

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**Presentado por:**  
**YESICA ANDÍA CHAVEZ**

**INFLUENCIA DE LA TARA EN POLVO (*Caesalpinia spinosa*) Y pH, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PIEL CURTIDA DE CONEJO (*Oryctolagus cuniculus*) PARA PELETERÍA.**

**Asesor:**  
**JUVENAL RIVAS LEGUÍA**

**Co - Asesor:**  
**FLORENTINO LÁZARO MENDOZA MARIN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ**  
**2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**INFLUENCIA DE LA TARA EN POLVO (*Caesalpinia spinosa*) Y pH, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PIEL CURTIDA DE CONEJO (*Oryctolagus cuniculus*) PARA PELETERÍA.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Presentado por:**

**YESICA ANDÍA CHAVEZ**

**Asesor:**

**JUVENAL RIVAS LEGUÍA**

**Co - Asesor:**

**FLORENTINO LÁZARO MENDOZA MARIN**

**ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ**  
**2020**



## APROBACION DEL ASESOR

Quién suscribe:

**Ing. Juvenal Rivas Leguía**, por la presente:

### CERTIFICA,

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial YESICA ANDÍA CHAVEZ, ha culminado satisfactoriamente el Informe Final de Tesis intitulado:

"INFLUENCIA DE LA TARA EN POLVO (*Caesalpinia spinosa*) Y pH, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PIEL CURTIDA DE CONEJO (*Oryctolagus cuniculus*) PARA PELETERÍA." para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 10 de marzo del 2020.

---

Ing. Juvenal Rivas Leguía

**Asesor**

---

Br. Yesica Andía Chavez

**Tesista**



## APROBACION DEL CO-ASESOR

Quién suscribe:

**PhD. Florentino Lázaro, Mendoza Marín**, por la presente:

### CERTIFICA,

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial YESICA ANDÍA CHAVEZ, ha culminado satisfactoriamente el Informe Final de Tesis intitulado:

"INFLUENCIA DE LA TARA EN POLVO (*Caesalpinia spinosa*) Y pH, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PIEL CURTIDA DE CONEJO (*Oryctolagus cuniculus*) PARA PELETERÍA." para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 10 de marzo del 2020.

PhD. Florentino Lázaro, Mendoza Marín

**Co-Asesor**

Bach. Yesica Andía Chavez

**Tesista**



FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACION  
DE TESIS

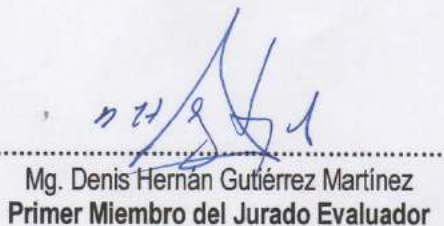
En la Av. 28 de julio N° 1103 del Local Académico SL02 (Santa Rosa) en el Salón de Grados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de Talavera de la Reyna de la Provincia de Andahuaylas, siendo las 14:00 horas del día jueves 19 de diciembre del año 2019, se reunieron los docentes: MSc. Thomas Ancco Vizcarra, Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, Ing. Gina Genoveva Toro Rodríguez, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "INFLUENCIA DE LA TARA EN POLVO (*CAESALPINIA SPINOSA*) Y pH, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PIEL CURTIDA DE CONEJO (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS*) PARA PELETERÍA", cuya autora es la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial YESICA ANDÍA CHAVEZ, el asesor Ing. Juvenal Rivas Leguía, Co-Asesor Dr. Florentino Lázaro Mendoza Marín con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador ACORDÓ: APROBAR por UNANIMIDAD a la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial YESICA ANDÍA CHAVEZ, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
16	DIECISEIS	Muy BUENO

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

  
MSc. Thomas Ancco Vizcarra  
Presidente del Jurado Evaluador

  
Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez  
Primer Miembro del Jurado Evaluador

  
Ing. Gina Genoveva Toro Rodríguez  
Segundo Miembro del Jurado Evaluador



## APROBACION DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: **Influencia de la tara en polvo (*Caesalpinia spinosa*) y pH, en las propiedades físicas de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería;** para optar el Título profesional de Ingeniero Agroindustrial ha sido evaluada por el Jurado Dictaminador conformado por:

**PRESIDENTE:** MSc. Thomas Ancco Vizcarra

**PRIMER MIEMBRO:** Mg. Denis Hernán Gutierrez Martínez

**SEGUNDO MIEMBRO:** ING. Gina Genoveva Toro Rodriguez

Habiendo sido aprobado por unanimidad, en la ciudad de Andahuaylas el día 19 del mes diciembre de 2019.

Andahuaylas, 24 de marzo de 2020.

MSc. THOMAS ANCCO VIZCARRA

**PRESIDENTE DEL JURADO DICTAMINADOR**

Mg. DENIS HERNÁN GUTIERREZ MARTÍNEZ

**PRIMER MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR**

ING. GINA GENOVEVA TORO RODRIGUEZ

**SEGUNDO MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR**



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Yesica Andía Chavez, identificado (a) con DNI N° 47717023 de la **Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial** **Declaro bajo juramento** que el Informe de Tesis intitulado: **“INFLUENCIA DE LA TARA EN POLVO (*Caesalpinia spinosa*) Y pH, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PIEL CURTIDA DE CONEJO (*Oryctolagus cuniculus*) PARA PELETERÍA”**.

Es auténtico y no vulnera los derechos de autor. Además, su contenido es de entera responsabilidad del autor de tesis, quedando la UNAJMA exenta de toda responsabilidad en caso de atentar contra la Ley de propiedad intelectual y derechos de autor.

Andahuaylas, 10 de marzo del 2020

Yesica Andía Chavez

N° DNI: 47717023

E-mail: yeca\_dulce\_121@hotmailcom

N° Celular: 965636129

## **DEDICATORIA**

A Dios, por guiarme en la travesía de la vida y protegerme.

Por tu amor incondicional, por ser mi inspiración y mis fuerzas para seguir adelante y no flaquear en este logro. Para ti José Adriano.

A mis padres, quienes me enseñaron a nadar contra la corriente en el largo andar del camino de la vida, brindarme su confianza y su apoyo incondicional.



## **AGRADECIMIENTOS**

- Con una expresión de gratitud, a mi querida Universidad José María Arguedas porque en sus aulas recibí las más gratas enseñanzas que guiarán mi camino; y a mis distinguidos maestros que con nobleza y entusiasmo vertieron todo su apostolado en mi alma.
- A mis Asesores, Ing. Juvenal Rivas Leguía y al PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín, por su abnegada labor de orientación profesional durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- Al MSc. Thomas Ancco Vizcarra, Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, Ing. Gina Genoveva Toro Rodríguez; Miembros del jurado evaluador, por su paciencia, disponibilidad y rigurosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento sobre la materia de investigación que fue de gran ayuda para alcanzar los objetivos perseguidos.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTOS .....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvi
ABREVIATURAS .....	xvii
SÍMBOLOS .....	xviii
NOMENCLATURA .....	xix
RESUMEN .....	xx
ABSTRACT .....	xxi
CHUMASQA .....	xxii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación .....	3
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO .....	5
3.1. La piel .....	5
3.1.1. Partes de la piel en bruto .....	6
3.1.2. División de la superficie de la piel.....	6
3.1.2.1. Crupón .....	6
3.1.2.2. Cuello .....	7
3.1.2.3. Faldas .....	7
3.1.3. Estructura histológica de la piel.....	7
3.1.3.1. Epidermis (lado del pelo) .....	8
3.1.3.2. Dermis o corium .....	8
3.1.3.3. Tejido sub cutáneo o endodermis .....	8
3.1.4. Proteínas de la piel .....	9
3.1.5. Producción y estabilidad del colágeno .....	9
3.1.6. Aminoácidos de la piel .....	10
3.1.7. Punto isoeléctrico del colágeno.....	10
3.2. Teoría de la curtición vegetal.....	11

3.2.1. La curtición.....	11
3.2.2. Factores que influyen en la curtición vegetal.....	12
3.2.3. Piquelado una operación fundamental .....	12
3.2.4. El pH recomendado en las distintas operaciones de curtido .....	12
3.3. Agentes curtientes.....	13
3.3.1. La tara en polvo .....	14
3.3.2. Características del tanino de tara.....	14
3.4. El cuero .....	15
3.4.1. Características del cuero.....	15
3.5. La peletería .....	16
3.5.1. Principales características físicas del cuero para peletería .....	16
3.5.1.1. Espesor .....	16
3.5.1.2. Resistencia a la tracción.....	16
3.5.1.3. Resistencia a la costura.....	17
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
4.1. Lugar de ejecución .....	20
4.2. Material de estudio .....	20
4.3. Población y muestra.....	20
4.3.1. Universo y/o población .....	20
4.3.2. Muestra.....	20
4.3.3. Unidad de análisis.....	20
4.4. Equipos, instrumentos, materiales, reactivos e insumo .....	21
4.5. Metodología experimental .....	21
4.6. Diagrama de proceso de obtención de piel curtida de conejo.....	26
4.7. Diagrama experimental .....	27
4.8. Metodología de análisis.....	27
4.8.1. Determinación del espesor (mm) .....	27
4.8.2. Determinación de la resistencia a la tracción (kg-f/cm <sup>2</sup> ) .....	27
4.8.3. Determinación de la resistencia a las costuras (kg-f/cm <sup>2</sup> ).....	28
4.9. Diseño experimental.....	29
4.10. Prueba de hipótesis .....	30
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	33
5.1. Espesor, resistencia a la tracción y costura de la piel curtida .....	33
5.2. Análisis de varianza para espesor.....	33
5.3. Análisis de varianza para resistencia a la tracción.....	35
5.4. Análisis de varianza para resistencia a las costuras .....	37

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN .....	40
6.1. Espesor de la piel curtida de conejo para peletería .....	40
6.2. Resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo para peletería .....	41
6.3. Resistencia a las costuras de la piel curtida de conejo para peletería .....	43
CONCLUSIONES .....	45
RECOMENDACIONES .....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
ANEXO .....	50
APÉNDICE.....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. pH recomendado en las distintas operaciones de curtido .....	13
Tabla 2. Principales características del tanino de tara .....	14
Tabla 3. Listado de materiales e instrumentos .....	21
Tabla 4. Lavado de las pieles .....	22
Tabla 5. Fijación del pelo.....	22
Tabla 6. Piquelado de la piel .....	23
Tabla 7. Curtición de la piel .....	24
Tabla 8. Insumos para el engrasado del cuero.....	24
Tabla 9. Matriz de diseño experimental.....	30
Tabla 10. Análisis de varianza para el diseño factorial 3 <sup>2</sup> .....	32
Tabla 11. Media y desviación estándar para las variables de respuesta .....	33
Tabla 12. Análisis de varianza para espesor .....	34
Tabla 13. Medias por mínimos cuadrados para espesor .....	34
Tabla 14. Pruebas de múltiples rangos para espesor por pH .....	35
Tabla 15. Diferencia significativa para espesor por pH.....	35
Tabla 16. Análisis de varianza para resistencia a la tracción.....	35
Tabla 17. Medias por mínimos cuadrados para resistencia a la tracción .....	36
Tabla 18. Pruebas de múltiples rangos para resistencia a la tracción por tara en polvo .....	36
Tabla 19. Diferencia significativa para resistencia a la tracción por tara en polvo... 37	
Tabla 20. Pruebas de múltiples rangos para resistencia a la tracción por pH.....	37
Tabla 21. Diferencia significativa para resistencia a la tracción por pH.....	37
Tabla 22. Análisis de varianza de resistencia a las costuras .....	38
Tabla 23. Medias por mínimos cuadrados para resistencia a las costuras .....	38
Tabla 24. Pruebas de múltiples rangos para resistencia a las costuras por tara en polvo .....	39
Tabla 25. Diferencia significativa para resistencia a las costuras por tara en polvo 39	
Tabla 26. Pruebas de múltiples rangos para resistencia a las costuras por pH .....	39
Tabla 27. Diferencia significativa para resistencia a las costuras por pH.....	39
Tabla 28. Resultados de espesor .....	50
Tabla 29. Resultados de fuerza para resistencia a la tracción.....	50
Tabla 30. Resultados de espesor en cm .....	51
Tabla 31. Resultados de resistencia a la tracción en kg-f/cm <sup>2</sup> .....	52

Tabla 32. Resultados para resistencia a la tracción expresados en N/cm <sup>2</sup> .....	52
Tabla 33. Porcentaje de alargamiento por cada probeta .....	53
Tabla 34. Resistencia del hilo (RH) .....	54
Tabla 35. Resultados de resistencia a la costura en lb <sub>f</sub> .....	54
Tabla 36. Resultados de resistencia a las costuras en kg-f .....	55
Tabla 37. Resultados de resistencia a las costuras en kg-f/cm <sup>2</sup> .....	55
Tabla 38. Requisitos de las pieles de alpaca cría curtidas artesanalmente .....	63
Tabla 39. Estimados de resistencia a la costura.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura de la piel cambiar imagen.....	6
Figura 2. División de la superficie de la piel.....	7
Figura 3. Estructura de aminoácidos .....	10
Figura 4. Modelo de la interacción entre los polifenoles de la planta y el colágeno. 15	
Figura 5. Resistencia de la costura dependiente del hilo .....	17
Figura 6. Costuras en el cuero .....	18
Figura 7. Costura doble pespunte .....	18
Figura 8. Costura cadeneta simple clase 101 .....	19
Figura 9. Diagrama de bloques del proceso de curtiembre de piel de conejo.....	26
Figura 10. Factores y niveles a considerar en el diseño experimental.....	27
Figura 11. Las combinaciones de tratamientos de este diseño .....	29
Figura 12. Porcentaje de alargamiento por tratamientos .....	53
Figura 13. Comparación de medias para espesor .....	56
Figura 14. Interacciones para espesor .....	56
Figura 15. Comparación de medias para resistencia a la tracción.....	57
Figura 16. interacciones para resistencia a la tracción .....	57
Figura 17. Comparación de medias para resistencia a las costuras .....	58
Figura 18. Interacciones para resistencia a las costuras .....	58
Figura 19. Localización de los fragmentos .....	66
Figura 20. Medio crupón denotando la localización de la toma de muestra.....	67
Figura 21. Medio cuello denotando la localización de la toma de muestra .....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Espesor de piel curtida de conejo para peletería .....	50
Anexo 2. Graficas de espesor .....	56
Anexo 3. Gráficas para resistencia a la tracción.....	57
Anexo 4. Gráficas de resistencia a las costuras .....	58
Anexo 5. Método para determinar el espesor .....	59
Anexo 6. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción y alargamiento de rotura .....	60
Anexo 7. Requisitos. Pieles de alpaca cría curtidas artesanalmente .....	63
Anexo 8. Estimados para resistencia a la tracción y costuras .....	65
Anexo 9. Guía para el muestreo de cueros .....	66
Anexo 10. Matriz de consistencia.....	69



## ABREVIATURAS

<b>CITEccal</b>	: Centro de Innovación Tecnológica del Cuero y Calzado e Industrias Conexas
<b>H<sub>A</sub></b>	: Hipótesis alterna
<b>H<sub>0</sub></b>	: Hipótesis nula
<b>INACAL</b>	: Instituto Nacional de Calidad
<b>NTP</b>	: Norma Técnica Peruana
<b>N</b>	: Número de repeticiones de cada tratamiento.
<b>T</b>	: Tratamientos
<b>AB</b>	: Interacciones cuadráticas
<b>RT</b>	: Resistencia a la tracción
<b>RC</b>	: Resistencia a las costuras
<b>EP</b>	: Espesor promedio
<b>RH</b>	: Resistencia del hilo
<b>PPP</b>	: Puntadas por pulgada
<b>Li</b>	: Longitud inicial
<b>Lf</b>	: Longitud final
<b>ITP</b>	: Instituto Tecnológico de la Producción
<b>ITINTEC</b>	: Dirección de Investigación y Desarrollo
<b>MICTI</b>	: Dirección General de Artesanía
<b>LSD</b>	: Diferencia mínima significativa

## SÍMBOLOS

<b>kg</b>	: Kilogramo
<b>mm</b>	: Milímetro
<b>L</b>	: Litro
<b>%</b>	: Porcentaje
<b>N/cm<sup>2</sup></b>	: Newton por centímetro cuadrado
<b>Kg-f/cm<sup>2</sup></b>	: Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado
<b>lb</b>	: Libra
<b>F</b>	: Fuerza
<b>kg-f</b>	: Kilogramos fuerza
<b>lb<sub>f</sub></b>	: Libra fuerza
<b><math>y_{ijk}</math></b>	: Influencia de los factores A y B
<b><math>y_i</math></b>	: Efecto del factor A (curtiente de tara) en su nivel i
<b><math>\sigma_j</math></b>	: Efecto del factor B (pH) en su nivel j
<b><math>(\gamma\delta)_{ij}</math></b>	: Efecto de interacción de ambos factores en los niveles ij
<b><math>R^2</math></b>	: Coeficiente de determinación

## NOMENCLATURA

<b>C<sub>3</sub>COOH</b>	: Ácido acético
<b>Cr<sup>+3</sup></b>	: Cromo trivalente
<b>CH<sub>2</sub>O</b>	: Formalina
<b>NaHCO<sub>3</sub></b>	: Bicarbonato de sodio
<b>NaCl</b>	: Cloruro de sodio
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	: Peróxido de hidrogeno
<b>KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O</b>	: Sulfato potásico alumínico
<b>+H<sub>3</sub>N</b>	: Grupo amino
<b>COOH</b>	: Grupo carboxílico

## RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó con el propósito de evaluar la influencia de la tara en polvo y pH en las propiedades físicas de la piel de conejo para peletería. Se aplicó un diseño experimental factorial  $3^2$  de dos factores y tres niveles: Tara en polvo (12, 15 y 18 %) y pH (3,7;4,0 y 4,3). Se trabajó con 27 muestras para la obtención de los cueros de conejo, evaluándose el espesor (mm), resistencia a la tracción (kg-f/cm<sup>2</sup>) y resistencia a las costuras (kg-f/cm<sup>2</sup>).

El espesor se determinó el con vernier digital de precisión 0,1 mm, la resistencia a la tracción se determinó utilizando un torno Heder, para el cual se extrajeron probetas depiladas de 2,5 cm \*10 cm, el método se basó en medir el espesor de la piel curtida y la distancia de la probeta al someterla a una fuerza mediante una balanza romana y se midió la distancia entre las probetas. Para la resistencia a las costuras se extrajeron probetas depiladas de 5 cm \*10 cm, se hicieron la costura con punto cadeneta e hilo nylon N° 20, luego se procedió a medir la fuerza de rotura. En consecuencia, para el espesor se observa que el pH tiene influencia con un Valor-P igual a 0,0001, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, para obtener un tratamiento óptimo se puede trabajar con 12 % de tara en polvo y pH de 3,7. Por otro lado, para la resistencia a la tracción (kg-f/cm<sup>2</sup>) la tara en polvo y el pH tienen influencia, pues su Valor-P es 0,0000 y 0,0000 respectivamente, menor a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, para obtener un tratamiento óptimo se puede trabajar con 12 % de tara en polvo y pH de 3,7. Finalmente, en la resistencia a las costuras (kg-f/cm<sup>2</sup>) la tara en polvo y pH, su Valor-P es 0,00023 y 0,0265 respectivamente, menor a 0,05; por lo que se acepta la hipótesis alterna, para obtener un tratamiento optimo se puede trabajar con 12 % de tara en polvo y pH de 4,3.

En conclusión, se llegó a evaluar la influencia de la tara en polvo y el pH en las propiedades físicas de la piel curtida de conejo para utilizar en peletería, verificándose que la tara en polvo tiene influencia para resistencia a la tracción y resistencia a las costuras, mientras que el pH tiene influencia en las tres variables de estudio.

**PALABRAS CLAVE:** Conejo, curtición vegetal, peletería, espesor, resistencia a la tracción, resistencia a la costura.

## ABSTRACT

This research work was carried out with the purpose of evaluating the influence of tara powder and pH on the physical properties of rabbit fur for fur. A 3<sup>2</sup> factorial experimental design of two factors and three levels was applied respectively: Tare powder (12, 15 and 18%) and pH (3,7, 4,0 and 4,3). We worked with 27 observations to obtain rabbit hides, thickness (mm), tensile strength (kg-f/ cm<sup>2</sup>) and seam strength (kg/cm<sup>2</sup>) were evaluated.

The thickness was determined with 0,1 mm precision digital vernier, for tensile strength a Heder lathe was used, for which 2,5 cm \* 10 cm shaved specimens were extracted, the method was based on measuring the thickness of the tanned skin and the distance of the specimen when subjected to a force by means of a Roman scale and the distance between the specimens was measured,. And for the resistance to the seams also extracted test tubes of 5 cm \* 10 cm were extracted, the seam was made with chain stitch and nylon thread number 20 then the breaking force was measured. For the thickness it is observed that the pH has effects with a value -  $\rho$  equal to 0,0001, so the null hypothesis is rejected and the alternative hypothesis is accepted. On the other hand, for the tensile strength (kg-f / cm<sup>2</sup>) the tare powder and the pH have effects because its value-  $\rho$  is 0,0000 and 0,0000 respectively, less than 0,05 so the null hypothesis and the alternative hypothesis is accepted to obtain an optimal treatment, it is possible to work with 12% of tare powder and pH of 3,7. Finally, for the resistance to seams (kg-f/cm<sup>2</sup>) the tare powder and pH, its value-  $\rho$  is 0,0003 and 0.0000 respectively, less than 0.05; therefore, the alternate hypothesis was accepted.

In conclusion, the influence of the powder tare and the pH on the physical properties of the tanned rabbit skin for use in fur was evaluated, verifying that the tare powder has influences on tensile and seam resistance, while that the pH influences the three study variables.

