



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES.**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.

**“EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE AGENTES
CURTIENTES DE TARA *Caesalpinia spinosa* COMO ALTERNATIVA DE
CURTICIÓN EN PIELES DE CONEJO PARA PELETERÍA”.**

Tesis previa a la obtención del título de ingeniero agroindustrial.

Autor: Carlos Andrés Rivadeneira Donoso.

Directora: Ing. Rosario Espín MBA.

Ibarra – Ecuador.

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACCES-2013-13

Ibarra – Ecuador.

SECRETARIO JURÍDICO.

Ibarra, 16 de Diciembre de 2019.

Doctor

Bolívar Batallas B.

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES.

Señor Decano:

En atención al Oficio 48-HCD 48 – SESIÓN HCD 17-2018 del 22 de Octubre del 2018 del Trabajo de Titulación: **EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE AGENTES CURTIENTES DE TARA CAESALPINIA SPINOSA COMO ALTERNATIVA DE CURTICIÓN EN PIELES DE CONEJO PARA PELETERÍA.** De autoría del señor CARLOS ANDRÉS RIVADENEIRA DONOSO tesista de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, CERTIFICAMOS, que el autor ha procedido a incorporar en su Trabajo de Titulación las observaciones y sugerencias realizadas por el Tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL DE TITULACIÓN:

Ing. Rosario Espín MBA

FIRMA.

.....

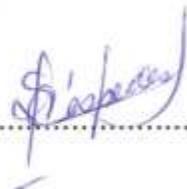
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Marco Lara MSc

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MSc. Ima Sánchez

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO

CÉDULA DE IDENTIDAD: 100351942-6

APELLIDOS Y NOMBRES: Carlos Andrés Rivadeneira Donoso.

DIRECCIÓN: San Antonio de Ibarra, calle 27 de
Noviembre 9-14

EMAIL: c.andres.rd@hotmail.com

TELÉFONO MÓVIL 0939472940

DATOS DE LA OBRA

TÍTULO: “Evaluación de tres concentraciones de agentes curtientes de *Tara Caesalpinia spinosa* como alternativa de curtición en pieles de conejo para peletería.”

AUTOR: Carlos Andrés Rivadeneira Donoso.

FECHA: 2019-12-16

PROGRAMA: X PREGRADO POSGRADO

TÍTULO POR EL QUE OPTA: Ingeniero Agroindustrial

DIRECTOR: Ing. Rosario Espín MBA.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

EL AUTOR



.....

Carlos Andrés Rivadeneira Donoso.

CC. 100351942-6



CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Carlos Andrés Rivadeneira Donoso**, con cédula de identidad número 100351942-6, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE AGENTES CURTIENTES DE *TARA CAESALPINIA SPINOSA* COMO ALTERNATIVA DE CURTICIÓN EN PIELES DE CONEJO PARA PELETERÍA”**, que ha sido desarrollado para obtener el título de: **Ingeniero Agroindustrial** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra anteriormente citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 16 días del mes de Diciembre del 2019

Carlos Andrés Rivadeneira Donoso.

C.C. 100351942-6

DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de Diciembre del 2019

Autor



Carlos Andrés Rivadeneira Donoso.

C.C. 1003519426

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Carlos Andrés Rivadeneira Donoso, con cédula de ciudadanía N° 100351942-6 bajo mi supervisión.



Ing. Rosario Espín MBA

DIRECTORA DE TESIS.

AGRADECIMIENTO.

A Dios por darme la vida y la fuerza para llevar a cabo con responsabilidad, cada una de las metas planteadas durante mi etapa de formación profesional.

A mi directora Ing. Rosario Espín MBA, por su tiempo y ser la guía para llevar a cabo mi trabajo a partir de una base estructural bien sustentada. De igual manera al Ing. Marco Lara MSc e MSc Ima Sánchez quienes supieron asesorar mi investigación mediante su experiencia y conocimientos técnicos impartidos.

A la Universidad Técnica del Norte que a través de sus instalaciones en los diferentes laboratorios ha permitido llevar a cabo mi trabajo de titulación: Laboratorio de Análisis Experimental e Innovación, Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Biotecnología Microbiana, Laboratorio de Curtiembre, Unidades Edu-Productivas de la Carrera de Agroindustrias, Laboratorio de Ingeniería Textil.

Al Ing. Pedro Sandoval, quien amablemente ha sabido sugerirme en técnicas relacionadas a la curtiembre debido a su experiencia laboral en el área.

Andrés Rivadeneira.

DEDICATORIA.

A mis padres quienes con su amor y esfuerzo han acompañado y guiado mi camino a partir de sus consejos, enseñanzas, oraciones, amor y apoyo incondicional. A mi familia en general, que siempre han estado preocupados en formación como persona, calidad humana y profesional.

A mis profesores que con sus enseñanzas, consejos, calidad pedagógica y experiencia en diversas áreas de estudio, han enriquecido mi formación a lo largo de esta etapa.

Asimismo a mis compañeros y amigos, que han llenado mi vida de experiencias inolvidables dentro y fuera del aula.

