impacto significativo en las características físicas de la fibra y el hilo. Se observó que la longitud promedio de la fibra fue de 14,90 cm en el método mecánico y 14,20 cm en el método manual. En cuanto al número de rizos, se registraron valores de 55,80 en el proceso mecánico y 62,90 en el proceso manual. En términos de resistencia a la tensión, se obtuvieron valores de 5568,59 N/cm<sup>2</sup> en el método mecánico y 4905,18 N/cm<sup>2</sup> en el método manual. En cuanto al porcentaje de elongación, se registraron valores de 26,50% en el método mecánico y 29,57% en el método manual.
- Al determinar los costos de producción se establecieron valores similares en la esquila manual con 21,78 y 20,67 en la mecánica, estableciéndose una rentabilidad económica de 21% con la esquila mecánica a diferencia de la esquila manual con la cual se alcanza una rentabilidad del 17%.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda producir fibra de alpaca esquilada mecánicamente por lo que existe un ahorro de tiempo sin que se altere las características físicas.
- ✓ Continuar con el estudio de la fibra de alpaca utilizando otros procesos tecnológicos industriales para añadirle un valor agregado
- ✓ Capacitar a los productores alpaqueros para que implementen el uso de los procesos tecnológicos en el proceso de obtención de la fibra.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUILERA, MILAGROS.** *Esquila y categorización de fibra de alpaca Manual práctico*. 1ª ed. Arequipa-Perú: Programa Regional Sur desco, 2016, p. 26. [Consulta: 07 mayo 2023]. Disponible en: 978-612-4043-38-3

**ARQUIPA, MARTIN.** Evaluación de la calidad de la fibra de alpaca huacaya (*Vicugna pacos*) en dos localidades del municipio de Catacora, Departamento de la paz (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz, Bolivia. 2015. pp. 64-66. [Consulta: 07 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6906/T-2167.pdf>

**AUCANCELA, BYRON.** Caracterización de la fibra de *Vicugna pacos* (Alpaca) de la parroquia San Juan, Provincia de Chimborazo (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad De Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 66-67. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/5197/1/17T1282%20.pdf>

**BÁEZ, ARCINIEGA.** Mejoramiento de la productividad en la hilatura manual de fibra alpaca en la comunidad de Morochos – Cuycocha – Cotacachi (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Técnica del Norte, Facultad De Ingeniería de Ciencias Aplicadas, Carrera de ingeniería Textil. Ibarra-Ecuador. 2013. pp. 38-39. [Consulta: 22 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1975>

**BARJA, DANILO.** Correlación entre el diámetro, número de rizos y grados de curvatura de la fibra de alpacas Huacaya de Plantel de la Sais Pachacutec (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de zootecnia. Perú. 2011. pp. 50-57. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1785>

**BARNILS, CANAL.** Estudio de las propiedades superficiales y del postsuavizado de tejidos de lana y poliamida 6 tratados con plasma (Trabajo de titulación) (Doctoral). [En línea] Universidad Politécnica de Catalunya, Departamento de Ingeniería Textil y Pesquera, Perú. 2015. pp. 38-39. [Consulta: 22 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/6494#page=2>

**CASTELLARO, GIORGIO; et al.** “Las alpacas: posible alternativa para zonas marginales del secano costero”. *biblioteca.inia* [en línea], 2017, 1(1), pp. 11-12.

**CCANA, ERNESTO.** *Esquila de alpacas Cartilla de técnicas apropiadas para la esquila de alpacas* [en línea]. 1ª ed. Perú: Practical Action, 2013. pp. 6-7. [Consulta: 29 octubre 2022]. Disponible en: <http://isbn.bnpgob.pe/catalogo.php?mode=detalle&nt=57007>

**CCANA, ERNESTO; & EDWIN, APAZA.** *Técnicas apropiadas de esquila en alpacas* [en línea]. 1ª ed. Perú: Soluciones Prácticas, 2008. p. 13. [Consulta: 20 septiembre 2022]. Disponible en: <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/MzUw.pdf>