KEY WORDS: Rabbit, vegetable tanning, fur, thickness, tensile strength, seam strength

## CHUMASQA

Kay llamkay taqwiriymi apakurqa rurayninpi tupuyta munaspa tarapa akun imaynatam churapakun pHnisqa lima quwipa millwa qaran suylayachinanpaq tukuyniraq pacha rurakunanpaq. Rurakurqa huk churasqa qatipaypa chawpinta qawachinapaq factorialnisqawan  $3^2$  iskay churapakuq qatipaywan hinaspa kimsa patapatamanta wicharisqa qawachiypi: tarapa akun (12, 15 hinaspa 18 %) chaynataq pHnisqa (3,7;4,0 hinaspa 4,3). Rurakurqa 27 limaquwipa qaranwan, qatipaspa qawarikurqa raqta kayninta (mm), kallpanchakuyninta mana wiñarispa chutasqa ( $\text{kg-f/cm}^2$ ) hinaspa patankuna mana llikikuq ( $\text{kg-f/cm}^2$ ).

Raqtakayninta qatipakurqa chay vernier nisqawan chiqanchakurqa 0,1 mm, hinataq kapkakayninta churakurqa torno nisqawan, chaypaqmi hurqukurqa qawarichinapaq chutisqa 2,5 cm \*10 cm, chaymi rurakurqa imayna raqta qara suylayachisqa huk yupay tupunapi chiqapchasqa kananpaq. Chaynataq patanpi chuqrukaynin mana llikikunanpaq qatipana chutisqa 5 cm \*10 cm, rurakurqa uchkusqa siraynin hulimanta qaytuwan qiwisqa 20 yupayniyuq chaymantam tupukurqa kallpanchakuyninta. Chayhinaqa, raqta kayninta qawakurqa chay pHnisqawan hinaptinmi rikukurqa huk chanin-P chawpichasqa chay 0,0001, chayraykun manamnikun ñawpachasqa simi sutinchayta hukninkaqta chaskinapaq, allin qatipay kananpaq rurakunman 12 % tara akuwan pH –taq 3,7. Huklawninmanta, allin kallpanchakunanpaq chutasqa kayman ( $\text{kg-f/cm}^2$ ) tara aku hinaspa pHnisqapa kanmi chanin qawachiynin chanin-P chay 0,0000 hinaspa 0,0000 imam nisqanmanhina, uraykachisqa 0,05 manamnikun ñawpachasqa simi hinaspa arí nin chay sutinchasqa huknin simi chaskinapaq, chaynapi qatipay llamkasqanpi kananpaq winañachiypi 12 % tara aku hinaspa pH –taq 3,7. Tukupayninpi allin patan kananpaq mana llikikunanpaq ( $\text{kg-f/cm}^2$ ) tara akuta hinaspa pH, chanin-P chay 0,00023 hinaspa 0,0265 nisqanmanhina, sullkachasqa 0,05; chayraykun chaskikun huknin chiqapchasqa qatipay simita, allin qatipay kananpaq rurakunman 12 % chay tara akuwan hinaspa pHchay 4,3.

Tukupayninpi, chayakurqa huk qatipaywan imaynatam tarapa akun churapakun pHnisqa lima quwipa qaran suylayachiypi tukuy pacha wayqa rurakunanpaq, qatipaspa tarapa akunta arí churapakunmi allin kallpachasqa kananpaq mana patankuna llikikunanpaq chaynataq pHnisqa churapakun kimsa qawachiypi.

**Pisiy rimayllapi riksichiy:** limaquwi, suylaqara ruray, tukuy pacha suylamanta ruray, raqta, mana llikikuq, allin siranapa.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se estudió el curtido de pieles para un uso en peletería, utilizando como curtiente principal la tara en polvo, de la misma forma controlando parámetros como es el pH y la cantidad de tara en polvo en porcentaje. La característica principal de la curtición es que la tara en polvo interacciona con el colágeno de la piel para compactar la estructura fibrilar del cuero y prepara a la piel para recibir los productos del curtiente vegetal, sin embargo se pueden tener problemas de hinchamiento si es que no se controla el pH, y la cantidad de curtiente a utilizar, otros defectos que puede presentar la piel es la superficie arrugada, espesor no homogéneo, cuarteamiento, manchas de color, agujeros, caída de pelos, falta de flexibilidad, resistencia a las costuras y la tracción y no cumplen con los requisitos establecidos. Por ello también se debe controlar otros parámetros como la cantidad de insumos a utilizar, si se descuida alguno de las operaciones el producto presenta defectos. Sin embargo, otros factores importantes a considerar en el cuero son sus propiedades físicas: espesor, resistencia a la tracción y resistencia a las costuras.

El objetivo general de esta investigación fue: Evaluar la influencia de la tara en polvo y pH en las propiedades físicas de la piel curtida de conejo para peletería. Los objetivos específicos fueron:

- Determinar la influencia de la tara en polvo y pH en el espesor de la piel curtida de conejo para peletería.
- Determinar la influencia de la tara en polvo y pH en la resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo para peletería.
- Determinar la influencia de la tara en polvo y pH en la resistencia a la costura de la piel curtida de conejo para peletería.

El trabajo consta de VI capítulos, los cuales se detallan a continuación:

- En el capítulo I se plantea en forma detallada el problema de investigación.
- En el capítulo II se presenta los antecedentes bibliográficos de la investigación.
- En el capítulo III se detalla el marco teórico sobre los temas tratados.
- En el capítulo IV se describe la metodología empleadas para lograr los objetivos de la investigación, los procedimientos experimentales y estadísticos.
- En el capítulo V se presenta los resultados obtenidos en la investigación.
- Finalmente, en el capítulo VI se interpreta los resultados, las cuales se discuten con los antecedentes revisados.

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La curtiembre es una opción para desarrollar la actividad agroindustrial no alimentaria por que promueve la artesanía moderna a través del uso de recursos del lugar, y preservar la piel de este modo resulta sencillo, pues para este fin no se requiere equipo pesado. La industria de la curtiembre vegetal cada vez está más desarrollada, el cuero obtenido es suave, flexible, ligero no tiene efectos negativos en el ser humano y sobre todo muy rentable. Este tipo de curtición es el muy respetuoso del medio ambiente, el más adecuado a conjugar comodidad estética y belleza.

No obstante, en las últimas décadas se ha incrementado la contaminación al ambiente con el uso de curtientes químicos (sales de cromo) y resulta ser un problema muy grave ante los últimos acontecimientos medioambientales, ya que ayuda a elevar la carga de contaminación. Asimismo, la putrefacción y la forma no adecuada de conservación de las pieles, es uno de los motivos por el cual se plantea esta investigación, porque toda piel, una vez retirada del tronco del animal, pasa inmediatamente a un estado de tremenda fragilidad, si no se le somete a algún tratamiento que evite la hidrólisis de las proteínas que la componen. En consecuencia, la piel estará perdida, la acción de descomposición de la proteína del colágeno, por lo que sucumbe lentamente al ataque de los microorganismos.

Por ello que se plantea un tratamiento a la piel de conejo para elaborar cuero para peletería con curtiente vegetal (tara en polvo) y evitar así su descomposición logrando cueros amigables con el medio ambiente. Para esto se experimentó el proceso de elaboración de cuero con tara en polvo (%) y controlando el parámetro de pH y posterior estudio de las variables de respuesta como espesor(mm), resistencia a la tracción ( $\text{kg-f/cm}^2$ ) y resistencia a las costuras ( $\text{kg-f/cm}^2$ ). Estas son propiedades físicas que son de gran importancia para que un cuero cumpla con los requisitos establecidos.

Es por esto que resulta relevante realizar un estudio para obtener cueros de calidad de acuerdo a los parámetros establecidos y valorar los recursos naturales como es la tara en polvo y la piel de conejo obteniendo así productos de calidad.

En ese sentido el tema de estudio fue evaluar el efecto de la tara y el pH en las propiedades físicas de la piel curtida de conejo y darle un uso en peletería



## CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

### 2.1. Antecedentes de la investigación

Prado (2011) trabajó con un curtiente mineral (aluminio) para curtir pieles de conejo, para el cual se dio tres días para el curtiente se difunda dentro de la piel y luego pueda ser fijado convenientemente al subir el pH del baño de 3,5 – 4,0.

Pacsi (2016) en una investigación sobre cuero de alpaca dio a conocer los siguientes resultados, el menor resultado primer es 1,10 mm, y el mayor resultado de espesor es de 1,32 mm, pese a que los cueros fueron rebajados a 1,0 mm después del curtido.

Hourdebairt (2007) en un estudio comparativo de taninos de tara, mimosa y pino como recurtiente en cueros de vacuno, se expresaron resultados que varían de especies con un espesor de 1,4 – 1,6 mm respectivamente.

Asociacion de investigacion de las industrias del curtido y anexas (2007) en un estudio de comparación de curtientes vegetales tara en piel de ovino y pino en piel de alpaca. Expresó sus resultados en espesor que varían de un 0,84 mm en ovino y 0,9 mm en alpaca.

Manzano (2016) en un trabajo de investigación obtuvo los siguientes resultados en un lote de pieles curtidas con 12% de tara, las resistencias son 1058,20 N/cm<sup>2</sup> (105,8 kg-f/cm<sup>2</sup>), en tanto que los valores más bajos fueron registrados en las pieles curtidas con 14% de tara, ya que la tensión fue de 1029,57 N/cm<sup>2</sup>(102,95 kg-f/cm<sup>2</sup>). La resistencia a la tracción promedio de las pieles de cuy curtidas con sulfato de aluminio a diferentes niveles (10, 12 y 14 %) fue de 1142,65 N/cm<sup>2</sup> (114,26 kg-f/cm<sup>2</sup>). La Asociación Española de Normalización del Cuero (2002) manifiesta valores que oscilan de resistencia a la tracción son entre 800 a 1500 N/cm<sup>2</sup> (80 a 150,00 kg-f/cm<sup>2</sup>), para que puedan cumplir con las exigencias de calidad.

Caguana (2011) en un trabajo de investigación sobre las pieles de cuy para peletería media, reportó la mayor resistencia a la tracción en las pieles curtidas con curtiente vegetal quebracho ATS con valores medios de 146,44 kg-f/cm<sup>2</sup>.

Baila (2010) registró las mayores respuestas de resistencia a la tracción en las pieles de cuy curtidas con el 8% de sulfato de cromo, puesto que los valores fueron de 630,44 N/cm<sup>2</sup> (63,44 kg-f/cm<sup>2</sup>).

Villa (2016) en la evaluación de la resistencia a la tracción de las pieles de conejo por efecto de la curtición con diferentes niveles de mimosa, estableció las mejores

respuestas al curtir las pieles de conejo con mimosa, y las medias de 1417,81 N/cm<sup>2</sup> (141,78 kg-f/cm<sup>2</sup>).

Hidalgo (2004) reporta que los curtientes vegetales le confieren a la piel características de resistencia, flexibilidad y de naturalidad elevada y con esto el cuero se verá vistoso al acabado, además que ofrece condiciones de proceso que no contaminan y son amigables con el ambiente, con las crecientes exigencias medio ambientales que se plantean en los mercados internacionales debido a la contaminación que aumenta de manera desmedida por los residuos de las grandes industrias, en post de frenar esta creciente contaminación se plantean el uso de tecnologías alternativas llamadas tecnologías verdes o ecológicas.

Vargas (2011) curtió pieles de cuy que van a ser destinadas a la peletería (7, 8 y 9%) en el cual obtuvo los siguientes resultados con el 9% de alumbre; resistencia a la tracción es 91,31 kg-f/cm<sup>2</sup>. En el análisis de los valores medios de la resistencia a la tracción de las pieles de cuy para peletería se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,006$ ), por efecto de los niveles de curtiembre mineral alumbre, con una media general de 82,15 kg-f/cm<sup>2</sup>. La resistencia a la tracción más baja de la investigación fue con 7% de alumbre, con un promedio de 73,56 kg-f/cm<sup>2</sup>.

Manchego (2010) evaluó las características físicas de las pieles de conejo para peletería por genotipo. El resultado para resistencia a la tracción fue en machos y hembras: 74,84 kg-f/cm<sup>2</sup> y 65,33 kg-f/cm<sup>2</sup> respectivamente, mientras su media fue 79,83 kg-f/cm<sup>2</sup> y su desviación estándar fue de 0,11.

Rueda (2004) evaluó tres técnicas de curtiembre en pieles de conejo y cabra con respecto a la resistencia a la tracción. El resultado para el curtido de pieles de conejo en respuesta a resistencia a la tracción en (kg-f/cm<sup>2</sup>), es 21,26 kg-f/cm<sup>2</sup>, el menor valor obtenido, seguido de 18,33 kg-f/cm<sup>2</sup> y el valor más alto que se reportó fue de 28,66 kg-f/cm<sup>2</sup>.

Según las normas técnicas que expende este organismo, los requisitos mínimos que se requieren para cumplir los parámetros establecidos son los siguientes, tomando como referencia las pieles de alpaca curtidas artesanalmente, tal y como se indica en el anexo 7, tabla 37. (Instituto Nacional de Calidad, 2016)

Según Julcarima (2006) en el anexo 8 se puede ver que los estimados para la resistencia a las costuras con dos tipos de costura: Puntada 301 doble pespunte y puntada 401 cadeneta es 60 lb-f y 68 lb-f respectivamente.

## CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

### 3.1. La piel

Calvillo (2010) es una sustancia heterogénea generalmente cubierta de pelo o lana y formada por varias capas superpuestas. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora y cumple funciones como: regular la temperatura, elimina las sustancias de desecho, albergan órganos sensoriales que facilitan la percepción de las sustancias térmicas, táctiles y sensoriales, almacenan sustancias grasas. (p. 47)

Para obtener una piel de calidad, es necesario sacrificar el animal cuando la madurez del pelaje es uniforme en todo el cuerpo y su densidad suficiente, que es la que corresponde al pelaje de invierno. Es necesario tener en cuenta además las mudas: mudas juveniles en el animal en crecimiento, mudas estacionales en el adulto. (Calvillo, 2010)

Casa quimica bayer (1987) señala que la piel de conejo pasa por varios periodos, cuando la piel esta pareja, uniforme, brillante, y no pierde pelo es por que esta madura. A simple vista se nota un pelo parejo uniforme suave y sedoso al tacto. Esta primera maduración de los 4 meses, dura muy pocos días. Luego se reinicia el proceso. Pero la mejor piel es la que se da en la segunda maduración que puede aparecer entre los 4-7 meses dependiendo de la raza. Es una piel mas densa sedosa y firme.

Caguana (2011) manifiesta que la piel se puede definir utilizando tres criterios diferentes, criterio estructural que, desde este punto de vista, se define como un órgano constituido por tres capas: Epidermis, dermis e hipodermis. En las tres intervienen los tejidos: Epitelial, conjuntivo, muscular y nervioso. Toda la epidermis es un epitelio especializado sumamente complejo, mientras que la dermis e hipodermis están constituidas por tejido conjuntivo, criterio embriológico: Está constituido por tres capas: Ectodermo, mesodermo y endodermo y criterio funcional: La piel es un órgano vital que tiene funciones específicas:

- Órgano de protección sumamente eficaz, también es un órgano termorregulador, cumple con la función de mantener la temperatura corporal en la figura 3 se observa la piel y sus partes.
- Es un reservorio sanguíneo, actúa como depósito de determinadas sustancias químicas, como son los lípidos.
- Es un órgano de secreción de diferentes productos que van desde el sudor, hasta productos de secreción mucho más elaborados como la secreción láctea. (p. 53)

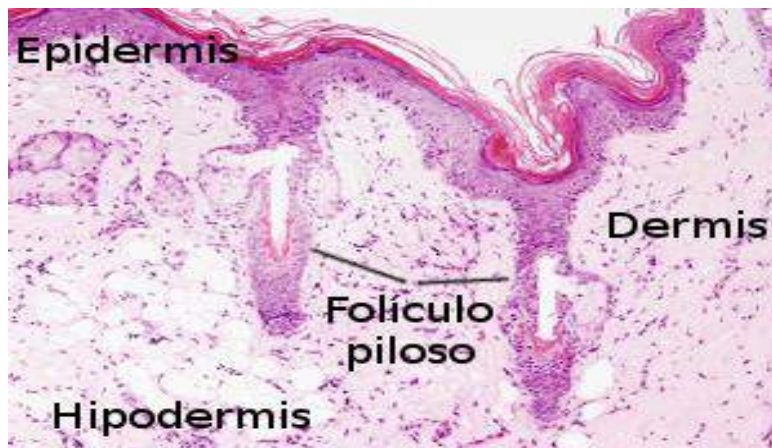


Figura 1. Estructura de la piel cambiar imagen

Fuente: (Caguana, 2011)

### 3.1.1. Partes de la piel en bruto

Hidalgo (2004) indica que la piel recién extraída de los animales sacrificados se llama: "piel fresca" o "piel verde". Existen zonas de estructura bastante diferenciada en lo que respecta al espesor y la capacidad, en la piel se distingue tres zonas: el crupón, el cuello y las faldas. También sostiene que son un conjunto de estructuras que están compuestas por los mismos componentes básicos de la piel, pero localizados específicamente. Glándulas sebáceas (fibras asociadas a los pelos, complejo pelo-sebáceo) y sudoríparas. Su funcionamiento es controlado por hormonas sexuales. Faeneras (uñas, pezuñas y pelos). (pág. 75)

### 3.1.2. División de la superficie de la piel

La piel desollada se llama piel fresca o piel en verde. En la piel fresca existen zonas de estructura bastante diferenciadas en lo que tiene que ver con espesor y compacidad. Se pueden diferenciar tres grandes partes: tal como se muestra en la figura 2. (Hidalgo, 2004)

#### 3.1.2.1. Crupón

El Crupón corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, (tanto en espesor como en estructura dérmica) más compacta y valiosa. Su peso aproximado es de 45% del total de la piel fresca. (Hidalgo, 2004)

### 3.1.2.2. Cuello

El cuello corresponde a la piel del cuello y cabeza del animal. Su espesor y compacidad son irregulares y de estructura fofa. El cuello presenta muchas arrugas que serán más marcadas cuanto más viejo sea el animal. La piel del cuello viene a representar un 25% del peso total de la piel. (Hidalgo, 2004)

### 3.1.2.3. Faldas

Las faldas corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y las patas del animal. Son las partes más irregulares y fofas y tienen un peso aproximado del 30% del total. (Hidalgo, 2004)

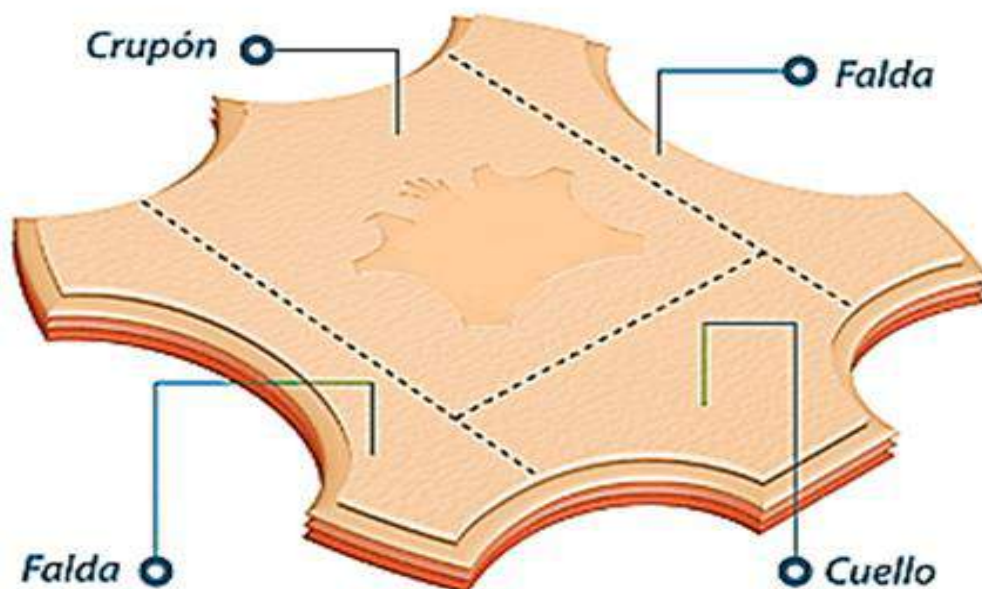


Figura 2. División de la superficie de la piel

Fuente: (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 1997)

### 3.1.3. Estructura histológica de la piel

La estructura histológica de una piel se diferencia de unas especies a otras y aún en un mismo animal, dependiendo de la parte que se haya tomado como muestra. Dentro de una misma especie, todas las pieles no tienen estructuras idénticas y pueden presentar diferencias profundas por múltiples factores como raza, región de procedencia, condiciones de crianza del animal. La piel está constituida por tres capas sucesivas. (Echeverri, 2004)

### **3.1.3.1. Epidermis (lado del pelo)**

Echeverri (2004) menciona que la epidermis es la parte más superficial o externa de la piel y sirve de revestimiento. Aproximadamente representa el 1% del espesor total de la piel en bruto. Durante la fabricación del cuero se elimina en la operación de pelambre. (p. 75)

### **3.1.3.2. Dermis o corium**

Es la capa situada debajo de la epidermis y se extiende hasta la capa subcutánea. Está separada de la epidermis por la membrana hialina que es una membrana ondulada y transparente que forma una superficie pulida la cual está punteada por los orificios de los folículos pilosos constituye la flor del cuero acabado que es el típico "poro" o grano el cual es característico de cada tipo de animal. La dermis constituye la parte principal de la piel y su espesor representa aproximadamente el 84% del espesor total de la piel en bruto, es la parte aprovechable para la fabricación del cuero. (Frankel, 1999, p. 43)

Es la parte primordial para el curtidor porque es la que se transforma en cuero. Representa aproximadamente un 85% del espesor de la piel en bruto. Se encuentra situada inmediatamente por debajo de la epidermis y está separada de ella por la membrana hialina. Esta membrana presenta el típico poro o grano, el cual es característico de cada tipo de animal. Presenta dos zonas, ambas constituidas por tejido conjuntivo: la zona capilar y la reticular. La dermis presenta 2 regiones, funcional y metabólicamente distintas: dermis papilar y dermis reticular. (Frankel, 1999, p. 44)

Una capa papilar con fibras elásticas, vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y fibras de colágeno final y orientado preferentemente según un eje perpendicular. Una capa reticular con células conjuntivas y fibras de colágeno oblicuas y más gruesas que las de la capa anterior. (Hidalgo, 2004)

### **3.1.3.3. Tejido sub cutáneo o endodermis**

Echeverri (2004) argumenta que constituye aproximadamente el 15% del espesor total de la piel en bruta y se elimina durante la operación de descarnado. Es la parte de la piel que asegura la unión con el cuerpo del animal. Es un tejido conjuntivo laxo constituido por grandes lóbulos de tejido graso limitados por tabiques de fibras colágenas delgadas y escasas fibras elásticas. Que la estructura histológica de una piel se diferencia de unas especies a otras y aún en un mismo animal, dependiendo

de la parte que se haya tomado como muestra. Dentro de una misma especie, todas las pieles no tienen estructuras idénticas y pueden presentar diferencias profundas por múltiples factores como raza, región de procedencia, condiciones de crianza del animal. Sin embargo, a pesar de las diferencias, la estructura de la piel es fundamentalmente similar para los bovinos, ovinos y equinos. La piel está constituida por tres capas sucesivas, que van desde la superficie hasta la más profunda: La piel animal se compone de tres capas diferenciadas: y que son: la epidermis (capa exterior) el tejido conjuntivo (capa dermis) y el tejido subcutáneo. Durante el tratamiento de la piel la dermis debe separarse de las otras. (p. 78)

#### **3.1.4. Proteínas de la piel**

El colágeno está presente en casi 95 por ciento, un 1 por ciento elastinas y 2 por ciento queratinas, el resto son proteínas no fibrosas. Las proteínas fibrosas son las queratinas, el colágeno y elastina; las globulares pertenecen las albuminas y las globulinas. Las queratinas son las proteínas que forman el pelo y la epidermis; su característica es el elevado contenido en su molécula del aminoácido cistina, que le proporciona a la molécula de queratina una gran estabilidad, ya que posee un enlace puente bisulfuro ( $-S-S-$ ). La cistina presenta porcentajes sobre peso seco de proteína que varían entre los valores de 4 - 18 por ciento químicamente es más reactivo que la elastina, pero menos que la proteína globular. Las proteínas globulares se encuentran en la piel formando parte de la sustancia intercelular, proceden de protoplasma de las células vivas de la piel, son muy reactivas químicamente y fácilmente solubles (Hidalgo, 2004).