Andrés Rivadeneira.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

RESUMEN	viii
ABSTRACT.	ix
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	3
1.4. HIPÓTESIS.	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1 PIELES DE CONEJO.....	4
2.1.1 CRIANZA DE CONEJOS EN EL ECUADOR.....	4
2.1.2 PRODUCCIÓN DE PIELES DE CONEJO.....	4
2.1.3 EDAD DE SACRIFICIO.	4
2.1.4 CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES POR SU CALIDAD.....	5
2.2 RAZAS DE CONEJOS PELETERAS	6
2.2.1 CONEJOS NEOZELANDÉS.....	6
2.2.2 CONEJOS ANGORA.	7
2.2.3 CONEJOS REX.....	8

2.3	TARA Y QUÍMICA DE SUS COMPONENTES TANINOS.	9
2.3.1	DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	9
2.3.2	IMPORTANCIA ECONÓMICA.	10
2.3.3	MICRO-NICHOS DE TARA EN LA PROVINCIA DE IMBABURA.	11
2.3.4	CLASIFICACIÓN TANINOS.	12
2.4	CURTICIÓN VEGETAL.	13
2.4.1	VENTAJAS CURTIDO VEGETAL.....	13
2.4.2	DESVENTAS CURTIDO VEGETAL.....	14
2.5	PROCESO DE CURTICIÓN DE PIELS DE CONEJO.	16
2.5.1	ETAPA DE RIBERA.	16
2.5.2	PRE CURTIDO.	16
2.5.3	CURTIDO POR AGENTES VEGETALES.	17
2.5.4	OPERACIONES POST CURTICIÓN.	17
2.5.4.2	Aflojado o estirado.	17
2.6	EVALUACIÓN CALIDAD DE LA PIEL CURTIDA.	18
2.6.1	EVALUACIÓN FÍSICA DE LA PIEL CURTIDA.	19
CAPÍTULO III		21
MATERIALES Y MÉTODOS.....		21
3.1	LOCALIZACIÓN.....	21
3.2	MATERIA PRIMA, INSUMOS, REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPOS.	21
3.2.1	MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	21
3.2.2	MATERIALES Y EQUIPOS.	22
3.2.3	REACTIVOS.....	22
3.3	MÉTODOS.....	23

3.3.1	EXTRACCIÓN DE COMPONENTES TANINOS A PARTIR DE FRUTOS DE TARA, COMO AGENTE VEGETAL CURTIENTE.....	23
3.3.2	DETERMINACIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO, DE TRES CONCENTRACIONES DIFERENTES DE TANINOS EN EL CURTIDO DE PIELES DE CONEJO PARA PELETERÍA.	24
3.3.3	EVALUACIÓN CALIDAD FÍSICA DE LAS PIELES CURTIDAS CON LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.....	27
3.3.4	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.	27
CAPÍTULO IV.....		36
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		36
4.1	EXTRACCIÓN DE COMPONENTES TANINOS A PARTIR DE FRUTOS DE TARA, COMO AGENTE VEGETAL CURTIENTE.....	36
4.1.1	CURVA DE CALIBRACIÓN DE ÁCIDO GÁLICO Y VALIDACIÓN DEL MÉTODO DE CUANTIFICACIÓN.....	36
4.1.2	EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE TANINOS.....	40
4.2	DETERMINACIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO DE TRES CONCENTRACIONES DIFERENTES DE TANINOS, EN EL CURTIDO DE PIELES DE CONEJO PARA PELETERÍA.....	46
4.2.1	TIEMPO DE PENETRACIÓN DEL AGENTE CURTIENTE EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.....	47
4.2.2	TEMPERATURA DE CONTRACCIÓN.....	49
4.3	EVALUACIÓN DE CALIDAD FÍSICA EN PIELES CURTIDAS CON LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.....	51
4.3.1	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.....	53
4.3.2	ELONGACIÓN AL ROMPIMIENTO.....	55
4.3.3	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....	57

4.3.4	RESISTENCIA AL DESGARRE.	59
4.3.5	COMPENDIO DE RESULTADOS EN PRUEBAS DE CALIDAD FÍSICA.	61
4.3.6	ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA CONFECCIÓN.	62
CAPÍTULO V		63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.		63
5.1	CONCLUSIONES.	63
5.2	RECOMENDACIONES.	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.		65
ANEXOS.		74
7.1	ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE TANINOS. ...	74
7.2	ANEXO 2: ANEXO 2: PROCEDIMIENTO CUANTIFICACIÓN DE TANINOS.	76
7.3	ANEXO 3: PROCESO DE CURTICIÓN.	78
7.4	ANEXO 4: RESULTADOS ANÁLISIS PROXIMAL POLVO DE <i>CAESALPINIA SPINOSA</i>	81
7.5	ANEXO 5: PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN EN EXTRACCIÓN.	82
7.6	ANEXO 6: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN EXTRACTO TÁNICO.	83
7.7	ANEXO 7: ADEVA Y PRUEBA TUKEY VARIABLE TIEMPO DE CURTICIÓN.	84
7.8	ANEXO 8: ADEVA Y PRUEBA TUKEY TEMPERATURA DE CONTRACCIÓN.	85
7.9	ANEXO 9: ADEVA Y PRUEBA TUKEY RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.	86
7.10	ANEXO 10: ADEVA Y PRUEBA TUKEY ELONGACIÓN AL ROMPIMIENTO.	87
7.11	ANEXO 11: ADEVA Y PRUEBA TUKEY RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.	88
7.12	ANEXO 12: ADEVA Y PRUEBA RESISTENCIA AL DESGARRE.	89
7.13	ANEXO 13: REPORTE DE RESULTADOS RESISTENCIA AL DESGARRO ASOCIACIÓN NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR (ANCE).	90