**CHÁVEZ, BELINDA.** Caracterización y evaluación de la resistencia mecánica de la Mezcla de Hilos de Fibra de Alpaca con fibra Proteica de leche (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería en procesos, Escuela de Posgrado. Arequipa-Perú. 2022. p. 37. [Consulta: 19 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/521d8224-f492-4e6e-ba0a-905a14a45288/content>

**COELI, ELIPH.** *Estudio difusión y sistematización de buenas prácticas con énfasis en todos los eslabones de la cadena de valor de la alpaca en ecuador* [En línea]. 2007. [Consulta: 09 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.pastoresandinos.org/images/allegati/Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20Ecuador.pdf>

**CONDORI, JULIO.** Variedad del diámetro de la fibra en el vellón de alpacas (Vicugna pacos) Raza huacaya a primera esquila, distrito de Andagua Province Arequipa 2018 (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Católica De Santa María, Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Arequipa-Perú. 2019. pp. 15-17. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/233005827.pdf>

**CONTRERAS, SIMÓN.** *Potencial productivo y comercial de la Alpaca* [en línea]. 2019. [Consulta: 09 octubre 2022]. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/423423/potencial\\_productivo\\_comercial\\_de\\_la\\_alpaca.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/423423/potencial_productivo_comercial_de_la_alpaca.pdf)

**CÓRDOVA, MARGOTH.** Comparación de la calidad de las fibras de Vicugna pacos (Alpaca) y Lama glama (Llama) (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Zootecnia. Riobamba-Ecuador. 2015. p. 6. [Consulta: 08 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5205/1/17T1290.pdf>

**CRISPÍN, MARIANA.** Productividad y distribución de fibra de alpaca en la región de Huancavelica (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Económicas, Lima-Perú. 2008. pp. 11-13. [Consulta: 24 octubre 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323343004.pdf>

**CRUZ, LEONICIO.** Rendimiento de la fibra de alpaca categorizada a la clasificación en cuatro asociaciones de productores en la provincia de Lucanas y Sucre-Región Ayacucho (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Nacional Del Centro del Perú, Facultad de zootecnia, Huancayo – Perú. 2011. p. 35. [Consulta: 02 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2896/De%20La%20Cruz%20Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**DE LA CRUZ ROJAS, LEONCIO.** Rendimiento de fibra de alpaca categorizada a la clasificación en cuatro asociaciones de productores en la provincia de Lucanas y Sucre-Región Ayacucho (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Nacional Del Centro del Perú, Facultad de zootecnia, Huancayo – Perú. 2016. pp. 41-42. [Consulta: 22 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2896/De%20La%20Cruz%20Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**DÍAZ, JAIME.** Principales características de la Fibra de Alpacas Huacaya y Suri del sector Chocomaquilla-Carabaya (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Nacional Del Altiplano Puno, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica, Escuela Profesional De Medicina Veterinaria Y Zootécnica. Puno-Perú. 2014. pp. 3-6. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://1library.co/document/q2no49rq-principales-caracteristicas-fibra-alpacas-huacaya-sector-chocomaquilla-carabaya.html>

**FRANCO, FRANCISCO.** “Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas”. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* [en línea], 2009, (Perú) 20 (2), pp.

1-3. [Consulta: 20 mayo 2023]. ISSN 1609-9117. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172009000200006](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172009000200006)

**FRANZ, NÉSTOR; es al.** *Proyecto ganadero corrientes. Centro Regional Corrientes estación Experimental Agropecuaria Mercedes corrientes* [En línea]. 2018. [Consulta: 24 octubre 2022]. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina\\_lana/27-Curso\\_de\\_esquila.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/27-Curso_de_esquila.pdf)

**GAMARRA, GILMER.** Correlación entre el número de rizos, diámetro de fibra, longitud de mecha y de fibra en alpacas hembras huacaya en la unidad de producción cochas de la S.A.I.S tupac amaru Ltda.N1 (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Nacional del centro del Perú, Facultad de Zootécnia, Huancayo-Perú. 2006. p. 55. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2924/Gamarra%20Sanchez.pdf?sequence=1>