#### **3.1.5. Producción y estabilidad del colágeno**

El colágeno se estabiliza a la acción hidrotérmica mediante el curtido con el sulfato básico de cromo trivalente. En la estructura del colágeno, se encuentra aproximadamente 20 aminoácidos distintos, que difieren entre sí, solo por el radical R, pero lo especial es que contiene en su composición aproximadamente un 30% de glicina y un 25% de dos aminoácidos especiales, la hidroxiprolina e hidroxilisina. (Hourdebairt, 2007)

### 3.1.6. Aminoácidos de la piel

Hay dos aspectos notables del contenido de aminoácidos de colágeno. La hidroxiprolina es casi únicamente presente en el colágeno en comparación con otras proteínas y, por lo tanto, ofrece la base de la medición del contenido de colágeno en la piel o cualquier derivado de la piel. En la figura 3 se observa la estructura de los aminoácidos. (Covenning, 2009)

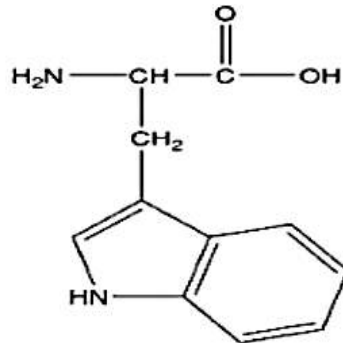


Figura 3. Estructura de aminoácidos

Fuente: (Covenning, 2009)

### 3.1.7. Punto isoeléctrico del colágeno

El punto isoeléctrico de la proteína colágena es el punto donde ocurre el equilibrio entre las cargas de los grupos amino (+H<sub>3</sub>N) y carboxílico (COOH), y se sitúa en pH de aproximadamente 4,5. Con la disminución de pH, tenemos la disociación de los grupos amino, mientras que con el incremento del pH el grupo carboxílico sufre la disociación. El carácter anfótero que tiene la piel, su carga global varía con el pH del baño que se encuentra en soluciones muy ácidas los grupos carboxilos se encuentran en su forma no disociada y la carga total es fuertemente positiva. Por el contrario, en baños muy básicos los grupos carboxilos están disociados y su carga global de la piel es negativa. (Leach, 2009)

Según (Leach, 2009) como consecuencia del carácter anfótero presente en la piel, su carga global varía con el pH del baño que se encuentra en soluciones muy ácidas los grupos carboxílicos se encuentran en su forma no disociada y la carga total es fuertemente positiva, por el contrario en baños muy básicos los grupos carboxílicos están disociados y su carga global es fuertemente negativa como estas variaciones de la carga global de la piel con relación al pH del baño la influencia del clima en particular de la temperatura es evidente en razón del protector que tiene la piel. De



la nutrición depende la salud del animal y por consiguiente sobre las características y calidad de la piel, cada raza proporciona unas pieles cuyas características son muy típicas, la influencia del sexo sobre la piel es importante, la piel es el reflejo del estado de salud del animal.

### **3.2. Teoría de la curtición vegetal**

Dada la complejidad de la estructura de los taninos vegetales y de las proteínas de la piel, no es fácil comprender el mecanismo de esta forma de curtición. La fijación de los taninos vegetales a las proteínas se debe a una reacción por enlace de hidrógeno. La mayor parte de la curtición vegetal se produce en el lado ácido del punto isoeléctrico del colágeno; es decir: que la proteína tiene una carga positiva. La curtición con materias vegetales suele aumentar la temperatura de contracción hasta 80-85° C en las mismas condiciones experimentales. Dando productos finales con buena apariencia y que puedan ser utilizados en distintos rubros. (Chasiquiza, 2014)

#### **3.2.1. La curtición**

Vargas (2011) afirma que se denomina curtido al proceso por el cual se transforma la piel en un material que se conserva a través del tiempo y posee características de flexibilidad, resistencia y belleza que le da gran valor comercial y estético. (p. 34)

La Curtición es un proceso que pretende estabilizar las propiedades de la piel del animal sin que sufra cambios naturales de descomposición y putrefacción. La curtición mantiene las propiedades más deseadas de la piel: resistencia al desgaste, a la humedad, flexibilidad y aspecto exterior agradable al tacto y a la vista. La piel tratada por curtición rara vez produce intolerancias de tipo alérgico. De ocurrir estas alergias suele ser causa de los tintes que se usan en las pieles ya curtidas. (Guaminga, 2011)

El curtido de la piel es un proceso físico-químico que consiste en inactivar la descomposición microbiana de los tejidos de la piel o parte orgánica y con ello, poder confeccionar diferentes prendas de vestir o artículos artesanales. Los pasos a seguir son: la obtención de la piel, remojo de la piel, secado, humectado, aflojado, desmanchado y terminado. (Avalas, 2009)

Proceso por el cual se estabiliza el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales o vegetales, transformándola en cuero, siendo las sales de cromo las más utilizadas. Genera un efluente con pH bajo al final de la etapa. Los curtidos minerales

emplean diferentes tipos de sales de cromo trivalente ( $\text{Cr}^{+3}$ ) en varias proporciones. (Chavez, 2010)

El destino fundamental de las pieles de conejo es el teñido para imitar pieles de otros animales (visón, armiño y otros). Para lograr una buena calidad, los animales se clasifican a los cuatro meses de edad, momento en que hay una adecuada maduración de la piel. (Riverón y Gonzales, 2003)

### **3.2.2. Factores que influyen en la curtición vegetal**

Los factores que influyen en la curtición vegetal son los siguientes:

Fijación: (curtido propiamente dicho), del tanino sobre el colágeno. La velocidad de la fijación varía de acuerdo a la estructura y propiedad de la piel, características de los extractos tánicos (astringencia, tamaño de partículas) pH, concentración salina y tánica, temperatura y efecto mecánico. La fijación en la piel varía según los tratamientos previos que modifica la estructura y propiedades del colágeno, pH, concentración de ácidos, sales y taninos, temperatura, tiempo, y efecto mecánico.

pH: La fijación de los taninos ocurre en un amplio intervalo de pH y aumenta a medida que disminuye el pH debido a que las cargas positividad del colágeno aumentan dado la mayor posibilidad de fijación a los taninos que poseen carga negativa. En el intervalo de pH de 4,5 -2,0 se obtiene mayor fijación del tanino. (Caguana, 2011)

### **3.2.3. Piquelado una operación fundamental**

Alonzo (2009) manifiesta que este proceso es un tratamiento de la piel con sal y ácido para que la piel adquiriera el pH deseado ya sea para el curtido o conservación. Cuando el pH del baño está un poco alto de 3,8 a 4 se obtiene un cuero suave, pero si se crispa un poco la flor posteriormente se mejora en el recurtido, si el baño está a 3,6 pero la piel tendrá un pH de 3,8 – 4 teniendo una curtición rápida; pero cuando el pH del baño esta entre 3 -3,7 se obtiene un grano de flor más fina, y puede presentar problemas en el teñido y engrase. Además, los productos empleados en el piquelado pueden ser: cloruro de sodio, cloruro y sulfuro de amonio, formiato de sodio, formiato de calcio, ácido sulfúrico, ácido fórmico.

### **3.2.4. El pH recomendado en las distintas operaciones de curtido**

Estas son las operaciones de intervalo de pH: remojo 7-9; pelambre 12-13; desencalado 5-9; rendido 7,5-9; piquelado 3-4; curtición al cromo 3-4; curtición

vegetal 3,5-4; neutralizado del cuero al cromo 3-5; tintura engrase y acabado 3-5. Los cambios de pH en las operaciones, se controlan para ajustar la acción, cuando los materiales necesitan penetrar y fijarse. Por ejemplo, en la curtición vegetal convencional la fijación se favorece para pH más bajos (3,2-3,5). en la tabla 1 se observa más detalladamente.([Http://www.euroleather.com/spanrshbrochure.html](http://www.euroleather.com/spanrshbrochure.html), 2005)

Por otro lado, el piquelado comprende la preparación química de la piel para el curtido mediante la utilización de ácido fórmico y ácido sulfúrico principalmente. (Lacerca, 1993)

Los objetivos principales de esta operación según Galego, (2013) son:

Lleva el pH de la piel a un pH bajo, muy por debajo del PI (Punto Isoeléctrico) del colágeno. Según el curtido, sea este mineral o vegetal, pero usualmente varía entre 2,5 y 4,5 para ayudar a penetrar los curtientes.

*Tabla 1. pH recomendado en las distintas operaciones de curtido*

Operaciones de tenería intervalo de	pH
Remojo	7-9
Pelambre	12-13
Desencalado	5-9
Rendido	2-3
Piquelado	3-4
Curtición al cromo	3-4
Curtición vegetal	3,5-4
Tintura engrase y acabado	3-5

Fuente: ([Http://www.euroleather.com/spanrshbrochure.html](http://www.euroleather.com/spanrshbrochure.html), 2005)

### **3.3. Agentes curtientes**

Hourdebairt (2007) manifiesta que la tara tiene un alto potencial para la reforestación y para la producción industrial de tintes, taninos, gomas y como insumo para las pinturas anticorrosivas. Los taninos, que son compuestos orgánicos de origen vegetal, tienen gran aceptación en los mercados de exportación y ellos se obtienen de las vainas maduras pulverizadas. Los taninos se emplean como curtientes de cueros y han comenzado a reemplazar al cromo en la industria mundial de cueros. La goma, que se encuentra en el endospermo o parte interna de las semillas, se utiliza para estabilizar y emulsionar alimentos. Chasiqiza (2014) manifiesta que la

tara da una solución muy rica en ácidos taninos y especialmente en ácidos gálicos. Confiere al cuero flexibilidad con buenas resistencias a la luz, la acidez natural de la tara permite obtener una fijación de los taninos.

### 3.3.1. La tara en polvo

Alnicolsa del Perú S.A.C (2006) manifiesta que la tara molida y afinada es menos astringente que el extracto de tara, permitiendo varios usos en los baños de curtido y de recurtido. Eso puede ser una alternativa a los extractos y sintanes más corrientes, porque el cuero se queda claro con una buena resistencia a la luz y es lleno gracias a los insolubles. Otra particularidad de la tara molida es que, gracias a los insolubles, impide a las pieles hacer nudos durante el curtido.

### 3.3.2. Características del tanino de tara

Los taninos son mezclas complejas de glucógenos de diferentes polifenoles que actúan como coloides cargados negativamente. Las proteínas de la piel están cargadas positivamente en medio ácido como las proteínas tienen carga negativa cuando está en medio alcalino. (Ortuño, 2006)

De este modo, los taninos neutralizan la carga de la proteína provocando la precipitación o la combinación mutua. Durante el proceso de curtido liberan azúcares que se oxidan a ácidos manteniendo así el medio ácido. (Ortuño, 2006)

Los fenoles son los constituyentes químicos de los taninos vegetales, contienen grupos hidrófilo débilmente acidificados, unidos directamente al anillo bencénico, de los taninos vegetales tienen dos o tres grupos hidroxilo. La catequina, la naturaleza química de las grandes moléculas fenólicas presentes en los taninos vegetales es no obstante mucho más compleja. En la tabla 2 se observa los componentes de la tara. (Caguana, 2011)

*Tabla 2. Principales características del tanino de tara*

Características del tanino de tara	
pH	3.7
Curtientes	55,2 %
No Curtientes	14,9%
cenizas	3.21%
Otros componentes	2%

Fuente: (Caguana, 2011)

Los curtientes actúan ligándose a los grupos amino del colágeno mediante enlace tipo puente de hidrógeno, como se observa en la figura 4. (Covening, 2009)

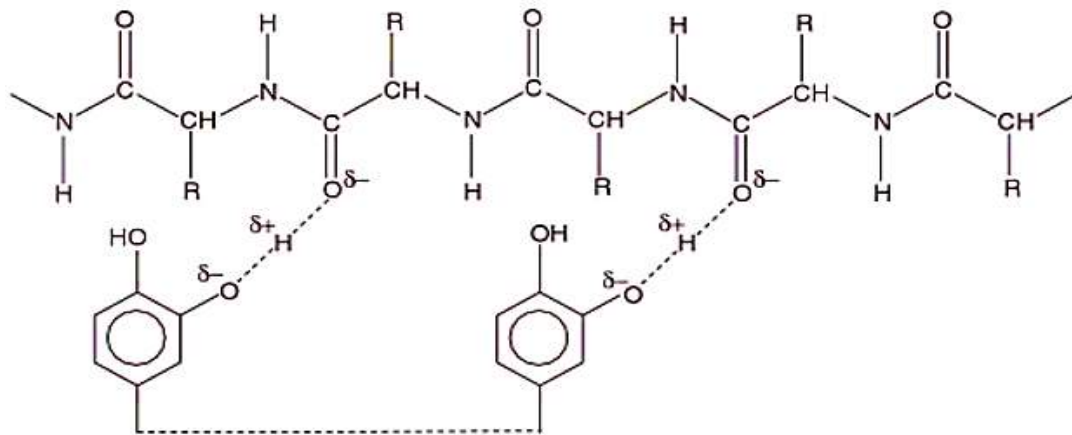


Figura 4. Modelo de la interacción entre los polifenoles de la planta y el colágeno.

Fuente: (Covening, 2009)

### 3.4. El cuero

El cuero es un producto natural resultante de un conjunto de operaciones llamado curtido y que tiene por objetivo transformar las pieles de los animales en materia libre de putrefacción que presenta cierto número de propiedades físicas. (Laque, 2018)

#### 3.4.1. Características del cuero

El cuero es un material proteico fibroso (colágeno) que se trata químicamente con material curtiente, para obtener las propiedades físicas deseadas para el fin al cual se destinará. Algunas de las propiedades físicas más importantes son el espesor, la resistencia al desgarrar, impermeabilidad y el porcentaje de humedad. (Bacardit, 2005)

El espesor es una propiedad física del cuero que depende además del proceso de fabricación, de la presión y el tiempo que se ejerza sobre este durante la realización del ensayo. La normativa para pruebas físicas exige que se utilice un micrómetro. Como el cuero del animal varía en su estructura en términos de firmeza y grosor, siempre hay una pequeña variación entre los extremos del cuero, por esto se habla del espesor como un rango. (Laque, 2018)

### **3.5. La peletería**

Adzet (1985) indica que se entiende por peletería al tratamiento de las pieles que deben ir acabadas con pelo. El proceso requiere especial cuidado para que no incida en forma negativa sobre el pelo o la lana, al mismo tiempo debemos obtener un cuero con las características de suavidad, ligereza y elasticidad que requiere el artículo terminado. En este sentido se diferencia del resto de la fabricación de curtidos, donde ya en las primeras etapas, se somete a la piel a un depilado.

Calvillo (2010) el que la piel vaya con su lana o pelo y que no haya sufrido ni pelambre ni calero, diferencia ampliamente los dos tipos de fabricación, ya que la piel de peletería llegará al estado de piquel y curtición sin habersele eliminado la epidermis y sin hidrólisis del colágeno, hinchamiento, separación de las fibras, saponificación parcial de las grasas y eliminación de las proteínas hidrolizables. El término peletería abarca las pieles de todos los animales curtidas o adobadas, sin depilar y el producto final es cuero más pelo en conjunto. (p. 34)

#### **3.5.1. Principales características físicas del cuero para peletería**

La determinación de las pruebas físicas requiere la toma de las muestras o probetas de acuerdo con la norma para cada ensayo y además estas deben ser acondicionadas durante 48 horas en una atmósfera normalizada a temperatura de  $20 \pm 2$  °C. (Julcarima, 2006)

##### **3.5.1.1. Espesor**

El espesor es una propiedad física del cuero que depende además del proceso de fabricación, de la presión y el tiempo que se ejerza sobre este durante la realización del ensayo. La normativa para pruebas físicas exige que se utilice un micrómetro. La probeta debe ser colocada con el lado flor hacia arriba y la lectura se debe tomar 5 segundos después de alcanzada la fuerza máxima. (Silva, 2011)

##### **3.5.1.2. Resistencia a la tracción**

La resistencia a la tracción y el porcentaje de alargamiento a la rotura se realizan sobre probetas a las cuales se les ha determinado el espesor. El equipo que se utiliza es una balanza dinamométrica, capaz de proporcionar una velocidad uniforme de separación de las mandíbulas que sostienen la probeta. (Julcarima, 2006)

### 3.5.1.3. Resistencia a la costura

Los principales factores que determinan la resistencia a la costura son:

#### 3.5.1.3.1. Hilo

Cuanto más alta la densidad de puntada (puntadas por cm), más hilo se encuentra en la costura. Por ello la resistencia (calidad) de la costura dependiente de la resistencia del hilo es directamente proporcional a la densidad de puntada. Como se observa en la figura 5.

Al cambiar los parámetros punta de aguja e hilo, hay que adaptar la densidad de puntada, para obtener otra vez la mayor resistencia de la costura.