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Tría (Primera clasificación de destino de las pieles.....	5
Tabla 2. Clasificación de pieles de apresto.....	6
Tabla 3. Taxonomía <i>Caesalpinia spinosa</i>	10
Tabla 4. Identificación y descripción de micro-nichos de tara en la provincia de Imbabura.	12
Tabla 5. Valoración del impacto ambiental del proceso de curtición por sales de cromo.....	15
Tabla 6. Métodos estandarizados de ensayos, análisis y medición de pieles curtidas.....	18
Tabla 7. Principales ensayos en calidad física del cuero.....	19
Tabla 8. Localización experimento.....	21
Tabla 9. Métodos de extracción y determinación porcentual de taninos.....	24
Tabla 10. Tratamientos combinación de factores.....	25
Tabla 11. Esquematización ADEVA.....	26
Tabla 12. Variables físicas de evaluación.....	27
Tabla 13. Soluciones patrón ácido gálico.....	36
Tabla 14. Criterio de aceptación para selectividad en validación del método Folin Cioaltea.....	38
Tabla 15. Criterios de aceptación para linealidad en validación del método Folin Cioaltea.....	39
Tabla 16. Análisis proximal polvo de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>).....	41
Tabla 17. Cuantificación proceso de extracción de taninos por ultrasonido.....	43
Tabla 18. Comparativo de extracto tánico obtenido.....	45
Tabla 19. Evaluación tiempo de curtición y temperatura de contracción.....	46
Tabla 20. Prueba tukey interacción de factores en tiempo de curtición y temperatura	

de contracción para cada tratamiento.....	47
Tabla 21. Evaluación de factor concentración de taninos en características físicas de pieles curtidas de conejo.....	51
Tabla 22. Evaluación de factor niveles de pH en características físicas de pieles curtidas de conejo.....	51
Tabla 23. Prueba tukey interacción de factores en evaluación de calidad física para cada tratamiento.....	52
Tabla 24. Compendio esquemático de resultados en pruebas de calidad física.....	61
Tabla 25. Estándares de calidad para confección.....	62
Tabla 26. Porcentaje de recuperación en proceso de extracción.....	82
Tabla 27. ADEVA tiempo de curtición.....	84
Tabla 28. ADEVA temperatura de contracción.....	85
Tabla 29. ADEVA resistencia a la tracción.....	86
Tabla 30. ADEVA elongación al rompimiento.....	87
Tabla 31. ADEVA resistencia a la flexión.....	88
Tabla 32. ADEVA resistencia al desgarre.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Conejo neozalandés.....	7
Figura 2. Conejo angora.....	8
Figura 3. Conejo rex.....	9
Figura 4. Árbol de tara y sus frutos.....	11
Figura 5. Diagrama de proceso extracción de taninos.....	28
Figura 6. Diagrama de proceso contenido de taninos en extracto tánico.....	30
Figura 7. Diagrama proceso curtiembre.....	32
Figura 8. Curva promedio de calibración ácido gálico.....	37
Figura 9. Localización obtención materia prima.....	42
Figura 10. Cinética de extracción (tiempo – porcentaje de extracción – rendimiento).....	44
Figura 11. Comportamiento interacción de factores tiempo de curtición en cada uno de los tratamientos.....	48
Figura 12. Comportamiento interacción de factores en temperatura de contracción para cada uno de los tratamientos.....	49
Figura 13. Comportamiento interacción de factores en resistencia a la tracción para cada uno de los tratamientos.....	54
Figura 14. Comportamiento interacción de factores en elongación al rompimiento para cada uno de los tratamientos.....	55
Figura 15. Comportamiento interacción de factores en resistencia a la flexión para cada uno de los tratamientos.....	58
Figura 16. Comportamiento interacción de factores en resistencia al desgarre para cada uno de los tratamientos.....	60
Figura 17. Análisis proximal polvo de tara.....	81
Figura 18. Caracterización extracto tánico.....	83
Figura 19. Reporte resultados de resistencia al desgarre.....	9

RESUMEN

La curtiembre es una actividad de considerable demanda en el Ecuador, según la (Federación de Ganaderos del Ecuador [FEDEGAN], 2015) se destinan alrededor de un millón de pieles de animales como subproducto de faenamiento. Técnicamente la curtición es el resultado de estabilizar la estructura de colágeno que compone al cuero (Comisión Nacional del Medio Ambiente [CONAMA], 1999). Tegmeyer y Kleban (2014), mencionan el método químico de conservación por cromo como el más utilizado a nivel mundial, no obstante a esto, Téllez, Carvajal y Gaitán, (2004), reportaron que el método es poco amigable al el medio ambiente, ya que atenta la biodiversidad y salud de las personas; los residuos mutan de Cr III a Cr VI volviéndose altamente tóxicos para el ser humano con riesgo de generar un cáncer que afecte el sistema respiratorio, según lo establece la (International Agency for Research on Cancer, 2019). Esta problemática ha incentivado a la búsqueda de alternativas que reduzcan el uso de estos agentes, a través de materias primas de origen vegetal altas en componentes taninos que permitan curtir las pieles, como es el caso de la tara *Caesalpinia spinosa* del objeto de estudio. Para ello se extrajo a partir de polvo de tara, un extracto tánico como agente vegetal curtiente, el cual se aplicó en procesos de curtición a pieles de conejo Rex para peletería a concentraciones de 10, 15, 20% en base al peso de la materia prima a curtir y pH 3, 4, 5 mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar A*B en el que se evaluó la eficiencia del tanino en el proceso mediante tiempo de curtición, estabilidad térmica y pruebas de calidad física. Como resultado se obtuvo un rendimiento en extracto tánico del 54% en relación m/m, correspondiente a 0.54gTanino/gMs(Materia seca). Los mejores tratamientos corresponden a T7, T8 y T9, concentración de taninos 20% y pH 3,4 y 5 respectivamente, al reportar menores tiempos de curtición y mayor estabilidad proteica de la piel curtida. Las pruebas de calidad física, sustentan los reportes a los mejores tratamientos al cumplir los requerimientos de calidad que exigen las normativas internacionales IULTCS/IUP. De esta manera se concluye que el extracto obtenido a las condiciones de concentración y pH mencionados, fueron eficientes y aplicables al proceso de curtición de pieles de conejo para peletería.