**GARCIA, DANIEL; & IGLESIAS, GRACE.** Estudio de factibilidad para la creación de una empresa comunitaria dedicada a la producción pecuaria de camélidos sudamericanos en la comuna "La Esperanza", parroquia de Tufiño, cantón Tulcán, Carchi (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Central del Ecuador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia, Quito-Ecuador. 2017. pp. 25-26. [Consulta: 24 octubre 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10284/1/T-UCE-0014-014-2017.pdf>

**GIZ.** *Catálogo de maquinaria para el procesamiento de Fibra de Alpaca* [En línea]. Perú: 2013. [Consulta: 24 octubre 2022]. Disponible en: [https://energypedia.info/images/0/05/Maquinaria\\_para\\_Fibra\\_de\\_Alpaca.pdf](https://energypedia.info/images/0/05/Maquinaria_para_Fibra_de_Alpaca.pdf)

**GORTAIRE, FELIPE.** *Pastores andinos* [En línea]. 7 de octubre, 2015. [Consulta: 09 de octubre de 2022] <http://www.pastoresandinos.org/images/allegati/ESTUDIO%20Formas%20Organizativas%20Ecuador.pdf>

**HUELBLA, WENDY; & REA, JESICA.** Industrialización, Diseño y elaboración de artículos terminados con la fibra de alpaca (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias

Pecuarias. Riobamba-Ecuador. 2019. p. 42. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13503/1/27T0423.pdf>

**LAMO, DANIEL.** *Camélidos sudamericanos. Buenos Aires: Organización. Internacional de la Sanidad Animal* [En línea]. 2011. [Consulta: 20 noviembre 2022]. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_de\\_camelidos/camelidos\\_general/16-camelidos\\_sudamericanos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/camelidos_general/16-camelidos_sudamericanos.pdf)

**LEOTHEME.** *La Maison de la alpaca* [En línea]. 2019. [Consulta: 24 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.lamaisondelalpaca.com/es/content/8-la-historia-de-la-alpaca>

**LIU, XIN; & WANG, XUNGAI.** "A Comparative Study on the Felting Propensity of Animal Fibers". *Textile Research Journal* [en línea], 2007, (Australia) 77 (2), pp. 24-34. [Consulta: 20 noviembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0040517507083>

**MARTÍNEZ, LIZETT.** Evaluación de las características físicas de la fibra de híbrido "MISTI" producto del cruzamiento de alpaca (*Vicugna pacos*) macho y llama (*Lama Glama*) hembra en el municipio de catacora departamento de la Paz (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Mayor De San Andres, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz-Bolivia. 2015. pp. 54-56. [Consulta: 22 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6881/T-2171.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**MARTINEZ, ZENON.** Estudio de la calidad de fibra de camélidos domésticos llama (*Lama glama*) Alpaca (*Vicugna pacos*) y del híbrido "MISTI" (Trabajo de titulación) (Maestría). [En línea] Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Postgrado, La paz-Bolivia. 2018. pp. . [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/20634/TM-2656.pdf?sequence=1>

**NTE INEN 2852, 2015.** *Fibra de alpaca requisitos para el vellón.*

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN (FAO).** *Estudio FAO Producción y sanidad animal* [En línea]. 2014. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/animal-production/es>

**QUISPE, E.; et al.** “Bases para un programa de mejora de alpacas en la región altoandina de Huancavelica-Perú”. *Archivos de Zootecnia* [en línea], 2012, (Perú) 58 (224), pp. 2-3. [Consulta: 20 noviembre 2022]. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-05922009000400008](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922009000400008)

**QUISPE, E.; et al.** “Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica”. *Italy Roswitha Baumung Food and Agriculture Organization of the United Nations* [en línea], 2009, (Lima) 45, pp. 30-49. [Consulta: 22 Octubre 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3127052>

**QUISPE, EDGAR; et al.** “Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza huacaya”. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* [en línea], 2013, (España) 7(1), pp. 11-12. [Consulta: 22 Octubre 2022]. Disponible en: <https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/view/41413>