El cuero (calidad, procedencia, procesamiento) influye en este resultado, como también el hilo y la punta de la aguja en la figura 5 se muestra los tipos de costura en el cuero. (Silva, 2011)

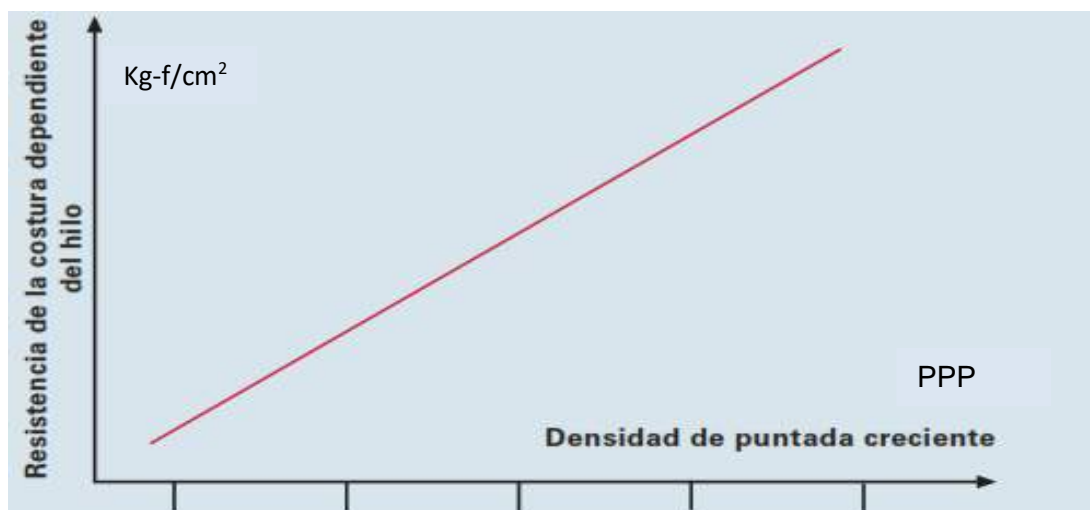
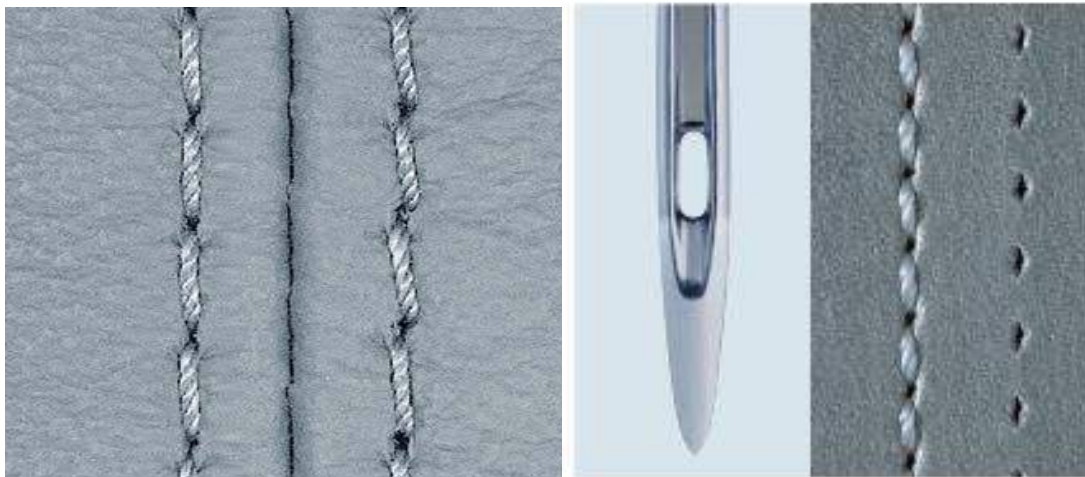


Figura 5. Resistencia de la costura dependiente del hilo

Fuente: (Julcarima, 2006)

#### 3.5.1.3.2. La costura

En la práctica, la mayor resistencia de la costura se presenta, cuando al aplicar fuerzas a la costura, se rompe el hilo y el cuero en el mismo momento. Es el cruce de resistencia de la costura dependiente de la resistencia del hilo con resistencia de la costura dependiente de la resistencia del cuero y de las puntas de las agujas como se verifica en la figura 6. (Julcarima, 2006)

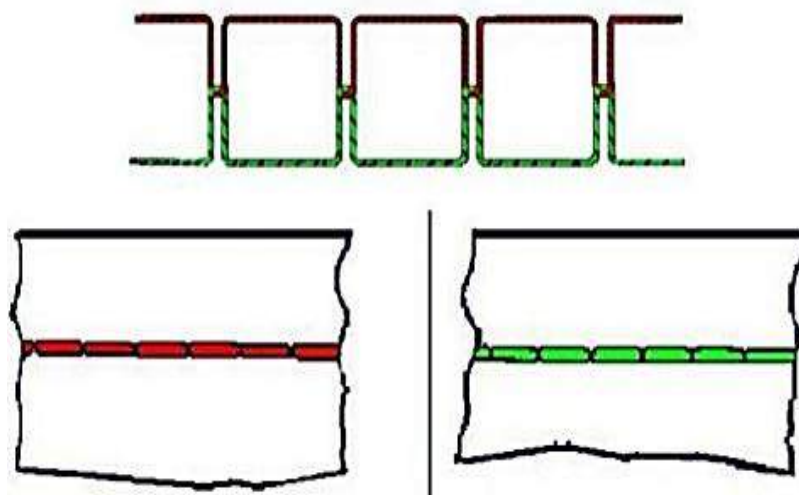


*Figura 6. Costuras en el cuero*

Fuente: (<https://www.universalsewing.com/images/catalogs/grozbeck/espanol.pdf>)

### 3.5.1.3.3. Tipos de puntada

Generalmente entre más hilo se consume en la puntada, mejor es la resistencia de la costura. Esto es totalmente cierto cuando comparamos las costuras hechas con las puntadas 301 de doble respunte contra las costuras hechas con las puntadas 401 de cadeneta en la figura 7 y 8 se observa la diferencia respectivamente. (Julcarima, 2006)

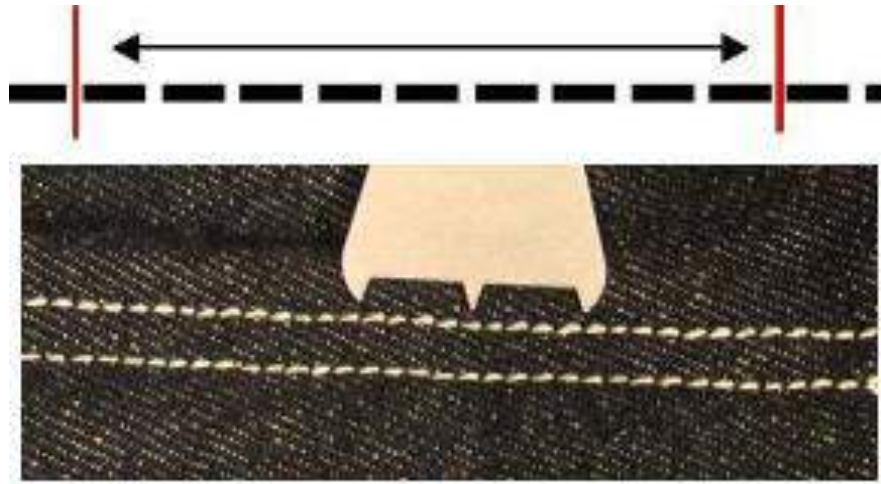


*Figura 7. Costura doble respunte*

Fuente: (Sanchez, 2014)

En la parte inferior se muestra el lado derecho y revés de la puntada de cadeneta clase 101.





*Figura 8. Costura cadeneta simple clase 101*

Fuente: (Sánchez, 2014)

#### **3.5.1.3.4. Tipos de costuras**

Muchas construcciones de costuras son más resistentes a la presión y la abrasión que otros tipos de construcciones. Por ejemplo, la sobrecostura es la costura más fuerte de todas, porque la presión es compartida entre la tela y el hilo. (Julcarima, 2006)

#### **3.5.1.3.5. Puntadas por pulgada**

Generalmente entre más puntadas por pulgada haya en la costura, mayor es la resistencia de la misma. Esto hace referencia al punto anterior de que cuanto más hilo usted le ponga a la costura, mayor será la resistencia de ésta. Sin embargo, en algunas telas demasiadas puntadas pueden causar daño a la tela cortando las hilazas y debilitándola. Demasiadas puntadas por pulgada pueden también contribuir al fruncimiento de la costura y reducir la velocidad de la máquina resultando en la pérdida de producción. (Julcarima, 2006)

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1. Lugar de ejecución**

La investigación se desarrolló en los laboratorios de Tecnología y Curtiembre de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas, ubicada en el barrio de Santa Rosa del distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas - Apurímac.

### **4.2. Material de estudio**

Para el curtido se empleó pieles de conejo en un rango de edad de 4 meses procedentes de “la granja” del distrito de San Jerónimo, Provincia Andahuaylas. Se cuidó mucho que no estuvieran en un periodo de cambio de pelaje.

### **4.3. Población y muestra**

#### **4.3.1. Universo y/o población**

Se trabajaron a partir de un total de 40 pieles de conejos de la raza gigante Flandes de la granja de conejos ubicada en el Distrito de San Jerónimo, Provincia Andahuaylas.

#### **4.3.2. Muestra**

Para obtener la muestra se realizó una selección de 27 pieles de conejos de aproximadamente 2 kg en peso vivo (de un total de 40 unidades), probablemente procedente de una población uniforme, de las cuales se obtuvo pieles para curtir de 0,5 kilogramos aproximadamente luego del sacrificio.

#### **4.3.3. Unidad de análisis**

La unidad de análisis son las 27 muestras curtidas de conejo a las cuales se evaluó las propiedades físicas para darle un uso en peletería. Para el análisis de espesor se trabajó con probetas de 10 cm x 2,5 cm, del mismo modo, para el análisis de resistencia a la tracción y resistencia a la costura respectivamente, 10 cm x 5 cm. Estas probetas se extrajeron del crupón de cada piel curtida.

#### 4.4. Equipos, instrumentos, materiales, reactivos e insumo

En la siguiente lista se muestra los equipos utilizados durante la investigación:

*Tabla 3. Listado de materiales e instrumentos*

Item	Listado de materiales utilizados
Material de trabajo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tara en polvo (tamizado)</li><li>• Piel de conejo (500g aprox.)</li></ul>
Instrumentos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Termómetro digital Phillips Avent</li><li>• pH-metro digital Hanna</li><li>• Pinzas de presión Stanley</li><li>• Calibrador Vernier digital</li><li>• Balanza romana precisión de 0.5 kg</li></ul>
Equipos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Torno paralelo Heder re-800 1500mm</li><li>• Máquina de coser industrial</li></ul>
Reactivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tensoactivo (detergente no iónico)</li><li>• Formalina CH<sub>2</sub>O</li><li>• Bicarbonato de sodio NaHCO<sub>3</sub></li><li>• Sulfato potásico alumínico (alumbre)</li><li>• Aceite emulsionado de pescado</li><li>• Cloruro de sodio (NaCl /sal en grano).</li><li>• Peróxido de hidrogeno H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></li><li>• Ácido acético C<sub>3</sub>COOH</li></ul>

#### 4.5. Metodología experimental

Se adaptó la metodología propuesta por (Prado, 2011):

##### **Piel de conejo sacrificado**

Se sacrificó los conejos y se obtuvo la piel de conejo. El peso de la piel de cada muestra fue 500 gramos aproximadamente, seguidamente se realizó una limpieza de algunas impurezas y el enfriamiento de la piel, con el objetivo de evitar la descomposición de la piel.

## Lavado

El tenso activo (shampoo) que se usó fue uno no iónico tuvo la función de emulsificar la grasa natural de estas pieles para que esta no interfiera con la penetración de los curtientes y otras sustancias que le dan a la piel su característica final. Se utilizó para cada piel 40 mL de tensoactivo, 3 litros de agua aproximadamente y se enjuagó posteriormente.

*Tabla 4. Lavado de las pieles*

Operación	Lavado	temperatura
Agua	3000 mL	
Tensoactivo	40 mL	T° ambiente
Piel	Queda limpio	

## Salado

La cantidad de sal que se utilizó para salar la piel es 45 gramos de sal por 2 litros de agua. En esta operación primero se agregó la sal al agua y se disolvió, luego se colocó la piel a la solución a una temperatura ambiente (12-18 °C) y se removió hasta homogenizarlo. Para que la piel quede protegida de cualquier microorganismo.

## Fijación del pelo

La formalina se utilizó como agente antibacteriano La adición del ácido acético tuvo el propósito de permitir la penetración de la formalina, que de otra manera el pH normal de la piel no llegaría a las capas interiores del colágeno.

Finalmente, el bicarbonato de sodio al neutralizar el ácido acético eleva el pH de la piel hasta 3,7; de tal manera que se fijó en las fibras, cumpliendo su objetivo final. La solución restante se retiró y la piel quedó libre nuevamente.

*Tabla 5. Fijación del pelo*

Operación	Fijación del pelo	temperatura
Agua	3000 mL/ piel	
Sal	45 g/L	
Formalina	4 %	T° ambiente
Bicarbonato de sodio	3 g/L	
Ácido acético	5 mL/piel	

## **Blanqueado y acondicionado**

La utilización de peróxido de hidrogeno tienen un efecto decolorante sobre manchas originadas por sangre, orina, etc. Se preparó la solución con 5 mL por litro de agua y se mezcló con la piel de la solución.

## **Descarnado**

Esta etapa que ahora es facilitada por el uso de productos en las etapas anteriores se llevó a cabo para eliminar restos de carne provenientes de un desuello incorrecto, que de no hacerlo hubieran entorpecido en la penetración de los curtientes de tara. El descarnado se hizo de forma manual con la ayuda de un cuchillo, el cual tiene la función de limpiar la piel por el lado de la carne y así dejar casi listo para el proceso de curtición propiamente dicho.

## **Piquelado**

Esta etapa previa a la curtición normalmente se hizo usando el alumbre y ácido acético, pues esta etapa tiene la función de abrir la piel. El piquelado en este caso cumplió esa misión y por tanto se dejó 2 días en ese medio ácido.

*Tabla 6. Piquelado de la piel*

Operación	Piquelado	Tiempo
Agua	3000 mL /piel	
Alumbre	45 g /L	2 días
Ácido acético	5 mL /piel	

## **Curtido**

Al llegar a esta etapa, la piel que fue preparada para que la tara en polvo (curtiente de tara) difunda fácilmente dentro de la piel se le dio 5 días para que luego pueda ser fijado convenientemente al subir el valor del pH de dentro de los rangos de 3,7 – 4,3. Para que el pH llegue a estos parámetros se trabajó con ácido acético se agregó con gotero hasta llegar a los valores deseados.

En este caso se utilizó tara en polvo de 12, 15 y 18% respectivamente, para el cual se pesó la tara en una balanza digital de precisión.

*Tabla 7. Curtición de la piel*

Operación	curtido	control	tiempo
Agua	3000 mL/ piel		5 días
Bicarbonato de sodio	3 g/L	pH (3,7;4,0 y	
Tara en polvo	12; 15 y 18%	4.3)	

### **Lavado**

Lavado se procedió con la finalidad de eliminar restos del curtiente (tara en polvo humedecido) e impurezas para que la piel quede limpia, también se utilizó un tensoactivo no iónico (shampoo 40 mL).

### **Secado**

Es preferible disminuir su humedad a la sombra sin exponerlas a ambientes muy calientes (menos de 12-18 °C) y apenas se colgaron sin estirarlas demasiado.

Para el secado adecuado se tensó con ganchos acondicionados en un marco de madera sin estirarlo demasiado para que quede uniforme.

### **Apilado**

Esta operación se realizó con el objeto de permitir la fijación por olación y oxalación (proceso por el cual la interacción del colágeno y el curtiente de tara se estabiliza y uniformiza en la piel ya curtida) Para ello se colocó las pieles estiradas una encima de otra con la parte de la piel para la parte interior.

### **Engrasado**

Se aplicó con brocha por el lado del cuero, con la siguiente preparación: 250 mL de agua caliente 150 mL de aceite de pescado. Se mezcló bien para la absorción de la mezcla de aceitado. Esta etapa se hizo para cada piel en forma manual.

*Tabla 8. Insumos para el engrasado del cuero*

Operación	Engrasado	Control
Agua caliente	250 mL	
Aceite de pescado	150 mL	T° 35 °C

### **Ablandado y lijado**

Finalmente, se obtuvo el producto final las pieles curtidas se ponen a secar nuevamente sin estirar, por colgado dejando que la humedad disminuya a lo más mínimo posible (lo recomendable es 3 días), luego se liján por el lado de la piel curtida y se ablandan contra el filo de una mesa o una lámina metálica diseñada para tal fin.

#### 4.6. Diagrama de proceso de obtención de piel curtida de conejo

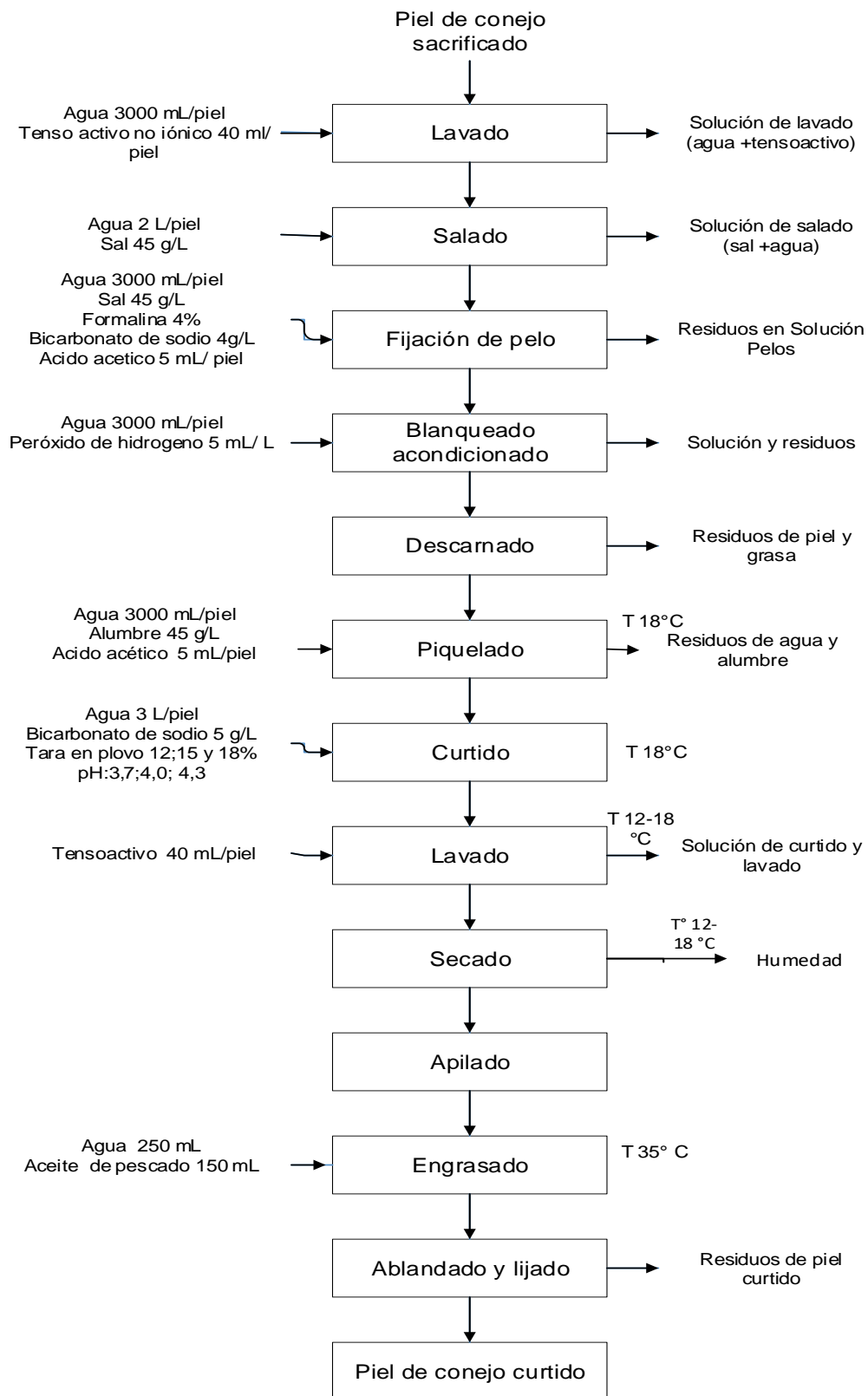


Figura 9. Diagrama de bloques del proceso de curtiembre de piel de conejo.



#### 4.7. Diagrama experimental

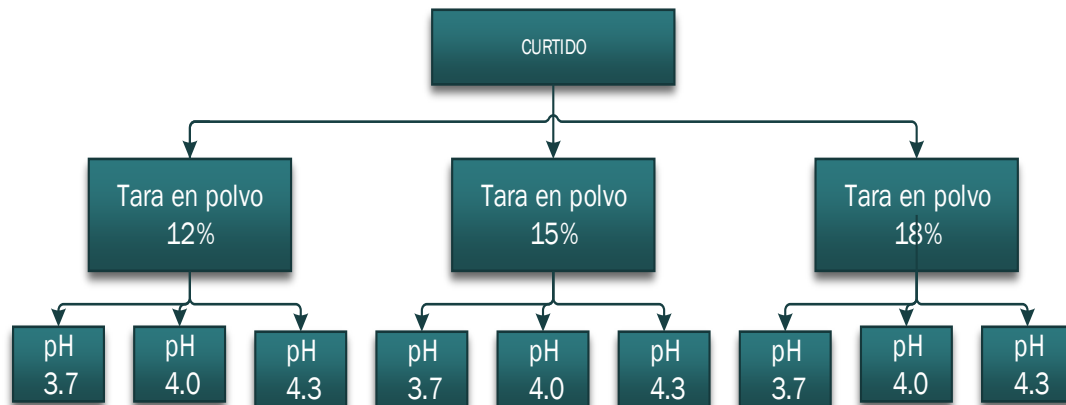


Figura 10. Factores y niveles a considerar en el diseño experimental

#### 4.8. Metodología de análisis

##### 4.8.1. Determinación del espesor (mm)

La preparación y acondicionamiento de muestras se efectuó de acuerdo con la guía para muestreo de cueros en control de calidad del ITP (Ver anexo 9).

El método se basó en medir el espesor de la piel con un vernier digital con una precisión de 0,1 mm.

Se extrajeron probetas de 10 \* 2,5 cm de cada una de las muestras de la piel curtida y depilada, para ello se trabajó con la parte del crupón de la piel.

Se efectuó la determinación por triplicado en cada una de las probetas extraídas de las diferentes zonas de piel y se promedian los resultados por zona.

Los resultados se expresaron en milímetros y corresponde al promedio de las zonas que fueron evaluadas. Los resultados se pueden ver en el anexo 01.

##### 4.8.2. Determinación de la resistencia a la tracción (kg-f/cm<sup>2</sup>)

La preparación y acondicionamiento de muestras se efectuó de acuerdo con la guía para muestreo de cueros en control de calidad del ITP. (Ver anexo 9).

Para determinar la resistencia a la tracción se tomó como referencia la NTP 291.035 tal como indica en el anexo 6.

El método se basó en medir el espesor de la piel y la distancia de la probeta al someterla a una fuerza mediante una balanza romana y se midió la distancia entre

las probetas luego de alcanzar la fuerza de rotura y finalmente se observó la fuerza de rotura en la romanilla acondicionada.

La resistencia a la tracción se expresa en Newton por centímetro cuadrado (kilogramo fuerza por centímetro cuadrado) y se calculó mediante la fórmula siguiente:

Donde:

$$RT = \frac{F}{he} \dots\dots\dots \text{ecuación 1.}$$

RT = Es la resistencia a la tracción, expresada en N/cm<sup>2</sup> (kg-f/ cm<sup>2</sup>).

F = Es la fuerza, en Newton (kg-f) en el momento de rotura de la probeta.

h = Es el ancho promedio, en centímetros de la probeta.

e = Es el espesor promedio, en centímetros de la probeta.

En esta ecuación 01, se reemplazó los datos obtenidos del experimento y se obtiene los resultados indicados en el anexo 01.

El alargamiento de rotura se expresa en porcentaje y se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de alargamiento} = \frac{Lf-Li}{Li} * 100 \dots\dots\dots \text{ecuación 2.}$$

Donde:

Li = Es la longitud inicial, en milímetros de la probeta.

Lf = Es la longitud final, en milímetros de la probeta.

Para obtener los resultados de porcentaje de alargamiento se hizo los cálculos en la ecuación 2.

#### **4.8.3. Determinación de la resistencia a las costuras (kg-f/cm<sup>2</sup>)**

La preparación y acondicionamiento de muestras se efectuó de acuerdo con la guía para muestreo de cueros en control de calidad del ITP. El cual se muestra en el anexo 9.