PALABRAS CLAVES

Extracción, curtición, tracción, estabilidad térmica, flexión, elongación.

ABSTRACT.

Tannery is an activity of considerable demand in Ecuador, according to the (Federation of cattlemen in Ecuador [FEDEGAN], 2015) about one million of animal fur are used as byproduct of slaughter. Technically, tanning is the result of stabilizing the collagen structure that composes the leather (CONAMA, 1999). Tegtemeyer and Kleban (2014), mention the chemical method of conservation by chromium as the most used worldwide, however Téllez, Carvajal and Gaitán (2004), reported that this method is not environmentally friendly, as it threatens the biodiversity and health of people; the chromium III to chromium VI mutations become highly toxic to humans with the risk of generating cancer of the respiratory system, as established by the (International Agency for Research on Cancer, 2019). This problem has encouraged the search for alternatives that replace or reduce the use of these agents, through raw materials high in tannin components that allow preserving and tanning leather, as is the case of the guaranga (*Caesalpinia spinosa*) in this degree work. For this purpose, an extract from the powder of *Caesalpinia spinosa* was obtained; the extract obtained was applied in tanning processes of Rex rabbit fur in concentrations of 10, 15, 20% and pH 3, 4, 5, by a Completely random block design A*B, in which the extract efficiency was assessed in the process through tanning time, thermal stability and physical quality tests of the tanned fur. As a result, it was obtained a performance of 54% in tannic extract that corresponded to 0.54gTan/gMs. The best treatments correspond to T7, T8 and T9, concentration of tannin 20% and pH 3,4 and 5 respectively, to report shorter tanning times and greater protein stability of the tanned leather. The physical quality tests support the reports to the best treatments T7, T8 and T9 by passing the international quality requirements that demand the international regulations IULTCS/IUP. In this way it is concluded that the extract obtained at the indicate conditions of concentration and pH, were efficient and applicable to the process of tanning rabbit fur.

KEYWORDS

Extraction, tanning, traction, thermal stability, flexion, elongation.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA

La curtiembre es una actividad de gran interés en el país que ha venido evolucionando a lo largo del tiempo; siendo el Ecuador un importante productor de pieles de animales destinadas a esta actividad.

El uso de sales curtientes de cromo por parte de las empresas genera una especial atención, ya que dichos componentes químicos son altamente nocivos para la salud de las personas y afectan fuertemente la biodiversidad de cauces y ríos al desecharse como efluentes; el Ministerio del Ambiente en el año 2013, menciona que el porcentaje de impacto ambiental de la actividad de la curtiembre por sales de cromo es del 36.3% comparado al curtido por agentes vegetales que es del 13.4%.

La limitación del uso de agentes curtientes vegetales en el Ecuador, se da por el mal manejo de sus componentes taninos, debido a que se utiliza la materia prima en su totalidad sin una separación del componente de interés, haciendo el proceso menos eficiente, con largos tiempos de penetración del agente curtiente y alteración en la calidad del producto final.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La propuesta forma parte del proyecto de investigación “Manejo y conservación de colecciones biológicas del museo de la UTN”. La finalidad del trabajo es generar una alternativa viable para el tratamiento de pieles en la industria de la curtiembre mediante el aprovechamiento y uso adecuado de agentes curtientes de origen vegetal, que minimizarán el impacto ambiental en comparados con el de los agentes químicos. Para ello se utilizarán materias de fácil disponibilidad en el medio, tomando como referencia la provincia de Imbabura y sus diferentes cantones.

A partir de esta consideración se utilizará la tara *Caesalpinia spinosa* como materia prima principal; tomando en cuenta el alto contenido de componentes taninos en sus vainas como menciona Játiva (2011), el cual oscila entre el 42 y 62% dependiendo de la zona de donde se obtiene, y su armonía con el medio ambiente al ser un cultivo que facilita la incorporación de nitrógeno en el suelo, mejorando la fertilidad del mismo.

Se trabajará con conejos al ser un animal de doble propósito en lo que refiere a la carne con sus especiales atributos, y su piel que es a donde va direccionada la investigación al ser de gran interés a nivel nacional e internacional por sus características en la elaboración de prendas de vestir y accesorios de alto valor. De esta manera se genera una alternativa sustentable de actividad económica para la sociedad con pieles de especial interés comercial y se potencian los atributos agroindustriales de la tara en la provincia de Imbabura.

1.3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar tres concentraciones de agentes curtientes de Tara (*Caesalpinia spinosa*) como alternativa de curtición en pieles de conejo para peletería.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Extraer componentes taninos a partir de frutos de Tara, como agente vegetal curtiente.

Determinar el mejor tratamiento de tres concentraciones diferentes de taninos, en el curtido de pieles de conejo para peletería.

Evaluar la calidad física de la piel curtida con los diferentes tratamientos.

1.4. HIPÓTESIS.

Ho: No se evidencian diferencias en los tiempos de penetración del agente curtiente, estabilidad térmica y calidad física de las pieles curtidas a partir de las tres concentraciones de taninos evaluadas.