**QUISPE, JESÚS; et al.** “Características físicas y perfil de diámetro de fibra de alpacas Huacaya del Centro Experimental La Raya (Puno, Perú), según edad y sexo”. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* [en línea], 2021, (Perú) 32(2), pp. 7-8. [Consulta: 22 Octubre 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20004>

**QUISPE, YOVANA.** Evaluación de la Producción y Calidad de Fibra de Alpaca Huacaya (Vicugna pacos) en la Comunidad Originaria Chacaltaya (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Mayor De San Andrés, Facultad de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica. La Paz-Bolivia. 2020. p. 13. [Consulta: 18 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25374/TV-2800.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**RAGGI, LUIS; & FERRANDO GERMÁN.** “Avances en fisiología y adaptación de camélidos sudamericanos”. *Avances En Ciencias Veterinarias* [en línea], 1998, (Chile) 13 (1), p. 1. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.5354/acv.v13i1.4806>

**RENIERI; et al.** “Definición de razas en llamas y alpacas”. *Animal Genetic Resources/Resources Génétiques Animales/Recursos Genéticos Animales* [en línea], 2009, 45, pp. 45-54. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: [doi:10.1017/S1014233909990319](https://doi.org/10.1017/S1014233909990319)

**RSPCA.** *¿Cuáles son los problemas de bienestar animal con la esquila de ovejas?* [En línea]. 2019. [Consulta: 22 octubre de 2022]. Disponible en: <https://kb.rspca.org.au/knowledge-base/what-are-the-animal-welfare-issues-with-shearing-of-sheep/>

**SÁNCHEZ, ANA.** Evaluación de la calidad de Fibra de alpaca, con la aplicación de complejo de microminerales en la comunidad de Apagua-Pujilí (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria. Latacunga-Ecuador. 2015. p. 5. [Consulta: 22 octubre 2022]. Disponible en: [http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2824/1/T-UTC-00348.pdf?fbclid=IwAR0YoB42WP5IDRDM1W4CB454OYT3iu64GEglxo9c0C7PKFOOoCwT7\\_ORYcE](http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2824/1/T-UTC-00348.pdf?fbclid=IwAR0YoB42WP5IDRDM1W4CB454OYT3iu64GEglxo9c0C7PKFOOoCwT7_ORYcE)

**SÁNCHEZ, CRISTIAN.** *Crianza y producción de alpacas* [en línea]. 1ª ed. Lima-Perú: Ripalme, 2004. p. 125. [Consulta: 20 septiembre 2022]. Disponible en: <https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=31881>

**SIMBANIA, JUAN.** Calidad de fibra en alpacas en las comunidades del austro, provincia de Cañar (Trabajo de titulación) (Pregrado). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Zootecnista. Riobamba-Ecuador. 2015. p. 51. [Consulta: 04 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5213/1/17T1299.pdf?fbclid=IwAR3q4zX1-v0aVKxEHLwXoVnCbU1mYCr6Pz6AxQNtcTyeXpywDXL888xZZG8>

**SOLÍS, RAMÓN.** *Producción de camélidos sudamericanos* [en línea]. 2da ed. Lima-Perú: IMPRENTA RIOS S.A.C., 2006. p. 146. [Consulta: 20 septiembre 2022]. Disponible en: <http://biblioteca.ueb.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-MARCdetail.pl?biblionumber=13151>

**VACA, MARITZA; et al.** “Caracterización de las Propiedades Físico - Mecánicas de la Fibra de Alpaca (Vicugna pacos) de la Estación Experimental Tunshi”. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.* [en línea], 2020, (Ecuador) 1 (1), p. 10. [Consulta: 22 Octubre 2022]. Disponible en: <https://knepublishing.com/index.php/esPOCH/article/view/9574/15921>

**WANG, XUNGAI; et al.** The quality and processing performance of alpaca fibres [En línea]. Borton-U.S.A.: Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC), 2003. [Consulta: 04 mayo 2023]. Disponible en:

[https://dro.deakin.edu.au/articles/book/The\\_quality\\_and\\_processing\\_performance\\_of\\_alpaca\\_fibres/20564511/1](https://dro.deakin.edu.au/articles/book/The_quality_and_processing_performance_of_alpaca_fibres/20564511/1)

**WCS BOLIVIA.** *La esquila mecánica de vicuñas amplía los beneficios para las comunidades* [En línea]. 2022. [Consulta: 15 octubre de 2022]. Disponible en: <https://bolivia.wcs.org/es-es/Recursos-Informativos/Sala-de-noticias/articleType/ArticleView/articleId/17806/La-esquila-mecanica-de-vicunas-amplia-los-beneficios-para-las-comunidades.aspx#:~:text=La%20m%C3%A1quina%20el%C3%A9ctrica%20es%20una%20herramienta>

**YATES, JULIAN.** *BioAndes - calendario alpaquero para la crianza de alpacas* [blog]. Cusco-Perú: 2018. [Consulta: 02 de junio de 2023]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/209447251/BioAndes-calendario-alpaquero#>

**ZÁRATE, ÁNGEL.** *Guía técnica dirigida en caracterización y clasificación de fibras de alpaca* [En línea]. 2012. [Consulta: 20 octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/005-a-alpaca.pdf>



## ANEXOS

### ANEXO A: SELECCIÓN DE LOS ANIMALES PARA LA DE ESQUILA MANUAL Y MECÁNICO



### ANEXO B: PESADO Y TOMA DE MUESTRAS DE LAS ALPACAS



### ANEXO C: PREPARACIÓN PARA LA ESQUILA MANUAL Y MECÁNICO DE LAS ALPACAS



### ANEXO D: ESQUILA MANUAL Y MECÁNICO DE LAS ALPACAS



**ANEXO E: PESADO, CLASIFICACIÓN Y LIMPIEZA DEL VELLÓN DE LA ESQUILA  
MANUAL Y MECÁNICO**



**ANEXO F: LAVADO SECADO Y ESCARMENADO DE LA FIBRA OBTENIDA  
MEDIANTE LA ESQUILA MANUAL Y MECÁNICA**



**ANEXO G: CARDADO, HILADO DE LA FIBRA OBTENIDA MEDIANTE LA ESQUILA  
MANUAL Y MECÁNICA**



**ANEXO H: PRUEBAS FÍSICAS DEL HILO DE ALPACA**



**ANEXO I: RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA PRUEBA DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LA PRIMERA CATEGORÍA EN LA ESQUILA MECÁNICA**

Tratamientos	Código	Resistencia a la tensión	Porcentaje de elongación
MÉTODO DE ESQUILA MECÁNICA PRIMERA CATEGORÍA	31	10746,67	37,14
	211	3377,78	25,71
	212	4361,11	25,71
	92	6570,00	28,57
	203	3975,00	15,71
	176	2210,71	47,14
	209	4755,56	25,71
	206	7990,91	37,14
	181	2230,00	8,57
	146	6021,43	21,43
MÉTODO DE ESQUILA MECÁNICA SEGUNDA CATEGORÍA	31	3642,86	28,57
	211	4656,25	24,29
	212	11200,00	27,14
	92	4574,07	32,86
	203	6157,14	27,14
	176	8462,50	22,86
	209	8983,33	25,71
	206	4410,00	27,14
	181	2475,00	17,14
	146	4571,43	24,29

**ANEXO J: RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA PRUEBA DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LA SEGUNDA CATEGORÍA EN LA ESQUILA MANUAL**

Tratamientos	Repeticiones	Resistencia a la tensión	Porcentaje de elongación
	84	4409,09	24,29
	105	2577,78	27,14
	185	4411,11	37,14
MÉTODO DE ESQUILA MANUAL PRIMERA CATEGORÍA	200	3972,22	21,43
	161	6805,56	31,43
	207	5814,29	38,57
	98	6636,36	27,14
	155	5290,00	28,57
	192	4462,96	34,29
	131	3856,25	34,29
	84	4545,45	37,14
	105	5268,75	38,57
	185	675,00	22,86
MÉTODO DE ESQUILA MECANICO SEGUNDA CATEGORÍA	200	7635,71	24,29
	161	5475,00	27,14
	207	5044,44	24,29
	98	3011,11	31,43
	155	6137,04	28,57
	192	7978,57	27,14
	131	4096,97	25,71