Para determinar la resistencia a la tracción se tomó como referencia la NTP 291.035 peruana 1988 (revisada el 2015) peletería. tal como indica en el anexo 6.

Luego las probetas se cortaron, en seguida se cosieron con una máquina de coser industrial con el punto cadeneta, con hilo nylon número 20, de modo que se tenga 8 puntadas por pulgada.

Se trabajó con probetas de 10 cm x 5 cm.

Luego se llevó a la maquina acondicionada de los ensayos de resistencia a la tracción y se procedió a estirar las probetas cosidas para su posterior rotura.

La rotura fue más rápida debido a que las probetas ya están dañadas por la costura. Los datos se toman en el momento de ruptura de la probeta cosida.

Se reemplazó en la ecuación 3:

$$Rc = \frac{F}{he} \dots\dots\dots \text{ecuación 3.}$$

$Rc$  = Es la resistencia a la costura, expresada en  $N/cm^2$  ( $kg-f/cm^2$ ).

$F$  = Es la fuerza, en Newton ( $kg-f$ ) en el momento de rotura de la probeta.

$h$  = Es el ancho promedio, en centímetros de la probeta.

$e$  = Es el espesor promedio, en centímetros de la probeta.

En esta ecuación 03, se reemplazó los datos obtenidos del experimento y se obtiene los resultados indicados en el anexo 01.

#### 4.9. Diseño experimental

En el presente trabajo de investigación se utilizó un diseño experimental del tipo factorial  $3^2$ , con 3 repeticiones por tratamiento. Teniendo como variables independientes: pH y tara en polvo, en el que se consideró los siguientes niveles pH (3,7; 4,0 y 4,3) y tara en polvo (12,15 y 18) %; en el cual se estudiaron 3 variables de respuesta: espesor (mm), resistencia a la tracción ( $kg-f/cm^2$ ) y resistencia a la costura ( $kg-f/cm^2$ ), con los cuales se probó si las pieles cumplen con los requisitos establecidos en el anexo 7.

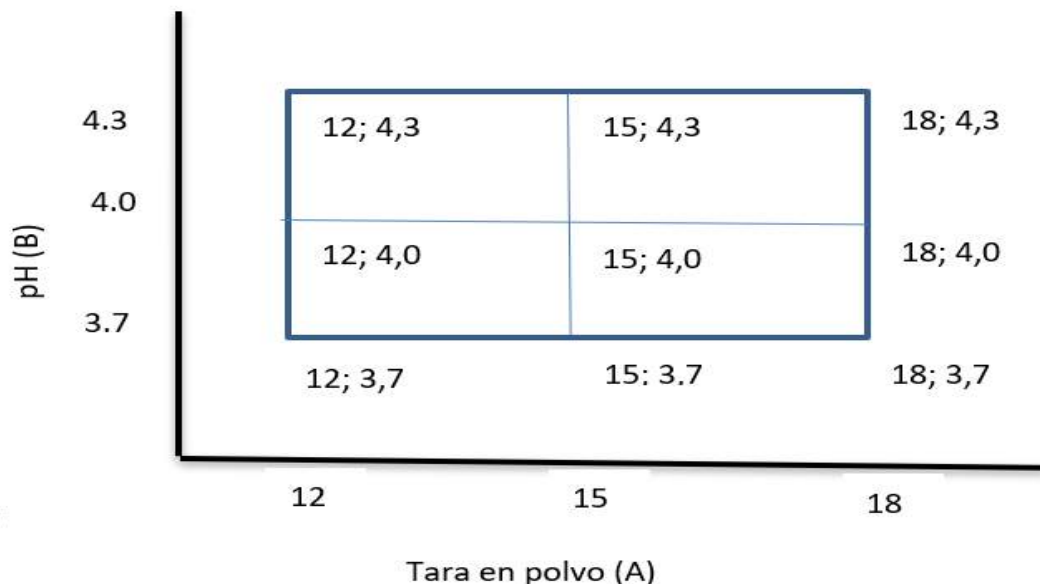


Figura 11. Las combinaciones de tratamientos de este diseño

Fuente: (Montgomery, 2004)



para peletería.

H<sub>0</sub>: Efecto AB=0

H<sub>A</sub>: Efecto AB ≠ 0

**H<sub>0</sub>** : El polvo de tara y pH no influyeron en el espesor de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

**H<sub>A</sub>**: El polvo de tara y pH influyeron en el espesor de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

Para resistencia a la tracción:

H<sub>0</sub>: Efecto A=0

H<sub>A</sub>: Efecto A ≠ 0

**H<sub>0</sub>** : La tara en polvo no influye en la resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

**H<sub>A</sub>**: La tara en polvo influye en la resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

H<sub>0</sub>: Efecto B=0

H<sub>A</sub>: Efecto B ≠ 0

**H<sub>0</sub>** : El pH no influye en la resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

**H<sub>A</sub>**: El pH influye en la resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

H<sub>0</sub>: Efecto AB=0

H<sub>A</sub>: Efecto AB ≠ 0

**H<sub>0</sub>** : El polvo de tara y pH no influyeron en la resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

**H<sub>A</sub>**: El polvo de tara y pH influyeron en la resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

Para resistencia a las costuras:

H<sub>0</sub>: Efecto A=0

H<sub>A</sub>: Efecto A ≠ 0

**H<sub>0</sub>** : La tara en polvo no influye en la resistencia a las costuras de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

**H<sub>A</sub>**: La tara en polvo influye en la resistencia a las costuras de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

H<sub>0</sub>: Efecto B=0

H<sub>A</sub>: Efecto B ≠ 0

$H_0$  : El pH no influye en la resistencia a las costuras de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

$H_A$ : El pH influye en la resistencia a las costuras de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

$H_0$ : Efecto AB=0

$H_A$ : Efecto AB  $\neq$  0

$H_0$  : El polvo de tara y pH no influyeron en la resistencia a las costuras de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

$H_A$ : El polvo de tara y pH influyeron en la resistencia a las costuras de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería.

Estas hipótesis se prueban mediante la técnica de análisis de varianza que se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Análisis de varianza para el diseño factorial 3<sup>2</sup>

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F<sub>0</sub></i>	Valor - <i>p</i>
Efecto A	$SC_A$	$A-1$	$CM_A$	$CM_A/CM_E$	$P(F > F_0^A)$
Efecto B	$SC_B$	$B-1$	$CM_B$	$CM_B/CM_E$	$P(F > F_0^B)$
Efecto AB	$SC_{AB}$	$(A-1)(B-1)$	$CM_{AB}$	$CM_{AB}/CM_E$	$P(F > F_0^{AB})$
Error	$SC_E$	$AB(n-1)$	$CM_E$		
Total	$SC_T$	$ABn-1$			

Fuente: (Gutierrez & De la Vara, 2012)

Si el valor-*P* es menor al nivel de significancia  $\alpha$  prefijado, se rechaza la hipótesis nula.

## CAPÍTULO V: RESULTADOS

### 5.1. Espesor, resistencia a la tracción y costura de la piel curtida

Se calculó la media y la desviación estándar para espesor como se ve en la tabla 11. En el anexo 01 se observa el cálculo correspondiente para resistencia a la tracción y resistencia a las costuras. El menor espesor se obtuvo con 12% de tara y pH de 3,7; de la misma forma para resistencia a la tracción el mayor valor se obtiene con 12% de tara en polvo y pH 3,7; y para resistencia a las costuras el mejor tratamiento se dio con 18% de tara en polvo y 3,7 de pH.

*Tabla 11. Media y desviación estándar para las variables de respuesta*

N°	Tara en		Espesor		Resistencia a la		Resistencia a las	
	polvo %	pH	(mm)		tracción (kg-f/cm <sup>2</sup> )		costuras (kg-f/cm <sup>2</sup> )	
Trat.			$\bar{X}$	$\sigma$	$\bar{X}$	$\sigma$	$\bar{X}$	$\sigma$
1	12	3,7	1,24	0,039	50,83	3,955	69,33	9,65
2	15	3,7	1,53	0,113	38,60	2,471	60,33	4,50
3	18	3,7	1,60	0,147	32,73	2,253	78,66	7,77
4	12	4	1,29	0,107	33,03	4,645	45,66	6,26
5	15	4	1,57	0,058	27,87	3,800	44,66	9,00
6	18	4	1,59	0,070	23,57	1,682	55,33	2,48
7	12	4,3	1,30	0,148	33,60	4,174	49,66	20,9
8	15	4,3	1,52	0,057	27,57	1,855	45,66	3,68
9	18	4,3	1,59	0,099	21,83	1,078	63,0	2,76

### 5.2. Análisis de varianza para espesor

La tabla 12 del análisis de varianza muestra que el factor A (tara en polvo) no tiene influencia sobre el espesor; mientras el factor B (pH), presenta un Valor-P < 0,05 (0,0001), por lo tanto, tiene una influencia en la variable de respuesta (espesor). La interacción AB (tara en polvo y pH) no tiene una influencia, con un Valor-P > 0,05; por tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 12. Análisis de varianza para espesor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tara en polvo	0,00246667	2	0,00123333	0,08	0,9220
B: pH	0,521667	2	0,260833	17,26	0,0001
Interacciones					
AB	0,00726667	4	0,00181667	0,12	0,9735
Residuos	0,272	18	0,0151111		
Total (corregido)	0,8034	26			

La tabla 13 muestra la media global de espesor (1.47 mm), y también la interacción de los dos factores (tara en polvo y pH). También se muestra los errores estándar de cada media, así como se limite superior e inferior.

Tabla 13. Medias por mínimos cuadrados para espesor

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GLOBAL	27	1,47			
Tara en polvo por pH					
12,3,7	3	1,24333	0,0709721	1,09423	1,39244
12,4,0	3	1,53333	0,0709721	1,38423	1,68244
12,4,3	3	1,6	0,0709721	1,45089	1,74911
15,3,7	3	1,28667	0,0709721	1,13756	1,43577
15,4,0	3	1,57333	0,0709721	1,42423	1,72244
15,4,3	3	1,58667	0,0709721	1,43756	1,73577
18,3,7	3	1,29667	0,0709721	1,14756	1,44577
18,4,0	3	1,52	0,0709721	1,37089	1,66911
18,4,3	3	1,59	0,0709721	1,44089	1,73911

En la tabla 14, se han identificado 2 grupos homogéneos (pH: 4,0 – 4,3), el cual quiere decir que los resultados obtenidos no influyen en la variable de estudio y en el caso del pH (3,7) tiene influencia sobre el espesor.



Tabla 14. Pruebas de múltiples rangos para espesor por pH

pH	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3,7	9	1,27556	0,0409758	a
4,0	9	1,54222	0,0409758	b
4,3	9	1,59222	0,0409758	b

Esta tabla 15 se muestra una comparación múltiple indicando una diferencia significativa cuando se trabaja con pH de 3,7-4,0 y 3,7- 4,3. Estos pares muestran diferencias significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 15. Diferencia significativa para espesor por pH

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
3,7 - 4,0	*	-0,266667	0,147964
3,7 - 4,3	*	-0,316667	0,147964
4,0 - 4,3		-0,05	0,147964

### 5.3. Análisis de varianza para resistencia a la tracción

La tabla 16 del análisis de varianza para resistencia a la tracción, demuestra que el factor A (tara en polvo) y el factor B (pH), tienen una influencia sobre la variable de respuesta pues se presenta un Valor-P menor a 0,05 (0,0000). Mientras que la interacción AB (tara en polvo y pH), no tiene influencia en la resistencia a la tracción, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 16. Análisis de varianza para resistencia a la tracción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A: Tara en polvo	985,823	2	492,911	33,72	0,0000
B: pH	783,014	2	391,507	26,79	0,0000
Interacciones					
AB	71,197	4	17,7993	1,22	0,3379
Residuos	263,087	18	14,6159		
Total (corregido)	2103,12	26			

Esta tabla 17 muestra la media global de resistencia a la tracción (32.1815 kg-f/cm<sup>2</sup>) y también para la interacción de los factores (tara en polvo y pH). También muestra los errores estándar de la media, tara en polvo y pH (2.20726 kg-f/cm<sup>2</sup>) los cuales

son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95.0% para cada una de las medias. También presenta el límite superior e inferior, el error estándar.

*Tabla 17. Medias por mínimos cuadrados para resistencia a la tracción*

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	32,1815			
Tara en polvo por pH					
12,3,7	3	50,8333	2,20726	46,1961	55,4706
12,4,0	3	38,6	2,20726	33,9627	43,2373
12,4,3	3	32,7333	2,20726	28,0961	37,3706
15,3,7	3	33,0333	2,20726	28,3961	37,6706
15,4,0	3	27,8667	2,20726	23,2294	32,5039
15,4,3	3	23,5667	2,20726	18,9294	28,2039
18,3,7	3	33,6	2,20726	28,9627	38,2373
18,4,0	3	27,5667	2,20726	22,9294	32,2039
18,4,3	3	21,8333	2,20726	17,1961	26,4706

En la tabla 18 se han identificado 2 grupos homogéneos por influencia de la tara en polvo sobre la resistencia a la tracción (kg-f/cm<sup>2</sup>). No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna, en el caso de las medias para 15% y 18% de tara en polvo las medias es 27.6667 kg/cm<sup>2</sup>. Lo que quiere decir que no presenta influencia sobre la variable de estudio. Sin embargo, con 12% de tara en polvo si presenta influencia sobre la resistencia a la tracción.

*Tabla 18. Pruebas de múltiples rangos para resistencia a la tracción por tara en polvo*

<i>Tara en polvo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
18	9	27,6667	1,27436	a
15	9	27,6667	1,27436	a
12	9	40,7222	1,27436	b

En la tabla 19 se muestra diferencias significativas para tara en polvo 12 -15 y 12-18%, con 12,5667 kg-f/cm<sup>2</sup> y 13,0556 kg-f/cm<sup>2</sup> respectivamente, estos pares

muestran influencia con una confianza nivel del 95.0%. Mientras de 15 -18 % de tara en polvo no indica una diferencia significativa.

*Tabla 19. Diferencia significativa para resistencia a la tracción por tara en polvo*

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
12 - 15	*	12,5667	4,60172
12 - 18	*	13,0556	4,60172
15 - 18		0,488889	4,60172

Como se observa en la tabla 20 la media cuando se trabaja con 3,7 de pH es 39,1556 kg-f/cm<sup>2</sup>, en tanto para pH 4,0 la media es 31,3444 kg-f/cm<sup>2</sup> y para 4,3 es 26,0444 kg-f/cm<sup>2</sup>, en tal sentido a pH 3,7 se obtiene mejor resistencia a la tracción.

*Tabla 20. Pruebas de múltiples rangos para resistencia a la tracción por pH*

<i>pH</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4,3	9	26,0444	1,27436	a
4,0	9	31,3444	1,27436	a
3,7	9	39,1556	1,27436	a

En la tabla 21 se observa una diferencia significativa para los pH de 3,7-4,0; 3,7-4,3 y 4,0-4,3 con un límite inferior y superior +/- 4,60172. También indica que los 3 pares muestran diferencias significativas para resistencia a la tracción con un nivel del 95.0% de confianza.

*Tabla 21. Diferencia significativa para resistencia a la tracción por pH*

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
3,7 - 4,0	*	7,81111	4,60172
3,7 - 4,3	*	13,1111	4,60172
4,0 - 4,3	*	5,3	4,60172

#### **5.4. Análisis de varianza para resistencia a las costuras**

En la tabla 22 se observa que el factor A (tara en polvo) presenta un valor- P de 0,0023 y el factor B (pH) de 0,0265, valores que son menores que 0,05 por lo tanto tienen influencia sobre la resistencia a las costuras, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

En el caso de la interacción AB (tara en polvo y pH), no tienen influencia por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 22. Análisis de varianza de resistencia a las costuras

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: tara en polvo	2195,85	2	1097,93	8,69	0,0023
B: pH	1129,41	2	564,704	4,47	0,0265
Interacciones					
AB	77,2593	4	19,3148	0,15	0,9592
Residuos	2273,33	18	126,296		
Total (corregido)	5675,85	26			

La tabla 23 muestra la media global es 56.9259 kg-f/cm<sup>2</sup>; también muestra los errores estándar de la interacción es 6.48836 kg-f/cm<sup>2</sup> y finalmente el mejor tratamiento 78.6667 kg-f/cm<sup>2</sup> con 12% de tara en polvo y 4,3 de pH.

Tabla 23. Medias por mínimos cuadrados para resistencia a las costuras

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GLOBAL	27	56.9259			
Tara en polvo por pH					
12,3,7	3	69,3333	6,48836	55,7018	82,9649
12,4,0	3	60,3333	6,48836	46,7018	73,9649
12,4,3	3	78,6667	6,48836	65,0351	92,2982
15,3,7	3	45,6667	6,48836	32,0351	59,2982
15,4,0	3	44,6667	6,48836	31,0351	58,2982
15,4,3	3	55,3333	6,48836	41,7018	68,9649
18,3,7	3	49,6667	6,48836	36,0351	63,2982
18,4,0	3	45,6667	6,48836	32,0351	59,2982
18,4,3	3	63,0	6,48836	49,3684	76,6316

En la tabla 24 se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las columnas de 15 y 18% de tara en polvo. Por lo que no existen diferencias significativas y por lo tanto indica que presenta influencia la tara en polvo con un porcentaje de 12%.

Tabla 24. Pruebas de múltiples rangos para resistencia a las costuras por tara en polvo

Tara en polvo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
15	9	48,5556	3,74605	a
18	9	52,7778	3,74605	a
12	9	69,4444	3,74605	b

En la tabla 25 se aplica un procedimiento de comparación múltiple se observa cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se observa también una diferencia significativa para tara en polvo 12-15; 12-18 con un límite inferior y superior +/- 11.1301.

Tabla 25. Diferencia significativa para resistencia a las costuras por tara en polvo

	Sig.	Diferencia	+/- Límites
12 - 15	*	20,8889	11,1301
12 - 18	*	16,6667	11,1301
15 - 18		-4,22222	11,1301

En la tabla 26 se observan que las medias de los límites de significancia son distintos según la alineación columnas de 3,7;4,0 y 4,3 de pH. En el caso de pH 4,3 presenta influencia sobre la variable de estudio.

Tabla 26. Pruebas de múltiples rangos para resistencia a las costuras por pH

pH	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4,0	9	50,2222	3,74605	a
3,7	9	54,8889	3,74605	ab
4,3	9	65,6667	3,74605	c

Esta tabla 27 no indica una diferencia significativa para 3,7-4,0 y 3,7-4,3 de pH, mientras para pH de 4,0-4,3 son significativos por lo que presenta influencia por este factor sobre la resistencia a las costuras (kg-f/cm<sup>2</sup>).

Tabla 27. Diferencia significativa para resistencia a las costuras por pH

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
3,7 - 4,0		4.66667	11,1301
3,7 - 4,3		-10.7778	11,1301
4,0 - 4,3	*	-15.4444	11,1301

## CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

### 6.1. Espesor de la piel curtida de conejo para peletería

Pacsi (2016) en una investigación sobre cuero de alpaca obtuvo los siguientes resultados, el menor resultado es 1,10 mm, y el mayor resultado de espesor es de 1,52 mm, pese a que los cueros fueron rebajados después del curtido. Efectuando el análisis de los resultados obtenidos, el espesor de cada probeta oscila entre 1,09 y 1,78, con lo que se puede decir que los resultados tienen una semejanza, pero con espesores mayores en el cuero de conejo, esto se debió a los parámetros utilizados en el pH, 3,7; 4,0 y 4,3. Esta explicación se da gracias al estudio realizado por Caguana (2011) donde menciona a mayor pH la fijación de los taninos aumenta debido a que las cargas positivas del colágeno aumentan y existe mayor posibilidad de fijación a los taninos que poseen carga negativa. En el intervalo de pH de 4,5 – 2,0 se obtiene mayor fijación del tanino.

En un estudio de comparación de curtientes vegetales tara en piel de ovino y pino en piel de alpaca, se muestra los siguientes resultados en espesor un 0,84 mm en ovino y 0,9 mm en alpaca, cuyo autor es la (Asociación de investigación de las industrias del curtido y anexas, 2007). Al realizar una comparación con los resultados analizados en este trabajo de investigación, existe una variabilidad con espesores superiores, debido al pH (3,7) con que se trabajó, y también debido al proceso de rebajado (acabado) que se le dio, por el cual los cueros para peletería obtenidos presentaron espesores mayores a los especificados. Del mismo modo según el análisis de varianza indica que el pH tiene influencia sobre el espesor, con lo que se prueba también lo que menciona Silva (2011) el cual señala que el espesor es una propiedad física del cuero que depende además del proceso de fabricación, de la presión y el tiempo que se ejerza sobre este durante la realización del ensayo, por consiguiente, también influyó estos factores en los resultados.

Sin embargo, según Hourdebairt, (2007) en un estudio comparativo de taninos de tara, mimosa y pino como recurtiente en cueros obtuvo los resultados siguientes por la variación de especies con un espesor de 1,4 – 1,6 mm. Los resultados son similares a los resultados obtenidos cuando se realiza el análisis respectivo en el trabajo de investigación.

Por otro lado, en la tabla 13 se muestra la media global de 1,47 mm de un total de 27 tratamientos, con respecto al porcentaje de polvo de tara y pH el mejor resultado

en cuanto a flexibilidad se obtiene cuando se trabaja con 12 % y 3,7. (menor espesor, mayor flexibilidad).

En la tabla 14, en la prueba de rangos múltiples, pH: 4,0 – 4,3), el cual quiere decir que los resultados obtenidos no influyen en la variable de estudio y en el caso del pH (3,7) tiene influencia sobre el espesor. Del mismo modo en la tabla 15 indica una diferencia significativa cuando se trabaja con pH de 3,7-4,0 y 3,7- 4,3.