Ha: Se evidencian diferencias en los tiempos de penetración del agente curtiente, estabilidad térmica y calidad física de las pieles curtidas a partir de las tres concentraciones de taninos evaluadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 PIELES DE CONEJO.

2.1.1 CRIANZA DE CONEJOS EN EL ECUADOR.

Estudios realizados en el 2006 señalan que la producción de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en el Ecuador es de aproximadamente 8000000 animales por año, los cuales son destinados a fines de peletería, consumo de carne y como mascotas (Fiallos, 2009).

Entre las principales razas de conejos que se encuentran en el Ecuador está el angora, neozelandés, criollo, californiano y dutch small (Sánchez, 2006).

La crianza de conejos se da en todas las regiones del país, centrándose más en la región Sierra de donde destacan provincias como Tungurahua con un 50% de la totalidad de producción nacional, seguido en importancia de las provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Cotopaxi (Fiallos, 2009)

2.1.2 PRODUCCIÓN DE PIELS DE CONEJO.

La producción de pieles de calidad, dependerá de la raza del conejo y el tratamiento efectivo que se le dé a la materia prima mediante un buen manejo en granja, tomando a la piel como un producto de interés y a la carne como un subproducto (Lebas, Coudert, Rochambeau y Thébault, 1996).

Los ambientes de crianza de conejos destinados a peletería son mejores en climas fríos ya que el pelaje tiene una mayor densidad, tamaño y dureza. Se debe evitar excesiva luminosidad ya que puede generar pigmentaciones indeseables en el pelaje, disminuyendo la calidad del producto final al que la piel sea destinada, y por ende el valor económico de la misma (Roca, 1996).

2.1.3 EDAD DE SACRIFICIO.

De acuerdo a Mora (2016), la edad de sacrificio suele ser superior al conejo estándar a partir de los 150 días donde el conejo alcanza la calidad de la piel por su madurez.

En base a esto Lebas et al. (1996), nos dice que además se debe inspeccionar que la piel esté firme, homogénea y estable; teniendo en cuenta que el animal no esté en época de muda. Otros factores a considerar son los daños físicos por mordiscos y enfermedades de la piel.

2.1.4 CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES POR SU CALIDAD.

Lebas et al. (1996), destina las pieles en tres grandes grupos según su calidad; dicha clasificación se muestra en la Tabla 1 descrita por las características que representa cada tipo de piel.

Tabla 1.

Tría (Primera clasificación de destino de las pieles).

Destino.	Descripción.
Pieles de apresto.	Pieles aptas para peletería: Forma regular, pelaje intacto, homogéneo, denso, buena estructura, sin defectos. Alto valor en el mercado.
Pieles de corte.	Pieles que presentan defectos de forma y homogeneidad; no permiten trabajar una pieza de peletería. Se separa el pelo de la piel para distintos intereses.
Pieles inutilizables.	Pieles manchadas con daños mecánicos y enfermedades. Se utilizan exclusivamente para abono.

Fuente: Lebas et al. (1996)

En la tabla 2 se muestra la clasificación de las pieles de apresto que serán destinadas para peletería.

Lebas et al. (1996), consideran a la piel de invierno como la más estable debido a que las fibras de colágeno de la dermis se estabilizan, el pelo del animal es más largo y uniforme; logrando así obtener cueros sólidos y firmes con un peso aproximado de 80g por piel.

Tabla 2.

Clasificación de pieles de apresto.

Característica.	Descripción.
Color del pelo.	Blanco, gama de grises, gama de rojizos, abigarrada, negra.
Tamaño del pelo.	Valorado por el peso de pieles secas. <ul style="list-style-type: none">• Entredós: 100 – 140 gramos por piel.• Conejera: 150 – 210 gramos por piel.• Fuerte: 250 – 350 gramos por piel.
Calidad del pelo.	Basado en la integridad de la piel, estructura y homogeneidad. <ul style="list-style-type: none">• Calidad 1: Ausencia de defectos, vello espeso y regular para peletería.• Calidad 2: Algunos defectos en el pelo y cierta falta de densidad, vello corto para peletería secundaria y corte.• Calidad 3: Pieles destinadas para corte.• Calidad 4: Desecho, las mejores pieles de este nivel destinadas a corte.

Fuente: Lebas et al. (1996).

2.2 RAZAS DE CONEJOS PELETERAS

2.2.1 CONEJOS NEOZELANDÉS.

2.2.1.1 Descripción de la raza.

Raza originaria de los Estados Unidos e importado al Reino Unido después de la segunda guerra mundial; procedente del cruce entre conejo blanco americano y angora; su cuerpo es de tamaño mediano, compacto y de buen desarrollo muscular, su longitud aproximada en edad adulta es de 49.5cm para machos y 47cm para hembras. Presenta tres variedades distintas de colores que son blanco, negro y rojo (Cordero, 2016).

2.2.1.2 Características del pelaje.

Un estudio realizado por la Universidad de Córdoba en el año 2005, nos dice que el peso corporal tanto de machos y hembras oscila entre 4 a 5 kg, su pelaje es liso, de tamaño mediano y abundante, siendo los de pelaje blanco los más apreciados por la industria debido a la facilidad de asimilación de tintes.

Fernández (2016) aporta que el jarre del conejo neozelandés deberá ser lo suficientemente grueso y denso, brillante, vivo, limpio, lustroso y libre de manchas como para ofrecer resistencia cuando sea frotado en dirección a la cabeza de manera que el pelo vuelva a su posición.