**ANEXO K: ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA DE LONGITUD EN CM DE LA FIBRA DE A**

Longitud,cm (ALPACA)					
Esquila			Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
No. Observ.	Mecánica	Manua 1			
1	16	12		<i>Mecánica</i>	<i>Manual</i>
2	20	13	Media	14,90	14,20
3	12	16	Varianza	9,21	5,73
4	10	15	Dev. estándar	3,03	2,39
5	14	18	Observaciones	10,00	10,00
6	18	16	Coefficiente de correlación de Pearson	-0,10	
7	17	14	Diferencia hipotética de las medias	0,00	
8	15	16	Grados de libertad	9,00	
9	15	11	Estadístico t	0,55	
10	12	11	P(T<=t) una cola	0,299	

**ANEXO L: ESTADÍSTICO DEL NÚMERO DE RIZOS DE LA FIBRA DE ALPACA**

N° de Rizos, Ondulaciones (ALPACA)					
Esquila			Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
No. Observ.	Mecánica	Manual			
1	68	76		<i>Mecánica</i>	<i>Manual</i>
2	34	62	Media	55,80	62,90
3	52	74	Varianza	175,96	174,77
4	38	52	Dev. Estándar	13,26	13,22
5	47	78	Observaciones	10,00	10,00
6	75	42	Coefficiente de correlación de Pearson	-0,14	
7	63	69	Diferencia hipotética de las medias	0,00	
8	58	74	Grados de libertad	9,00	
9	67	56	Estadístico t	-1,12	
10	56	46	P(T<=t) una cola	0,145	

**ANEXO M: PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN  
DE LA FIBRA DE ALPACA**

No. Observ.	Esquila	
	Mecánica	Manual
1	10746,67	4409,09
2	3377,78	2577,78
3	4361,11	4411,11
4	6570,00	3972,22
5	3975,00	6805,56
6	2210,71	5814,29
7	4755,56	6636,36
8	7990,91	5290,00
9	2230,00	4462,96
10	6021,43	3856,25
11	3642,86	4545,45
12	4656,25	5268,75
13	11200,00	675,00
14	4574,07	7635,71
15	6157,14	5475,00
16	8462,50	5044,44
17	8983,33	3011,11
18	4410,00	6137,04
19	2475,00	7978,57
20	4571,43	4096,97

---

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

---

	<i>Mecánica</i>	<i>Manual</i>
Media	5568,59	4905,18
Varianza	7120995,62	2990317,70
Dev. Estándar	2668,52	1729,25
Observaciones	20,00	20,00
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,52	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	19,00	
Estadístico t	0,77	
P(T<=t) una cola	0,226	

---

**ANEXO N: PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA PRUEBA DE PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA**

No. Observ.	Esquila	
	Mecánica	Manual
1	37,14	24,29
2	25,71	27,14
3	25,71	37,14
4	28,57	21,43
5	15,71	31,43
6	47,14	38,57
7	25,71	27,14
8	37,14	28,57
9	8,57	34,29
10	21,43	34,29
11	28,57	37,14
12	24,29	38,57
13	27,14	22,86
14	32,86	24,29
15	27,14	27,14
16	22,86	24,29
17	25,71	31,43
18	27,14	28,57
19	17,14	27,14
20	24,29	25,71

---

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

---

	<i>Mecánica</i>	<i>Manual</i>
Media	26,50	29,57
Varianza	67,34	29,67
Dev. Estándar	8,21	5,45
Observaciones	20,00	20,00
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,03	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	19,00	
Estadístico t	-1,38	
P(T<=t) una cola	0,092	