## **6.2. Resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo para peletería**

Manzano (2016) en un trabajo de investigación obtuvo los siguientes resultados en un lote de pieles curtidas con 12% de tara, las resistencias son 1058,20 N/cm<sup>2</sup> (105,8 kg-f/cm<sup>2</sup>), en tanto que los valores más bajos fueron registrados en las pieles curtidas con 14% de tara, ya que la tensión fue de 1029,57 N/cm<sup>2</sup> (102,95 kg-f/cm<sup>2</sup>) es decir que con niveles más bajos de curtiente vegetal tara se consigue una mayor resistencia a la tracción y por lo tanto que cumplen con las exigencias de calidad de la (La Asociación Española de Normalización del Cuero , 2002), quien manifiesta que de acuerdo a la norma técnica IUP 6, los valores que oscilan entre 800 a 1500 N/cm<sup>2</sup> (80 a 150,00 kg-f/cm<sup>2</sup>). Los resultados obtenidos son superiores a las expuestas por (Caguana, 2011), quien en la evaluación de la resistencia a la tracción de las pieles de cuy para peletería media, reportó la mayor tracción en las pieles curtidas con el 20% de curtiente vegetal quebracho ATS con valores medios de 146,44 kg-f/cm<sup>2</sup>; y (Bailla, 2010) registró las mayores respuestas de resistencia a la tracción en las pieles de cuy curtidas con el 8% de sulfato de cromo, puesto que los valores fueron de 630,44 N/cm<sup>2</sup> (63,44 kg-f/cm<sup>2</sup>).

Caguana (2011) en un trabajo de investigación sobre las pieles de cuy para peletería media, reportó la mayor resistencia a la tracción en las pieles curtidas con curtiente vegetal quebracho ATS con valores medios de 146,44 kg-f/cm<sup>2</sup>, resultados relativamente altos en comparación a los reportados por (Bailla, 2010) quien registró las mayores respuestas de resistencia a la tracción en las pieles de cuy curtidas con el 8% de sulfato de cromo, cuyos valores son 630,44 N/cm<sup>2</sup> (63,44 kg-f/cm<sup>2</sup>). Por otro lado (Villa, 2016) evaluó la resistencia a la tracción de las pieles de conejo por efecto de la curtición con diferentes niveles de mimosa, estableció las mejores respuestas al curtir las pieles de conejo con mimosa, y las medias de 1417,81 N/cm<sup>2</sup> (141,78 kg-f/cm<sup>2</sup>). Estos resultados también son mayores comparados al que se obtuvo en el trabajo de investigación. Este resultado se puede justificar con lo que señala (Hidalgo, 2004) el cual justifica que los curtientes vegetales le confieren a la piel

características de resistencia, flexibilidad y de naturalidad elevada y con esto el cuero se verá vistoso al acabado.

Vargas (2011) curtió pieles de cuy que van a ser destinadas a la peletería (7, 8 y 9%) en el cual obtuvo los siguientes resultados con el 9% de alumbre; resistencia a la tracción es 91,31 kg-f/cm<sup>2</sup>, por efecto de los niveles de curtiente mineral alumbre, con una media general de 82,15 kg-f/cm<sup>2</sup>. Se registró las mayores respuestas en las pieles de cuy curtidas con el 9% de alumbre 91,31 kg-f/cm<sup>2</sup>, y descendió en las pieles curtidas con el 8% alumbre a 81,56 kg-f/cm<sup>2</sup> y finalmente la resistencia a la tracción más baja de la investigación fue con 7% de alumbre, con un promedio de 73,56 kg-f/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo (Manchego, 2010) evaluó las características físicas de las pieles de conejo para peletería por genotipo. El resultado para resistencia a la tracción fue en machos y hembras: 74,84 kg-f/cm<sup>2</sup> y 65,33 kg-f/cm<sup>2</sup> respectivamente, mientras su media fue 79,83 kg-f/cm<sup>2</sup> y su desviación estándar fue de 0,11. Estos resultados son relativamente semejantes en comparación a los resultados del trabajo de investigación esto se debió a la raza de conejo, al sexo del conejo (hembra - macho) que se utilizó.

En tanto Rueda (2004) evaluó tres técnicas de curtición en pieles de conejo y cabra con respecto a la resistencia a la tracción. El resultado para el curtido de pieles de conejo en respuesta a resistencia a la tracción en (kg-f/cm<sup>2</sup>), es 21,26 kg-f/cm<sup>2</sup>, el menor valor obtenido, seguido de 18,33 kg-f/cm<sup>2</sup> y el valor más alto que se reportó fue de 28,66 kg-f/cm<sup>2</sup>.

Con respecto a la tabla 17; al comparar los resultados obtenidos, el menor resultado fue cuando se utilizó 18% de tara en polvo y 4,3 de pH con una media de 21,8333 kg-f/cm<sup>2</sup> y el mayor fue cuando utilizó 12% de tara en polvo y 3,7 de pH con una media de 32,1815 kg-f/cm<sup>2</sup>. Comparando con la tabla 38 del anexo 7, se muestra que el requisito que debe cumplir es 980 N/cm<sup>2</sup>. Por ende, se deduce que son distintos (superiores) con respecto al resultado obtenidos.

Rueda (2004) Evaluó tres técnicas de curtición en pieles de conejo y cabra con respecto a la resistencia a la tracción. El resultado para el curtido de pieles de conejo en respuesta a resistencia a la tracción (kg-f/cm<sup>2</sup>), es 21,26 kg-f/cm<sup>2</sup>, el menor valor obtenido, seguido de 18,33 kg-f/cm<sup>2</sup> y el valor más alto que se reportó fue de 28,66 kg-f/cm<sup>2</sup>. Los resultados obtenidos varían desde 20,4 kg-f/cm<sup>2</sup> a 52,4 kg-f/cm<sup>2</sup> por lo que se puede decir que dichos datos son idénticos al que se obtuvo cuando se hizo el trabajo de investigación, el menor valor se obtuvo con el tratamiento 9 en la segunda repetición 20,4 kg-f/cm<sup>2</sup> del mismo modo el mayor valor se obtuvo con el



tratamiento1, 52,4 kg-f/cm<sup>2</sup>. Estos resultados idénticos se deben al uso del tipo de piel (piel de conejo, animales menores, resistencias menores).

En la tabla 16 del análisis de varianza para resistencia a la tracción se observa que la tara en polvo y el pH, tienen influencias ya que el valor - P es menor al 0,05 (0,0000), demostrándose que el factor A (tara en polvo) y el factor B (pH), tienen una influencia sobre la variable de respuesta. Mientras que la interacción AB (tara en polvo y pH), no tiene influencia en la resistencia a la tracción.

En la tabla 18 de las pruebas de rangos múltiples se observa un grupo homogéneo de 15 y 18% de tara en polvo, lo que quiere decir que no presenta influencia sobre la variable de estudio. Sin embargo, con 12% de tara en polvo si presenta influencia sobre la resistencia a la tracción. Mientras en la tabla 19 indica una diferencia significativa para 12-15 y 12 y 18% de tara en polvo, estos pares muestran influencia con una confianza nivel del 95,0%. Mientras de 15 -18 % de tara en polvo no indica una diferencia significativa. Por otro lado, con respecto al pH en la tabla 20 se observa un grupo no homogéneo y el mejor tratamiento es con 3,7 de pH.

### **6.3. Resistencia a las costuras de la piel curtida de conejo para peletería**

En la variable de respuesta: resistencia a las costuras se obtuvo de 24,68 lb-f a 61,69 lb-f, al expresarse en kg-f/cm<sup>2</sup>, son 28,0 kg-f/cm<sup>2</sup> y 89,0 kg-f/cm<sup>2</sup> respectivamente. Al realizar una comparación existe una semejanza con las normas técnicas del (Instituto Nacional de Calidad, 2016) es 70 kg-f/cm<sup>2</sup>; se encuentra dentro del rango establecido, por lo que existe similitud en los resultados. Esto debido a varios factores como lo indica Julcarima (2006) "Cuanto más alta la densidad de puntada (puntadas por cm), más hilo se encuentra en la costura. Por ello la resistencia (calidad) de la costura dependiente de la resistencia del hilo es directamente proporcional a la densidad de puntada." También depende de la costura, tipos de puntada y puntadas por pulgada principalmente.

En la tabla 22 se observa que el factor A (tara en polvo) presenta un valor- P de 0,0023 y el factor B (pH) de 0,0265, valores que son menores que 0,05 por lo tanto tienen influencia sobre la resistencia a las costuras, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Mientras que en la tabla 23 se observa la media global de 56,9259 kg-f/cm<sup>2</sup> y el mejor tratamiento es 12 % de tara en polvo y 4,3 de pH (78,6667 kg-f/cm<sup>2</sup>). En la tabla 24 se ve grupos homogéneos para 15 y 18% de tara en polvo, por lo que no existen diferencias significativas y por lo tanto indica que

presenta influencia la tara en polvo con un porcentaje de 12% y en la tabla 25 se observa diferencia en 12-15 y 12-18% de tara en polvo.

En el caso de pH 4,3 presenta influencia sobre la variable de estudio. se observa grupos homogéneos para 3,7 y 4,0 como se observa en la tabla 26. En tanto en la tabla 27 indica que son significativos por lo que presenta influencia por este factor sobre la resistencia a las costuras (kg-f/cm<sup>2</sup>).

## CONCLUSIONES

Se evaluó la influencia del polvo de tara y pH en las propiedades físicas en la piel curtido de conejo para peletería. para espesor la tara en polvo influye, mientras que el pH no influye. Mientras que en la resistencia a la tracción y resistencia costuras la tara en polvo y pH tienen influencia sobre la piel curtida de conejo.

Se determinó la influencia de la tara en polvo (*Caesalpinia spinosa*) y pH en el espesor de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para peletería, de acuerdo al análisis de varianza, el pH presenta influencia sobre el espesor. Los espesores obtenidos varían son relativamente superiores, y están por encima de algunos valores referenciales. Se puede trabajar solo con el valor de pH inferior para obtención un espesor para peletería con buena flexibilidad.

Se determinó la influencia de la tara en polvo (*Caesalpinia spinosa*) y pH en la resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*), en los que se verificó la influencia de la tara en polvo y el pH en la variable de respuesta (resistencia a la tracción), dado que su valor – P son menores a  $\alpha = 0,05$ . En efecto la mayor influencia se dio cuando se trabajó con los valores inferiores de tara en polvo (12 %) y del mismo modo el pH (y 3,7) probándose que tienen influencia sobre el cuero curtido de conejo para peletería.

Se determinó la influencia de la tara en polvo (*Caesalpinia spinosa*) y pH de la piel curtida de conejo (*Oryctolagus cuniculus*), observándose que la tara en polvo y pH tienen influencia en la resistencia a las costuras. Sin embargo, la interacción no tiene influencia dado su valor – P son mayores que  $\alpha = 0,05$ . Por lo tanto, para el caso de resistencia a las costuras la mayor influencia se dio cuando se trabajó con tara en polvo y pH (12% y 4,3) respectivamente. En consecuencia, la tara en polvo y pH tienen influencia en la resistencia a las costuras.

## RECOMENDACIONES

Trabajar con curtientes vegetales pues así se ayudará en la disminución de contaminantes al agua, pues trabajar con insumos químicos es costoso y contamina rápidamente el medio ambiente.

Después del sacrificio del animal inmediatamente las pieles se deben conservar con el fin de evitar la descomposición de la piel y caída de pelo, ya que los microorganismos actúan de rápidamente.

Al momento del descarnado de la piel de conejo se debe cuidado porque la piel se puede dañar (hueco y/o rotura).

Después de curtir la piel se debe realizar un buen rebajado para obtener pieles finas, flexibles y que cumplan con las características establecidas de cuero para peletería (espesor).

Para obtener cueros de acuerdo a las exigencias de calidad (resistencia a la tracción) se recomienda trabajar con tara en polvo (valor inferior) y pH (valor inferior) pues con estos valores se probó que tienen influencias sobre el cuero curtido de conejo para peletería.

Para el caso de resistencia a las costuras la mayor influencia se dio cuando se trabajó con tara en polvo y pH (valor inferior y valor superior) respectivamente, por lo que se recomienda curtir pieles con estos valores y así obtener un cuero de calidad para peletería.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adzet, J. (1985). *Química técnica de la tenería*. Igualada- España: Romanya valls.
- Alnicolsa del Perú S.A.C. (2006). Ficha Técnica de la Tara. *Insumos elaborados*, 4.
- Alonzo, J. (2009). *Tratamiento de efuentes de curtiembre*. Rio de Janeiro, Brasil: Confederación nacional de la industria.
- Asociación de investigación de las industrias del curtido y anexas. (2007). *norma técnica*. Uruguay: LATU S.A.
- Avalas, A. (2009). *Curtición de pieles caprinas con la utilización de tres niveles de curtiente vegetal, quebracho sulfatado*. Ecuador: Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica Chimborazo.
- Bacardit, A. (2005). *Química técnica del cuero*. España: COUSO.
- Baila, E. (2010). *Curtición de pieles de cuy con la utilización de tres niveles de curtiente mineral sulfato de cromo*. Riobamba: Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Chimborazo-Riobamba.
- Caguana, M. (2011). *Curtición De Piel De Cuy Para Peletería Media Utilizando Tres Niveles De Tanino Vegetal Quebracho ATS*. Chimborazo: Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Chimborazo.
- Calvillo, J. (2010). *Guía para la curtición artesanal de la piel de conejo*. Cuba: edit. adventures.
- Casa química Bayer. (1987). *Curtir, teñir acabar*. Alemania: Bayer.
- Chasiqiza, C. (2014). *Comparación de la curtición con extracto de polifenoles Vegetales de caesalpinia spinosa, con una curtición mineral Con sulfato de cromo para pieles caprinas*. Chimborazo: Tesis de pregrado, Facultad de ciencias pecuarias Universidad de Chimborazo.
- Chavez, A. (2010). *Centro ideas. Programa San Marcos*. Cajamarca: Edit. Línea Técnica Pecuaria.
- Covenyng, A. (2009). *Tanning Chemistry The Science of Leather (Vol. 1)*. Reino Unido: Real Sociedad de química.
- Echeverri, J. (2004). *Explotación y manejo del conejo doméstico*. Bogotá: Politécnico Colombiano, Escuela de ciencias agrarias.
- Frankel, A. (1999). *Manual de Tecnología del Cuero*. Buenos Aires: Edit. Albatros.
- Galego, G. (2013). *Curtición un arte milenario con técnicas actuales*. Andahuaylas:.

- Guaminga, L. (2011). *Utilización de tres taninos vegetales con diferentes niveles en la curtición de pieles de cuy*. Chimborazo Riobamba: Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Pecuarias. de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Riobamba.
- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos*. Mexico: Mc Graw Hill Educación.
- Hidalgo, L. (2004). *Texto básico de Curtición de pieles*. Riobamba: Edit. ESPOCH.
- Hourdebairt, R. (2007). *Estudio comparativo de taninos de tara, mimosa y pino como recurtientes*. URUGUAY: INNTEC.
- [Http://www.euroleather.com/spanrshbrochure.html](http://www.euroleather.com/spanrshbrochure.html). (2005). *Curtido de pieles*.
- <https://www.universalsewing.com/images/catalogs/grozbeck/espanol.pdf>. (s.f.). *Costuras en cuero: Costuras para cada aplicacion*. Sewing 15.
- Instituto Nacional de Calidad. (2016). *NTP 291.037 peruana 2011 (revisada el 2016) peletería*. Lima: INACAL.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (1997). *Preservación y conservación de pieles de camelidos*. Lima.
- Julcarima, C. (2006). *Estudio técnico económico de las actuales exigencias de calidad en prendas de tejido de punto para la exportación*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- La Asociación Española de Normalización del Cuero . (2002). *Norma Técnica IUP21*. Madrid: Asociación Española de Normalización del Cuero.
- Lacerca, A. (1993). *Curtición de Cueros y Pieles*. Albatros: Argentina:.
- Laque, A. (2018). *Peletería*. Moquegua: Universidad Nacional de Moquegua. Recuperado el 21 de Noviembre de 2019, de [https://www.academia.edu/36919070/Universida\\_Nacional\\_de\\_Moquegua\\_Escuela\\_Profesional\\_de\\_Ingenieria\\_Agroindustrial\\_Peleteria](https://www.academia.edu/36919070/Universida_Nacional_de_Moquegua_Escuela_Profesional_de_Ingenieria_Agroindustrial_Peleteria)
- Leach, M. (2009). *Nuevos desarrollos de la ribera para simplificar el manejo de las aguas residuales*. Toronto, Canada: Editorial Chemists.
- Manchego, P. (2010). *Evaluación de las pieles de conejo rex y neozelandes en peletería*. Riobamba- Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Manzano, F. (2016). *Curtición de pieles de cuy (Cavia porcellus), con diferentes niveles de caesalpineia spinosa, en combinación del sulfato de aluminio para peletería media*. Ecuador: Escuela superior politecnica de chimborazo.
- Montgomery, D. (2004). *Análisis y Diseño de Experimentos*. Mexico: Edit. Limusa, SA de CV.

- Ortuño, A. (2006). *Introducción a la Química Industrial (6 ed.)*. Barcelona - España.
- Pacsi, L. (2016). “*Efecto de la chirca blanca (Baccharis dracunculifolia) en el proceso de curtición de piel de ovino (Ovis orientalis aries) y piel de alpaca (Vicugna pacos) para la obtención de cueros WET- WHITE*”. Puno: Universidad Nacional de Puno.
- Prado, L. (22 de enero de 2011). *sitio Web Copyright.com*. Recuperado el 19 de junio de 2017, de info@cueronet.com: info@cueronet.com
- Riverón, S., & Gonzales, L. (2003). Manejo y explotación del conejo. *Manejo y explotación del conejo*, p. 45.
- Rueda, P. (2004). *Evaluación de tres técnicas de Curtición en pieles de Conejo y Cabra*. Guatemala: Tesis de pregrado, Facultad De Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad San Carlos de Guatemala.
- Sanchez, M. (2014). *Puntadas y costuras: Taller de confección básica programa de diseño de modas*. Boyacá: Universidad de Boyacá.
- Silva, p. (2011). *Tecnología en marcha*. Mexico: Vol.18.
- Vargas, P. (2011). *Curtición de pieles de cuy para peletería con la utilización de diferentes niveles de alumbre*. Chimborazo: Tesis de pregrado, Universidad de Chimborazo.
- Villa, V. (2016). *curtición de pieles de conejo con la utilización de diferentes niveles de cortiente vegetal mimosa para la obtención de cuero para encuadernación*. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## ANEXO

### ANEXO 1. Espesor de piel curtida de conejo para peletería

Tabla 28. Resultados de espesor

N° Trat.	Polvo de tara %	pH	Espesor mm (1 repetición)	Espesor mm (2 repetición)	Espesor mm (3 repetición)
1	12	3,7	1,19	1,26	1,28
2	15	3,7	1,38	1,57	1,65
3	18	3,7	1,42	1,78	1,6
4	12	4	1,41	1,15	1,3
5	15	4	1,56	1,65	1,51
6	18	4	1,51	1,68	1,57
7	12	4,3	1,09	1,43	1,37
8	15	4,3	1,6	1,47	1,49
9	18	4,3	1,65	1,67	1,45

Determinación de la resistencia a la tracción

Tabla 29. Resultados de fuerza para resistencia a la tracción

N° Trat.	Polvo de tara %	pH	Fuerza 1 kg-f (repetición)	Fuerza 2 kg-f (repetición)	Fuerza 3 kg-f (repetición)
1	12	3,7	13,5	16,5	17,5
2	15	3,7	14,5	14,2	15,5
3	18	3,7	10,5	15,5	13,5
4	12	4	9,5	11,0	11,0
5	15	4	12,0	12,5	8,5
6	18	4	9,0	9,0	10,0
7	12	4,3	10,0	13,0	9,5
8	15	4,3	12,0	10,0	9,5
9	18	4,3	9,5	8,5	8,0

El ancho de la probeta con que se trabajó para todos los tratamientos fue de una misma medida 2,5 cm.



Luego se calculó el espesor en cm, por ello se convirtió los resultados obtenidos con la siguiente expresión, de ahí los resultados en centímetros para hallar la resistencia a la tracción:

Ejemplo para el primer dato:

$$\text{Espesor en cm} = 1.19 \text{ mm} * \frac{0.10 \text{ cm}}{1 \text{ mm}}$$

$$\text{Espesor en cm} = 0.119 \text{ cm}$$

Y así sucesivamente se convirtió en cm los resultados de las probetas por cada tratamiento:

Tabla 30. Resultados de espesor en cm

Nº Trat.	Polvo de tara %	pH	EP en cm 1 (repetición)	EP en cm 2 (repetición)	EP en cm 3 (repetición)
1	12	3,7	0,119	0,126	0,128
2	15	3,7	0,138	0,157	0,165
3	18	3,7	0,142	0,178	0,16
4	12	4	0,141	0,115	0,13
5	15	4	0,156	0,165	0,151
6	18	4	0,151	0,168	0,157
7	12	4,3	0,109	0,143	0,137
8	15	4,3	0,160	0,147	0,149
9	18	4,3	0,165	0,167	0,145

Finalmente se reemplazó en la ecuación 1 para obtener los resultados de resistencia a la tracción:

Ejemplo para un caso:

$$RT = \frac{F}{he}$$

$$RT = \frac{13.5 \text{ kg} - f}{0,119 \text{ cm} * 2,5 \text{ cm}}$$

$$RT = 45,37 \cong 45,4 \text{ kg} - f/\text{cm}^2$$

Tabla 31. Resultados de resistencia a la tracción en kg-f/cm<sup>2</sup>

N° Trat.	Polvo de tara %	pH	RT (1 repetición) kg-f/cm <sup>2</sup>	RT (2 repetición) kg-f/cm <sup>2</sup>	RT (3 repetición) kg-f/cm <sup>2</sup>
1	12	3,7	45,4	52,4	54,7
2	15	3,7	42,0	36,2	37,6
3	18	3,7	29,6	34,8	33,8
4	12	4	27,0	38,3	33,8
5	15	4	30,8	30,3	22,5
6	18	4	23,8	21,4	25,5
7	12	4,3	36,7	36,4	27,7
8	15	4,3	30,0	27,2	25,5
9	18	4,3	23,0	20,4	22,1

Tabla 32. Resultados para resistencia a la tracción expresados en N/cm<sup>2</sup>

N° Trat.	Polvo de tara %	pH	RT (1 repetición) N/cm <sup>2</sup>	RT (2 repetición) N/cm <sup>2</sup>	RT (3 repetición) N/cm <sup>2</sup>
1	12	3,7	445,16	513,86	536,48
2	15	3,7	412,30	354,91	368,62
3	18	3,7	290,15	341,70	331,09
4	12	4	264,38	375,34	332,03
5	15	4	301,85	297,27	220,89
6	18	4	233,88	210,21	249,94
7	12	4,3	360,00	356,73	272,10
8	15	4,3	294,30	266,94	250,19
9	18	4,3	225,93	199,72	216,50

Determinación del porcentaje de alargamiento.