Se considera una piel defectuosa si el pelo es corto, suelto y con manchas marrones; en lo que refiere a la piel se considera de baja calidad si es poco profunda, superficial, rala y floja, mostrando un factor lanoso (Fernández, 2016). La figura 1 ilustra la raza de conejos neozelandeses, apta para peletería cuyo color característico es el blanco.



Figura 1. Conejo neozelandés.

Fuente: Cañón (2015)

2.2.2 CONEJOS ANGORA.

2.2.2.1 Descripción de la raza.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA (2009), comenta que los conejos Angora son una raza procedente de Asia menor y altamente difundida en países europeos como Francia, Inglaterra y Alemania, de la que se derivan dos variedades; Angora Inglesa y Angora Francesa. Físicamente es una raza de cuerpo alargado, cabeza grande, orejas cortas y

pelo extenso a nivel de todo su cuerpo; además posee una alta resistencia a las enfermedades y temperamento linfático que facilita su manejo (Universidad de Córdoba, 2005)

2.2.2.2 Características del pelaje.

Raza cuyo pelaje tiene un alto valor económico en el mercado, calificado como noble. Su pelo crece aproximadamente durante catorce semanas con una longitud que varía entre los 8 a 11 cm; sus características son alta resistencia, suavidad al tacto y excelente calidad textil que permite la cohesión de pelos en los hilos Lebas et al. (1996).

Caro (1987), nos dice el pelaje de conejos Angora como parámetro de calidad debe ser debe ser fino, limpio, liso y brillante de tal manera que al pasar la mano a contrapelo este debe restablecer su posición rápidamente.

La figura 2 ilustra la raza de conejos angora, apta para peletería por su pelaje suave, largo y de alta resistencia, con una gran variedad de colores.



Figura 2. Conejo angora

Fuente: García (2018)

2.2.3 CONEJOS REX

2.2.3.1 Descripción de la raza.

Raza de conejos que nace como una mutación dando lugar a una serie de variedades entre las que se destacan Castor-Rex, Chinchilla-Rex, Habana-Rex, Nutrea-Rex oscuro y plateado, Negro-Rex, Ruso-Rex, Arminio-Rex, Rex-Azul. Muchas de estas variedades creadas con fines de peletería con una gran diversidad de colores y tonalidades llamativas de gran atractivo en el mercado (Universidad de Córdoba, 2005).

2.2.3.2 Características del pelaje.

Jandete, Martínez y Gálvez (2012), nos dicen que característicamente el pelaje de la raza es muy corto no mayor a 13mm, carece de cerdas o pelos de jarré y se inserta en sentido perpendicular a la dermis. Rex es la raza más apreciada para fines de peletería al brindar un pelo corto, fino, tupido, brillante, aterciopelado, uniforme y con coloraciones realmente atractivas. A continuación la figura 3, permite apreciar dicha raza peletera y sus características anteriormente mencionadas.



Figura 3. Conejo rex
Fuente: Tapia (2017)

2.3 TARA Y QUÍMICA DE SUS COMPONENTES TANINOS.

2.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Caesalpinia spinosa conocida tradicionalmente como tara o guarango es un árbol originario del Perú, distribuido por toda América Latina especialmente en la zona Andina. Es una planta de gran interés agroindustrial que se desarrolla en valles interandinos a una altitud entre 1000 a 3100 msnm (Perú Ecológico, 2009). Se considera como una planta armónica con el medio ambiente por la capacidad de captura de gases de efecto invernadero y fijación de nitrógeno en los suelos haciéndolos más productivos y fértiles. Esta capacidad permite a este cultivo no necesitar de requerimientos exigentes de fertilización (Valdivia, 2012).

A continuación en la tabla 3 se representa su clasificación taxonómica.

Tabla 3.
Taxonomía Caesalpinia spinosa.

REINO	Plantae
FILO	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Fabales
FAMILIA	Caesalpinaceae
GÉNERO	<i>Caesalpinia</i>
ESPECIE	<i>Spinosa</i>

Fuente: Huarino y Ramos (2012)

2.3.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA.

Ecuador Forestal (2010), menciona que la importancia económica de la tara radica en sus vainas que son utilizados en la industria de la curtiembre, alimenticia y farmacéutica por su alto contenido en taninos, gomas y flavonoides.

ALNICOLSA S.A.C (2018), nos dice que de las vainas de la tara separadas de la pepa y partiendo de una molienda se puede extraer ácido tánico el cual es usado en procesos de curtición.

En lo referente al uso de sus semillas se pueden extraer gomas de uso alimenticio provenientes del endospermo como alternativa al uso de gomas tradicionales en la industria alimentaria del vino y cerveza.

La tara *Caesalpinia spinosa* crece de manera silvestre en el Ecuador, en la figura 4 se muestran el árbol, sus frutos y semillas.



Figura 4. Árbol de tara y sus frutos.

Fuente: Játiva (2011)

2.3.3 MICRO-NICHOS DE TARA EN LA PROVINCIA DE IMBABURA.

Ecuador Forestal (2010, págs. 1-2) comenta que:

La tara se encuentra en el Ecuador en el callejón interandino principalmente en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Loja aunque con mayor proporción en la provincia de Imbabura en lugares semiáridos que tienen un promedio de 300 a 800 mm de precipitación anual.

En tabla 4 se puede observar la localización de los micro-nichos de tara en la provincia de Imbabura identificados a través de estudios de caracterización realizados por Játiva en el año 2011.