---

**ANEXO O: PRUEBA ESTADÍSTICAS POR EFECTO DE ESQUILA CONSIDERANDO EL TIEMPO**

---

Tiempo, h (ALPACA)

---

No. Observ.	Esquila	
	Mecánica	Manual
1	11:27:09	01:01:54.03
2	23:45:07	01:23:50.08
3	20:31:45	01:15:44.07
4	8:25:17	01:30:55.09
5	22:57:05	01:35:58.04
6	5:27:18	02:00:18.05
7	6:50:19	01:43:23.09
8	3:09:14	01:32:19.02
9	14:23:09	01:20:42.07
10	9:17:25	01:17:55.09

---

Tiempo, h (ALPACA)		
Esquila		
No. Observ.	Mecánica	Manual
1	12	61
2	24	83
3	21	75
4	9	90
5	23	95
6	6	120
7	7	103
8	4	92
9	15	80
10	10	77

---

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

---

	<i>Mecánica</i>	<i>Manual</i>
Media	13,10	87,60
Varianza	53,43	269,38
Dev. Estándar	7,31	16,41
Observaciones	10,00	10,00
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,37	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	9,00	
Estadístico t	-11,60	
P(T<=t) una cola	5,126E-07	

---

## ANEXO P: PRUEBA ESTADÍSTICA DEL PESO DEL ANIMAL SIN ESQUILAR

		Prueba t para medias de dos muestras emparejadas			
		Esquila			
No.					
Observ.	Mecánica	Manual		<i>Mecánica</i>	<i>Manual</i>
1	70,50	81,70			
2	40,90	76,90	Media	57,58	65,97
3	51,00	69,70	Varianza	198,77	319,37
4	72,00	42,80	Dev. Estándar	14,10	17,87
5	40,00	42,90	Observaciones	10,00	10,00
Coeficiente de correlación de					
6	58,70	93,20	Pearson	-0,01	
7	59,80	59,80	Diferencia hipotética de las medias	0,00	
8	40,00	60,00	Grados de libertad	9,00	
9	77,90	48,90	Estadístico t	-1,16	
10	65,02	83,80	P(T<=t) una cola	0,138	

## ANEXO Q: PRUEBA ESTADÍSTICA DEL PESO DEL VELLÓN

		Prueba t para medias de dos muestras emparejadas			
		Esquila			
No.					
Observ.	Mecánica	Manual		<i>Mecánica</i>	<i>Manual</i>
1	3,20	4,30			
2	2,40	4,40	Media	2,54	3,39
3	2,40	4,60	Varianza	0,14	0,85
4	2,30	2,70	Dev. Estándar	0,37	0,92
5	2,50	2,90	Observaciones	10,00	10,00
Coeficiente de correlación de					
6	3,10	2,40	Pearson	0,19	
7	2,80	3,50	Diferencia hipotética de las medias	0,00	
8	2,20	3,00	Grados de libertad	9,00	
9	2,10	2,00	Estadístico t	-2,91	
10	2,40	4,10	P(T<=t) una cola	0,009	

**ANEXO R: PRUEBA ESTADÍSTICO DEL RENDIMIENTO DEL VELLÓN**

			Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
Esquila					
No.					
Observ.	Mecánica	Manual		<i>Mecánica</i>	<i>Manual</i>
1	4,54	5,26			
2	5,87	5,72	Media	4,64	5,31
3	4,71	6,60	Varianza	1,34	1,61
4	3,19	6,31	Dev. Estándar	1,16	1,27
5	6,25	6,76	Observaciones	10,00	10,00
			Coeficiente de correlación		
6	5,28	2,58	de Pearson	0,17	
			Diferencia hipotética de las		
7	4,68	5,85	medias	0,00	
8	5,50	5,00	Grados de libertad	9,00	
9	2,70	4,09	Estadístico t	-1,35	
10	3,69	4,89	P(T<=t) una cola	0,106	



**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 10 / 08 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Milagros Marisol Gualoto Cardoso
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Agroindustria
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Agroindustrial
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1581-DBRA-UTP-2023