Se calcula mediante la ecuación 2:

$$\% \text{ de alargamiento} = \frac{Lf - Li}{Li} * 100$$

$$\% \text{ de alargamiento} = \frac{21,8 - 20}{20} * 100$$

$$\% \text{ de alargamiento} = 9\%$$

Tabla 33. Porcentaje de alargamiento por cada probeta

N° Trat.	Polvo de tara %	pH	% de alargamiento (%) 1	% de alargamiento (%) 2	% de alargamiento (%) 3
1	12	3,7	9,0	7,5	8,5
2	15	3,7	7,5	8,0	7,0
3	18	3,7	8,5	6,0	5,0
4	12	4	6,5	4,0	4,5
5	15	4	3,0	4,0	1,5
6	18	4	5,5	3,0	2,5
7	12	4,3	6,5	6,5	5,5
8	15	4,3	7,0	7,5	8,0
9	18	4,3	4,0	3,5	8,5

Alargamiento de las muestras (%)

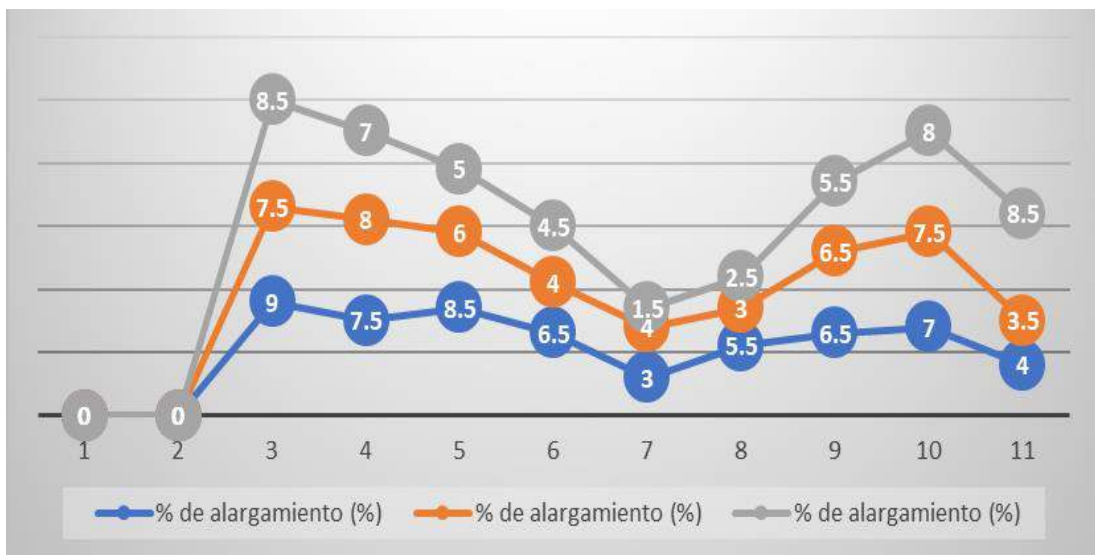


Figura 12. Porcentaje de alargamiento por tratamientos

Resistencia a las costuras de la piel curtida de conejo.

Para determinar la resistencia a las costuras se cortó las probetas, se hizo la costura respectiva luego se midió la fuerza de rotura o resistencia del hilo.

Los resultados de resistencia del hilo (RH) en  $lb_f$  se Muestran en la tabla 34:

Tabla 34. Resistencia del hilo (RH)

N° Trat.	Polvo de tara %	pH	RH 1 (kg)	RH 2 (lb <sub>f</sub> )	RH 3 (lb <sub>f</sub> )
1	12	3,7	8,0	7,0	6,0
1	15	3,7	7,0	8,0	7,0
1	18	3,7	10,0	10,0	10,0
1	12	4	5,0	5,0	4,0
1	15	4	4,0	7,0	6,0
1	18	4	7,0	7,0	7,0
1	12	4,3	7,0	5,0	3,0
1	15	4,3	7,0	5,0	5,0
1	18	4,3	8,0	8,0	8,0

Para calcular la resistencia a la costura se utilizó la ecuación 3:

Ejemplo para el primer tratamiento:

En todos los tratamientos la costura es 8 puntadas por pulgada.

$$RC = PPP * RH * 1,7$$

$$RC = 8ppp * 8 lb - f * 1.7$$

$$RC = 108,8 lb - f$$

$$RC = 108,8 lb - f * 0,45359 = 49,35 kg - f$$

Así se obtuvo la resistencia a las costuras cómo se ve en la tabla 35.

Tabla 35. Resultados de resistencia a la costura en lb<sub>f</sub>

N° Trat.	Polvo de tara %	pH	RC 1 (lb <sub>f</sub> )	RC 2 (lb <sub>f</sub> )	RC 3 (lb <sub>f</sub> )
1	12	3,7	108,8	95,2	81,6
2	15	3,7	95,2	108,8	95,2
3	18	3,7	136,0	136,0	136,0
4	12	4	68,0	68,0	54,4
5	15	4	54,4	95,2	81,6
6	18	4	95,2	95,2	95,2
7	12	4,3	95,2	68,0	40,8
8	15	4,3	95,2	68,0	68,0
9	18	4,3	108,8	108,8	108,8

Para obtener los resultados en kg-f solo se convierte las unidades en cada tratamiento, los resultados se observan en la tabla 36.

Tabla 36. Resultados de resistencia a las costuras en kg-f

N° Trat.	Polvo de tara %	pH	RC 1 (kg-f)	RC 2 (kg-f)	RC 3 (kg-f)
1	12	3,7	49,35	43,18	37,01
2	15	3,7	43,18	49,35	43,18
3	18	3,7	61,69	61,69	61,69
4	12	4	30,84	30,84	24,68
5	15	4	24,68	43,18	37,01
6	18	4	43,18	43,18	43,18
7	12	4,3	43,18	30,84	18,51
8	15	4,3	43,18	30,84	30,84
9	18	4,3	49,35	49,35	49,35

Finalmente, se muestran los resultados de resistencia a las costuras sobre un área (kg-f/cm<sup>2</sup>):

Tabla 37. Resultados de resistencia a las costuras en kg-f/cm<sup>2</sup>

N° Trat.	Polvo de tara %	pH	RC 1 kg-f/cm <sup>2</sup>	RC 2 kg-f/cm <sup>2</sup>	RC 3 kg-f/cm <sup>2</sup>
1	12	3,7	82	67	59
2	15	3,7	63	64	54
3	18	3,7	89	71	76
4	12	4	44	54	39
5	15	4	32	53	49
6	18	4	58	52	56
7	12	4,3	78	43	28
8	15	4,3	51	43	43
9	18	4,3	61	61	67

## ANEXO 2. Graficas de espesor

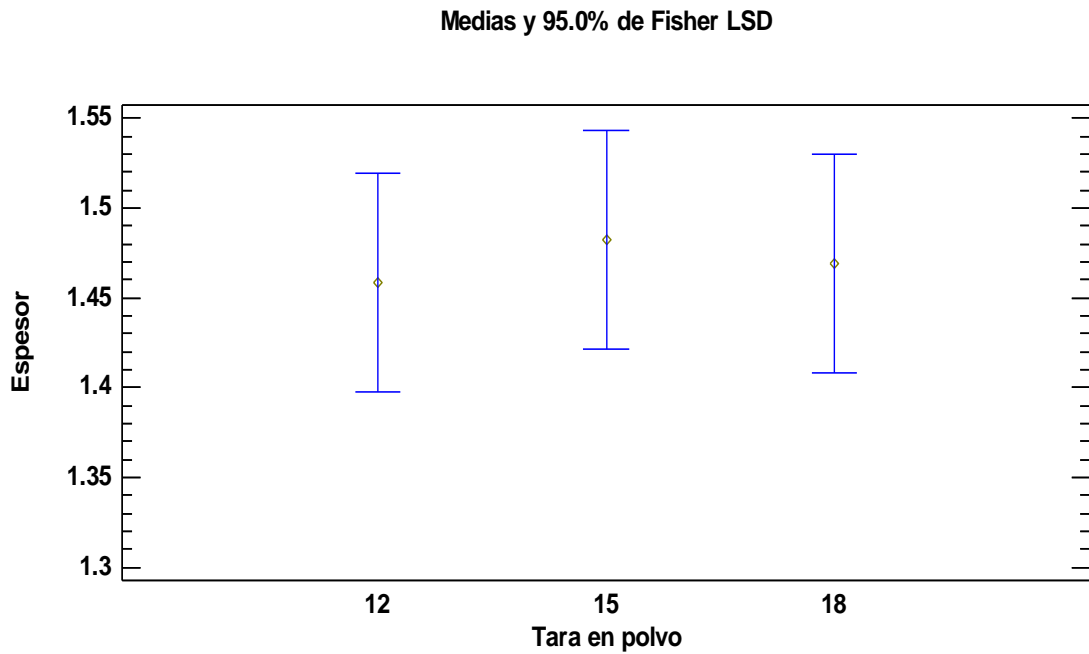


Figura 13. Comparación de medias para espesor

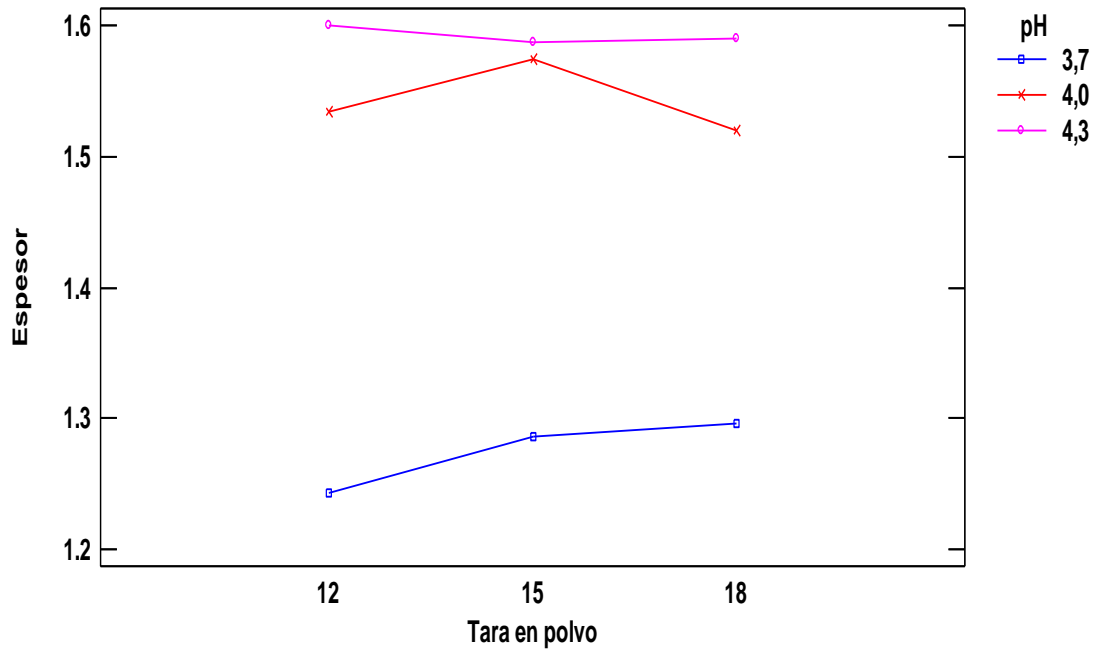


Figura 14. Interacciones para espesor

### ANEXO 3. Gráficas para resistencia a la tracción

Medias y 95.0% de Fisher LSD

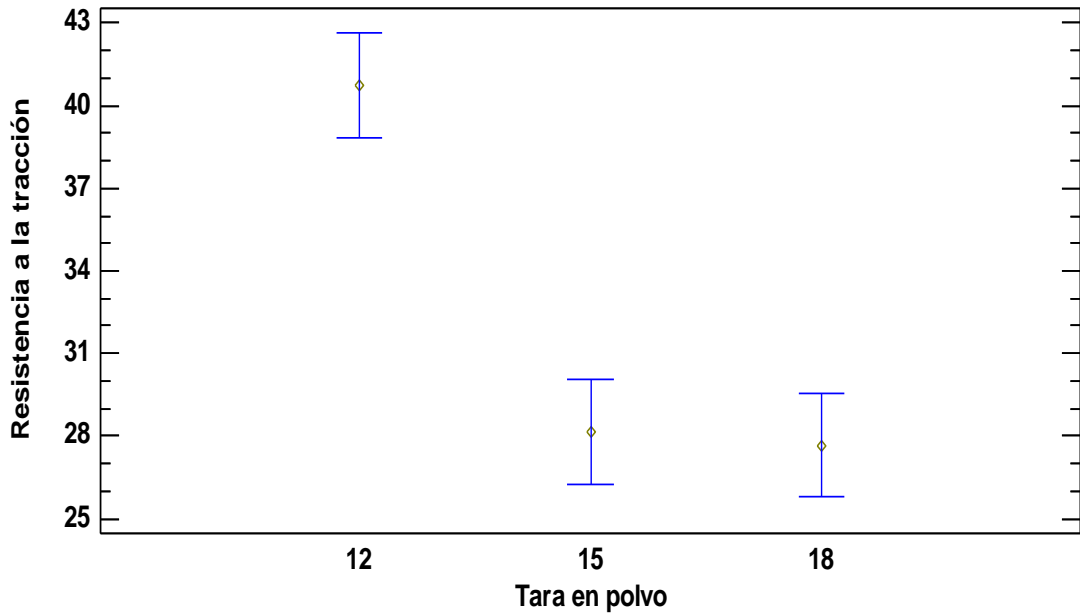


Figura 15. Comparación de medias para resistencia a la tracción

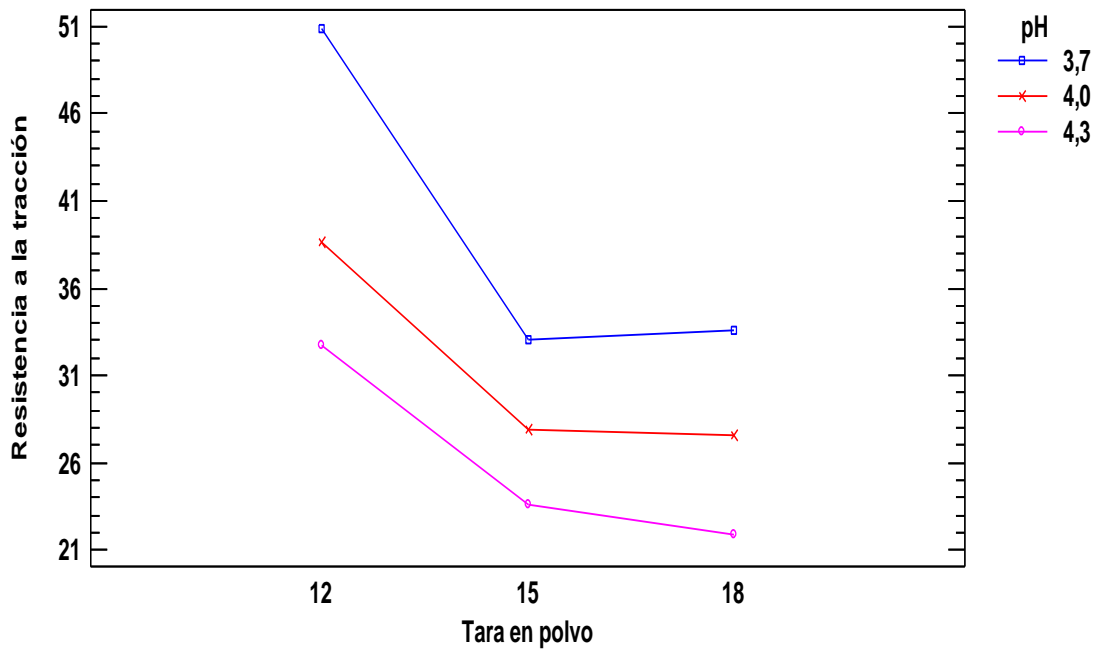


Figura 16. interacciones para resistencia a la tracción

#### ANEXO 4. Gráficas de resistencia a las costuras

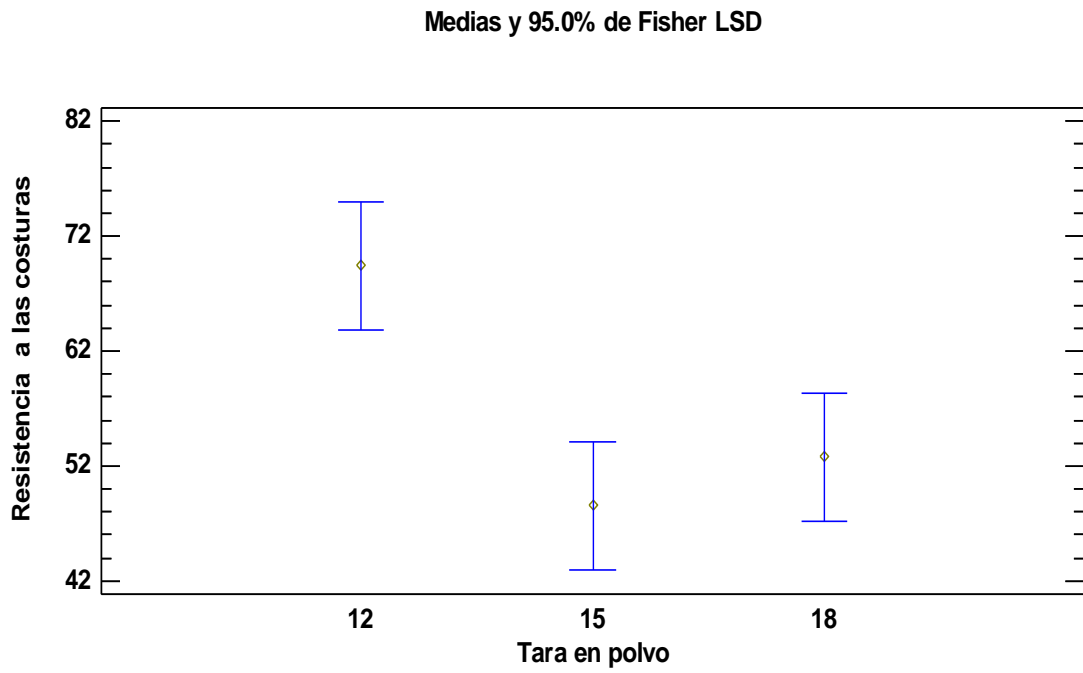


Figura 17. Comparación de medias para resistencia a las costuras

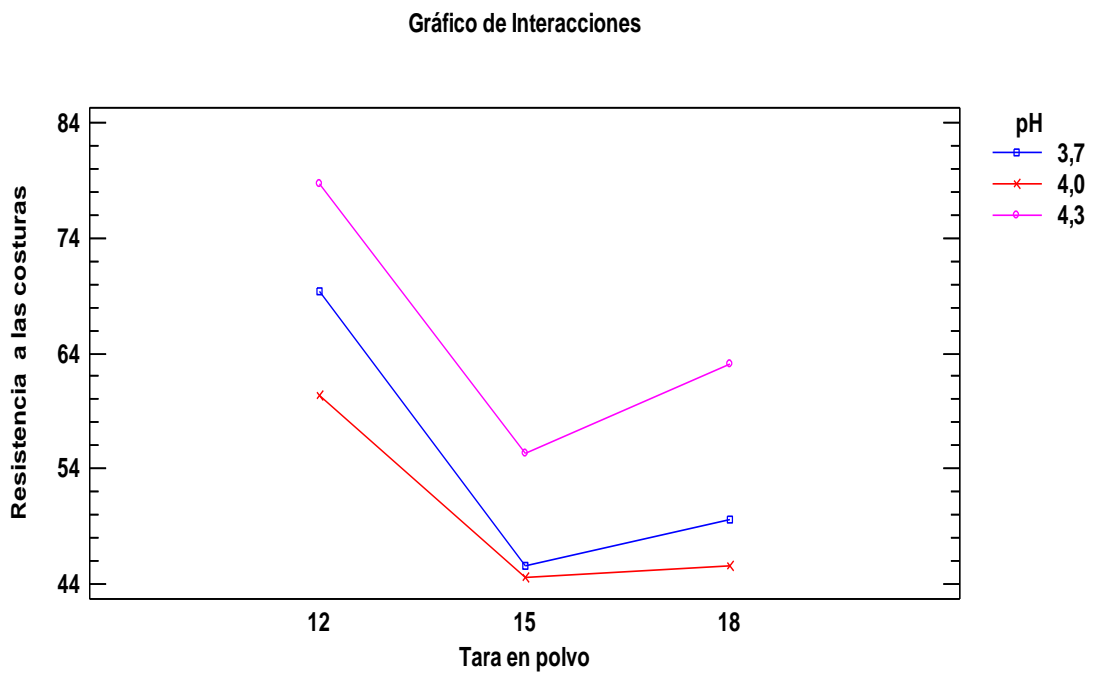


Figura 18. Interacciones para resistencia a las costuras



## **ANEXO 5. Método para determinar el espesor**

Determinación del espesor de pieles de alpaca curtidas artesanalmente

NTP 231.270,1988 (REVISADA EL 2015) PELETERÍA.

Objeto

La presente Norma establece el método para determinar el espesor de las pieles de alpaca cría curtida artesanalmente.