Según Játiva (2011), Imbabura es la provincia con mayor número de micro nichos de tara a nivel país, en el cual las concentraciones superiores de taninos se encuentran focalizadas en el cantón San Miguel de Urququí, cuyos contenidos van del 58 a 62.5%. Su valor más alto se reporta en la parroquia de Tumbabiro, sector entrada al pueblo de donde se obtuvo la materia prima; mientras que el micro nicho con menor concentración tánica a nivel provincia es en el cantón de Antonio Ante, sector Santa Rosa con un 42.5% de concentración tánica en sus frutos.

Tabla 4.
Identificación y descripción de micro-nichos de Tara en la provincia de Imbabura.

Cantón.	Localidad.	Altitud (msnm)	Contenido taninos
Pimampiro	Pimampiro	1975	52.60 ± 3.10
Pimampiro	Buenos Aires	2124	46.10 ± 0.40
Antonio Ante	Santa Rosa	2370	42,5 ± 1,1
Ibarra	Yahuarcocha	2370	45,5 ± 0,8
Antonio Ante	Santa Rosa	2012	50,5 ± 0,4
Urcuquí	Vía Quitumba	2140	56,3 ± 0,5
Urcuquí	Pablo Arenas	2276	57,8 ± 0,7
Urcuquí	Entrada Tumbabiro	a 2163	62,5 ± 0,7
Pimampiro	El Guarangal	1823	58,7 ± 1
Ibarra	Hda Piman	2205	54,7 ± 0,3

Fuente: Játiva (2011)

2.3.4 CLASIFICACIÓN TANINOS.

Según Huarino y Ramos (2012), los taninos son polímeros polifenólicos solubles en agua, producidos en las plantas como compuestos secundarios; los cuales tienen la habilidad de formar complejos con proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides, alcaloides y saponinas. Los taninos industriales para uso agroalimentario y farmacéutico son obtenidos de diversas especies vegetales, mediante extracción de partes leñosas, frutos o agallas (Álvarez, 2007).

2.3.5.1 Taninos hidrolizables.

Son ésteres de ácidos fenólicos (ácido gálico y elágico) con azúcar generalmente glucosa o un poliol formados por hidrólisis en medio ácido y a ebullición de manera que sean solubles en agua (Isaza, 2007).

2.3.5.2 Taninos condensados.

Son polímeros de alto peso molecular los cuales no hidrolizan fácilmente y tienden a polimerizarse a productos insolubles en presencia de ácidos orgánicos. Estos taninos han sido los más estudiados respecto a su actividad antioxidante, antibacterial y anticancerígena (Alma et al 2012).

2.4 CURTICIÓN VEGETAL.

Quintana (2010) nos dice que la curtición vegetal se basa en la capacidad de penetración de componentes taninos en las regiones interfibrilares de colágeno hasta saturar la piel; pasando progresivamente por concentraciones más altas mientras el agente penetra. Durante el proceso el tanino no debe estar en contacto con metales ya que al ser una sustancia altamente oxidante generaría manchas en el cuero y por ende un producto defectuoso (Zambrano, 2015).

El proceso permite dar color, elasticidad y obtener un producto trabajable, duradero en el tiempo, capaz de resistir y adaptarse a diversos esfuerzos mecánicos (Zapata, 2010).

2.4.1 VENTAJAS CURTIDO VEGETAL.

Natur (2018) y SILVATEAM (2017), mencionan las siguientes ventajas sobre el curtido a partir de extractos taninos de origen vegetal:

- a. Método de curtición amigable con el medio ambiente en lo que refiere al nivel de afectación en flora y fauna.
- b. Método de curtición que no atenta a la salud de los operarios que trabajan en este tipo de industria, ni población aledaña al lugar donde se realiza la actividad.
- c. Uso de taninos naturales que brindan características propias de colores y tonos vivos como claros mediante apariencia rústica que envejece a través del tiempo, haciéndolo altamente apreciado en el mercado.

- d. Cueros de alto valor en el mercado, que por sus características propias naturales en productos terminados, alcanzan un precio más alto en comparación a los cueros curtidos con sales de cromo.
- e) Obtención de cueros resistentes, firmes, flexibles y duraderos, considerados de alta calidad.
- f) Reducción de costos empresariales en temas de biorremediación.

2.4.2 DESVENTAS CURTIDO VEGETAL.

CURTIDOS SBA (2018) y SILVATEAM (2017), mencionan las siguientes desventajas sobre el curtido a partir de extractos taninos de origen vegetal:

- a) Mayor tiempo de curtición en comparación al curtido por sales de cromo, debido a la dificultad de penetración del agente activo para conservar la piel.
- b) Costos de producción más altos, debido a la cantidad de materia prima vegetal necesaria para llevar a cabo el proceso en comparación al curtido por sales de cromo.
- c) Dificultad de disponibilidad continua de materias primas, debido a la estacionalidad de los productos vegetales.
- d) Necesidad de extracción de componentes taninos para mejora del proceso y alcanzar estándares de calidad.
- e) Interferencia de componentes no taninos que pueden llegar a alterar el proceso y calidad de productos finales.

A continuación la tabla 5, muestra un comparativo del impacto ambiental generado por la actividad de la curtiembre, en base al curtido por sales de cromo y curtido vegetal proporcionado por (Ministerio del Ambiente, 2013).

Tabla 5.

Valoración del impacto ambiental del proceso de curtiembre por sales de cromo.