Principio del método

El método se basa en medir el espesor de la piel con un calibrador de dial micrométrico.

Aparatos

Un calibrador de dial micrométrico de base fija, con una precisión de 0,1 mm.

Preparación y acondicionamiento de muestras

Procedimiento

Se coloca la probeta en el calibrador con el lado flor hacia arriba. Se aplica la carga lentamente y se lee 5 s después que la carga fue totalmente aplicada. Se efectúa la determinación por duplicado en cada una de las probetas extraídas de las diferentes zonas de piel y se promedian los resultados por zona.

Expresión de resultados

Los resultados se expresan en milímetros y corresponde al promedio de las tres zonas evaluadas. Se indica también el espesor promedio de cada zona.

Informe

En el informe se debe indicar lo siguiente:

El número de la muestra y cualquier otra indicación que la caracterice.

El espesor promedio correspondiente a las tres zonas evaluadas

## **ANEXO 6. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción y alargamiento de rotura**

Determinación de la resistencia a la tracción y alargamiento de rotura, en pieles de alpaca curtidas artesanalmente.

NTP 291.035 PERUANA 1988 (revisada el 2015) PELETERÍA

### Objeto

La presente Norma establece el método de ensayo, para la determinar la resistencia a la tracción y el alargamiento de rotura de las pieles de alpaca cría curtidas artesanalmente.

### Definiciones

Resistencia a la tracción: Es la resistencia ofrecida por la probeta a la fuerza aplicada en el momento de la rotura, referida a la sección original. Se expresa en Newton por centímetro cuadrado.

Alargamiento de rotura: Es el alargamiento alcanzado por la probeta en el momento de la rotura y calculado como un porcentaje de la longitud original de la probeta.

Norma técnica NTP 291.035

### Principio del método

El método se basa en medir el espesor de la piel y la distancia entre las mordazas, someterla a una fuerza de tracción mediante un dinamómetro y medir la distancia entre mordazas al alcanzarle la fuerza de rotura.

### Aparatos

Un dinamómetro de funcionamiento continuo y accionado preferentemente por un motor. La máquina debe trabajar a una velocidad uniforme de 100 mm + 20 mm por minuto. Las mordazas deben medir como mínimo 40 mm en la dirección de la fuerza aplicada.

NOTA 1: Para la medición del alargamiento pueden usarse gráficos fuerza-alargamiento, registrados automáticamente, si la calibración demuestra que no se incurre en errores mayores del 2 %, en la longitud de la probeta.

Calibrador de dial micrométrico de base fija, con una precisión de 0,1 mm.

Preparación y conservación de las probetas

## Procedimiento

Se mide el espesor de cada probeta, como se indica en la Norma NTP 231.270.

La probeta se sujeta con las mordazas del dinamómetro y se pone en marcha el equipo, hasta que la probeta se rompa transversalmente. La separación entre las mordazas para iniciar el ensayo debe ser 100 mm + 2 mm.

Se lee directamente la fuerza y la longitud final.

## Probetas cosidas

Las probetas se cortan transversalmente por la mitad y se unen con una máquina peletera de modo que se tenga 8 puntadas por 10 cm.

Se procede como en el caso anterior.

## Expresión de resultados

La resistencia a la tracción se expresa en Newton por centímetro cuadrado ( Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado) y se calcula mediante la fórmula siguiente:

Donde:

$$\rho = \frac{F}{he}$$

$\rho$  = Es la resistencia a la tracción, expresada en N/cm<sup>2</sup> (kgf/ cm<sup>2</sup>).

F = Es la fuerza, en Newton (kg-f) en el momento de rotura de la probeta.

h = Es el ancho promedio, en centímetros de la probeta.

e = Es el espesor promedio, en centímetros de la probeta.

El alargamiento de rotura se expresa en porcentaje y se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de alargamiento} = \frac{Lf - Li}{Li} * 100$$

Donde:

Li = Es la longitud inicial, en milímetros de la probeta.

Lf = Es la longitud final, en milímetros de la probeta.

Valores promedios y repetición de ensayos. Se promedian los respectivos valores correspondientes a las dos probetas, siempre que las diferencias entre cada uno de los respectivos valores con respecto al valor promedio no sean superiores al 15%.

En caso contrario se ensayan otras dos probetas de la zona de crupón y se promedian los dos valores, el que determina el resultado final.

#### Informe

En el informe se debe indicar lo siguiente:

El número de la muestra y cualquier otra indicación que la caracterice.

El valor promedio de la resistencia a la tracción y el de cada una de las probetas.

El valor promedio del alargamiento de rotura y el de cada una de las probetas en porcentaje.

Indicaciones sobre cualquier modificación que se hubiera introducido al método.

#### Antecedentes

Proyecto de Investigación para la Normalización de la Artesanía Peletera – Convenio  
– Lima, Perú 1986.

## **ANEXO 7. Requisitos. Pieles de alpaca cría curtidas artesanalmente**

PELETERÍA. Pieles de alpaca cría curtidas artesanalmente. Requisitos  
NORMA TÉCNICA NTP 291.037 PERUANA 1 de 3

### Objeto

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos físicos y los métodos de ensayo para las pieles de alpaca crías curtidas artesanalmente.

### Referencias normativas

Las siguientes normas contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

### Normas Técnicas Peruanas

NTP 231.268:2007 PELETERÍA Muestreo de pieles de alpaca

NTP 291.035:1988 PELETERÍA. Método de ensayo para (revisada el 2015) determinar la resistencia a la tracción y alargamiento de rotura, en pieles de alpaca curtidas artesanalmente

NTP 291.036:2007 PELETERÍA. Ensayos físicos. Determinación de la temperatura de contracción

NORMA TÉCNICA NTP 291.037 PERUANA 2 de 3

### Campo de aplicación

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las pieles de alpaca cría curtidas.

Las pieles deberán cumplir requisitos físicos indicados en la tabla 38

*Tabla 38. Requisitos de las pieles de alpaca cría curtidas artesanalmente*

Específicas	Requisitos	Método de ensayo
Resistencia a la tracción Kg/cm <sup>2</sup> (N/cm <sup>2</sup> )	100/980	NTP 291.035
Resistencia a la tracción de pieles cosidas Kg/cm <sup>2</sup> (N/cm <sup>2</sup> )	70/686	NTP 291.035
Alargamiento de rotura	15	NTP 291.035
Temperatura de contracción	70	NTP 291.036

Inspección y recepción

Muestreo

El muestreo se efectúa de acuerdo con la NTP 231.268.

Criterio de aceptación

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en esta norma, se rechazará el lote correspondiente. En caso de discrepancia, se repetirá el o los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote.

Antecedente

NTP 291.037:1988 PELETERÍA. Pieles de alpaca cría curtidas artesanalmente.

Requisitos físicos

## ANEXO 8. Estimados para resistencia a la tracción y costuras

Tabla 39. Estimados de resistencia a la costura

Puntada 301 Doble Pespunte	Puntada 401 Cadeneta
$= \text{PPP} \times \text{Resistencia del hilo (lb)} \times 1,5^*$	$= \text{PPP} \times \text{Resistencia del hilo (lb)} \times 1,7^*$
$= 10 \text{ PPP} \times 4 \text{ lb} \times 1,5 = 60 \text{ lb resistencia}$	$= 10 \text{ PPP} \times 4 \text{ lb} \times 1,7 = 68 \text{ lb resistencia}$

Fuente: (Julcarima, 2006)

## ANEXO 9. Guía para el muestreo de cueros

La zona seleccionada, para obtener muestras de laboratorio debe estar exenta de todo defecto visible, tales como arañazos y cortes.

Para pieles enteras grandes, pieles pequeñas y medias (hoja), se toma la zona cuadrada no rayada GJKH y/o la zona cuadrada rayada HLMN según en la figura 22. En las pieles pequeñas, las distancias EF y JK pueden ser más cortas que la longitud necesaria para una muestra. Cuando se realiza el muestreo en pieles pequeñas, se modifica el método de muestreo utilizando la desviación mínima de este procedimiento. Para cuero entero tomar el fragmento rayado HLMN o el no rayado GJKH representado en la Figura 19, dependiendo si se trata de ensayos químicos o físicos respectivamente.

1: Espinazo.

B: Origen del rabo.

AD: Es una línea perpendicular a BC, las líneas GH y JK son paralelos a BC.

AC=2AB. AF=FD. JK=EF.

GE=EH. HL=LK=HN. AE= 50 mm ± 5 mm.

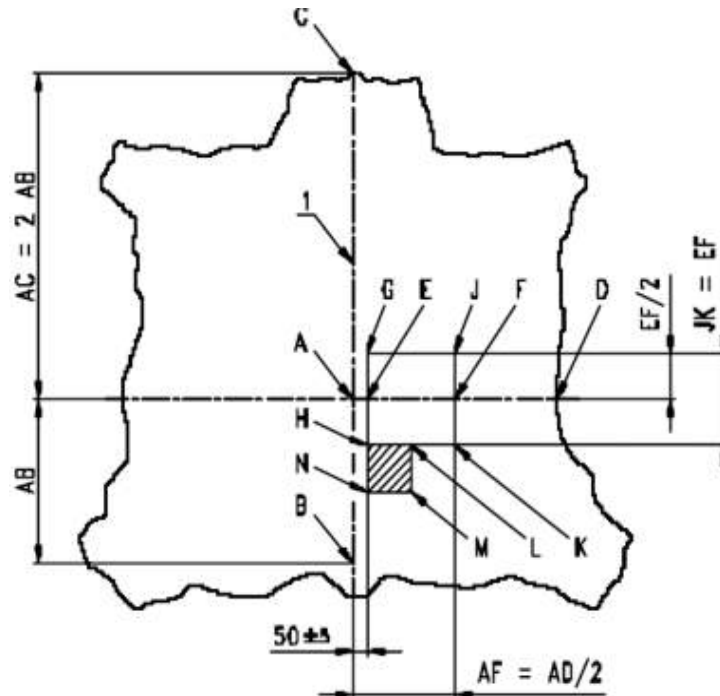


Figura 19. Localización de los fragmentos



Para medios cuprones y cuprones enteros, tomar el fragmento rayado HLMN o el no rayado GJKH, representado en la figura 20, dependiendo si se trata de ensayos químicos o físicos respectivamente.

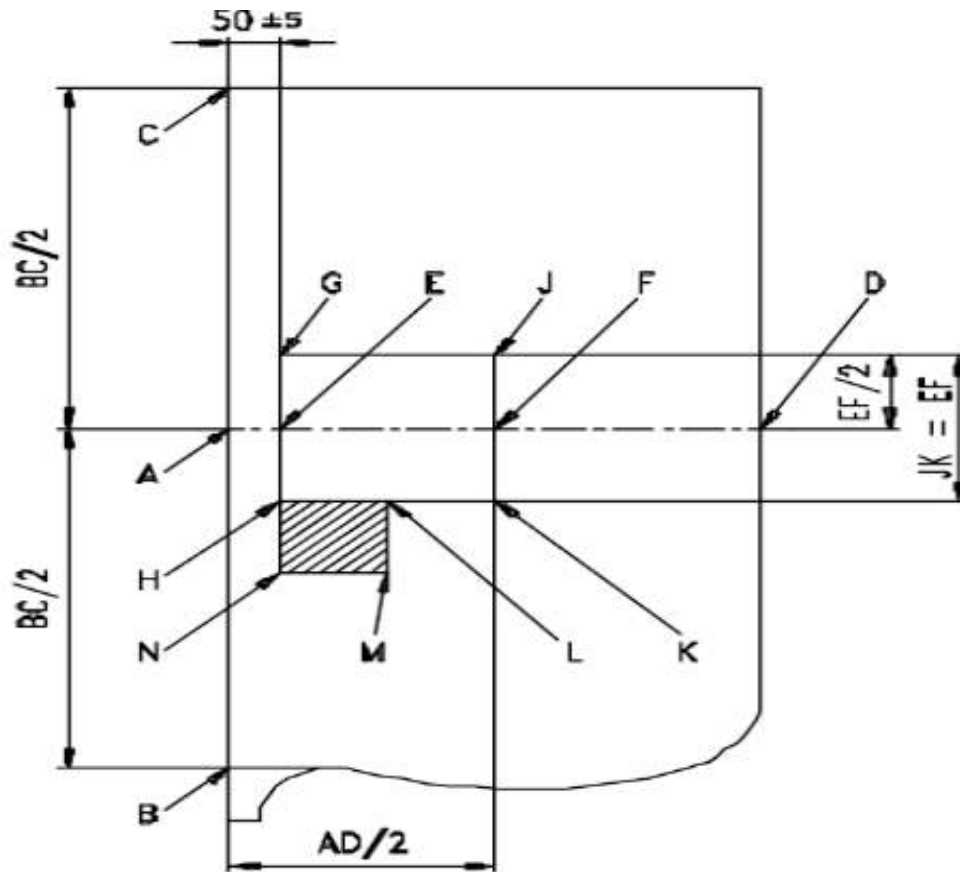


Figura 20. Medio cuprón denotando la localización de la toma de muestra

B: Origen del rabo

AD es la línea perpendicular a BC, las líneas GH y JK son paralelas a BC.

CA = AB.

AF = FD.

GE = EH.

HL = LK = HN.

AE = 50 mm ± 5 mm.

Para el cuello, tomar el fragmento rectangular no rayado ABCD o el cuadrado rayado AIEG representado en la Figura 21, dependiendo si se trata de ensayos físicos o químicos respectivamente.

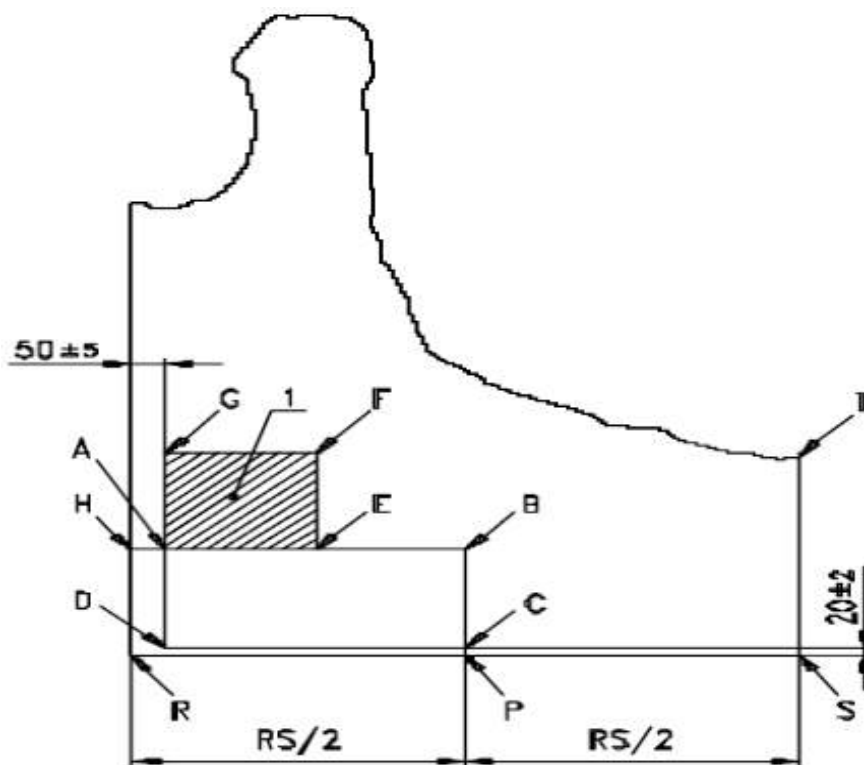


Figura 21. Medio cuello denotando la localización de la toma de muestra

1 cuello

DC = Línea paralela a RS.

BCP = Línea paralela al espinazo.

AB = Línea paralela a DC.

RP=PS.

DC=2AD.

AE=EB=AG.

CP= 20 mm  $\pm$  2 mm.

Ah= 50 mm  $\pm$  5 mm.

## ANEXO 10. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DEFINICIÓN DE OPERACIONES			RECOLECCIÓN DE DATOS		
			VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DISEÑO / MÉTODO	INDICADORES VALORES	INSTRUMENTO	
¿Cuál es la influencia de la tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH, en las propiedades físicas de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería?	Evaluar la influencia de la tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH en las propiedades físicas de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería.	La tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH influyen en las propiedades físicas de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería.	Tara en polvo	Compuestos orgánicos de origen vegetal	Experimental 3 <sup>2</sup>	porcentaje	%	Balanza digital
			pH	Unidad de medida que sirve para establecer el nivel de acidez o alcalinidad	Experimental 3 <sup>2</sup>	Alcalinidad y basicidad	0-14	pH-metro
<b>ESPECÍFICOS</b>								
¿Cuál es la influencia de la tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH en el espesor de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería?	Determinar la influencia de la tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH en el espesor de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería.	La tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH influyen en el espesor de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería.	Espesor	Es el grosor de la piel curtida expresado en mm.	Experimental 3 <sup>2</sup>	milímetro	mm	Vernier digital de precisión de 0,1 mm
¿Cuál es la influencia de la tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH en la resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería?	Determinar la influencia de la tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH en la resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería.	La tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH influyen en la resistencia a la tracción de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería.	Resistencia a la tracción	Es la resistencia ofrecida por la probeta a la fuerza aplicada en el momento de la rotura	Experimental 3 <sup>2</sup>	Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado	Kg-f/cm <sup>2</sup>	Torno Heder Balanza romana
¿Cuál es la influencia de la tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH en la resistencia a la costura de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería?	Determinar la influencia de la tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH en la resistencia a la costura de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería.	La tara en polvo ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) y pH influyen en la resistencia a las costuras de la piel curtida de conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) para peletería.	Resistencia a las costuras	Es la fuerza aplicada en el momento de la rotura en pieles cosidas	Experimental 3 <sup>2</sup>	Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado	Kg-f/cm <sup>2</sup>	Torno Maquina industrial de coser

## APÉNDICE

Proceso de obtención de cuero de conejo para peletería



**Imagen 01:** Materia prima selecta para obtención de tara en polvo



**Imagen 02:** Operación de descarnado de la piel de conejo



**Imagen 03:** Adición de tara en polvo y cloruro de sodio



**Imagen 04:** Control de pH en curtido de cuero de conejo.



**Imagen 05:** Lavado y posterior ablandamiento de las pieles curtidas

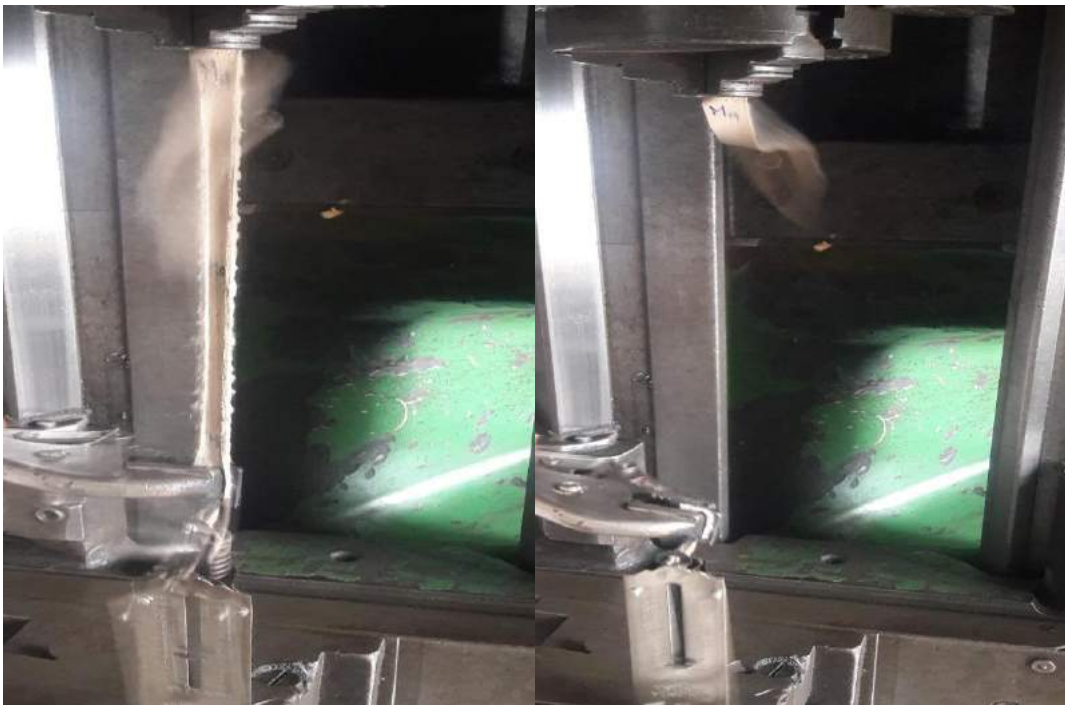


**Imagen 06:** Pieles curtidas de conejo

Determinación del espesor, resistencia a la tracción y a la costura



**Imagen 07:** Medición con vernier digital y cálculo la fuerza de rotura



**Imagen 08:** Estiramiento de la probeta a punto de la ruptura

Determinación de la resistencia a las costuras



Imagen 09: Costura de la probeta



## CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE EL PRESENTE DOCUMENTO, PROF. DIOMEDES CAYO CÁRDENAS F. HACE CONSTAR QUE:

Se ha traducido del idioma español a la lengua quechua el resumen de la tesis titulado: **INFLUENCIA DE LA TARA EN POLVO (*Caesalpinia spinosa*) Y pH, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PIEL CURTIDA DE CONEJO (*Oryctolagus cuniculus*) PARA PELETERÍA**, para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Dicho trabajo pertenece al bachiller en Ingeniería Agroindustrial Yesica Andía Chavez, egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas.

Se emite la presente constancia a petición de la interesada.

Andahuaylas 20 de marzo del 2020

 UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS  
CENTRO DE IDIOMAS  
  
Amawta: Diómedes C. Cárdenas Farfán  
DOCENTE FACILITADOR DEL IDIOMA QUECHUA

.....  
Prof. Diómedes Cayo Cárdenas F.

Traductor