Componentes.	Factores.	Afectación curtido vegetal (%)	Afectación curtido por cromo (%).
Recurso aire.	Calidad del aire.	8.80	10.0
Recurso agua.	Calidad del agua (efluentes).	19.20	19,3
Recurso suelo.	Calidad de suelo.	5.50	2.60
Desechos.	Generación de desechos sólidos.	11.00	7.70
Proceso geomorfodinámico	Erosión.	0.20	2.60
	Geomorfología.	0.20	2.60
	Inestabilidad.	0.20	2.60
Medio biótico	Flora.	0.20	1.00
	Fauna.	0.20	2.60
	Ecosistemas.	0.20	2.60
Medio socioeconómico	Actividades comerciales.	19.20	15.40
	Empleo.	13.20	16.10
	Aspectos paisajísticos.	0.20	3.20
	Riesgos a la población.	0.20	2.60
	Servicios básicos.	0.20	1.30
	Calidad de vida comunidades.	11.00	0.30
	Salud ocupacional y seguridad.	10.40	7.7 0
Total impacto y porcentaje de impacto.		13.4 %	36.3%

Fuente: Ministerio del Ambiente (2013)

2.5 PROCESO DE CURTICIÓN DE PIELES DE CONEJO.

2.5.1 ETAPA DE RIBERA.

2.5.1.1 Reblandecimiento o remojo.

El reblandecimiento o remojo consiste en sumergir las pieles deshidratadas ya sea por secado, salado o salmuerado en agua durante un periodo de 8 a 12 horas para devolver elasticidad y facilitar los posteriores tratamientos (Quintana, 2010).

2.5.1.2 Lavado.

Tiene como finalidad despojar de tierra, sangre y estiércol a la piel mediante el uso de detergente y agua a 30°C hasta conseguir en la piel una consistencia áspera al tacto. La relación en cantidad de detergente será el 0.5% del peso total de las pieles; finalizada la operación se deberán apilar las pieles pelo a pelo (Rojas 2010).

2.5.1.3 Descarnado.

Según Rojas (2010) el descarnado es una operación clave que asegura la efectividad del proceso de curtición; consiste en separar la carne, cartílagos y grasa de la piel con el objetivo de que los agentes curtientes puedan penetrar de manera eficiente y uniforme. La operación demanda el uso de cuchillas y la habilidad del operario para no lastimar y averiar la piel.

2.5.2 PRE CURTIDO.

2.5.2.1 Piquelado.

Preparación de la piel para que los materiales o ingredientes curtientes penetren y den la estabilización que permita la conservación permanente de la piel. Se utilizan de 10 a 20g de extracto vegetal tanino, 10g de sal y 1.5 litros de agua para una piel de 300g. Se homogeniza toda la mezcla y se sumergen las pieles por 2 a 4 días (Quintana, 2010). Durante el piquelado se deberá controlar el pH a un nivel entre 3-5, y los grados baumé respectivamente a un nivel 6-7 (Montero, 2012).

2.5.3 CURTIDO POR AGENTES VEGETALES.

Quintana (2010), recomienda 20 a 30 gramos de extracto tanino y 10 a 20 gramos de sal en 1.5 litros de agua para curtir una piel de conejo de entre 250 – 300 gramos, considerada como piel de primera calidad.

Zambrano (2015), nos dice que se debe iniciar el proceso de curtiembre con la menor concentración taninos posibles, hasta llegar a un 10%, en base al peso de la piel mojada. Se adiciona el tanino progresivamente durante tres días: 3% día uno, 3% día dos y 4% día tres. Deberá controlarse los grados Baumé durante el proceso hasta llegar a un nivel de 3.

La técnica consiste en diluir adecuadamente los componentes de la solución curtiembre, sumergir completamente cada una de las pieles y removerlas entre 3 a 4 veces al día con la ayuda de una palo de madera, para que penetre adecuadamente la solución y no se sedimenten (Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM], 2013).

Se debe verificar que la etapa de curtido haya finalizado, para ello se realiza un pequeño corte en la piel curtido y se la coloca en agua a 75 °C por un minuto, si la piel se encoge es un indicador de que aún no está curtida (Zambrano, 2015).

2.5.4 OPERACIONES POST CURTICIÓN.

2.5.4.1 Engrasado.

Quintana (2010) recomienda el uso de aceites sulfonados en proporciones de 50-50 para ello la solución engrasante deberá untarse de manera uniforme y sin exceso en todo el cuero, teniendo cuidado de no manchar el pelo. Finalmente se deja secar la piel en un lugar ventilado y sombreado.

2.5.4.2 Aflojado o estirado.

La operación busca dar elasticidad y suavidad a la piel, se requiere que la piel tenga aproximadamente un 5 a 10% de humedad (UNAM, 2013). Se necesita el uso de cuchillos de descarnado o estirar manualmente la piel de extremo a extremo del lado sin pelo en un lugar fresco para que le humedad de la piel empiece a bajar (Quintana, 2010).

2.5.4.3 Acabado.

Consiste en dar un brillo llamativo y limpiar el pelaje del conejo, UNAM (2013) propone una mezcla de maicena o aserrín y gasolina blanca, en relación 1:3; para así, una vez esté la piel seca, terminar el proceso con el abatanado.

2.6 EVALUACIÓN CALIDAD DE LA PIEL CURTIDA.

De Perinat (2009), plantea que todos los curtidos destinados o no a la confección deben ser comprobados antes de su uso; las pruebas nos dan la seguridad de que el curtido es apto y se comporta de la manera esperada conforme a su calidad y precio.

La tabla 6 menciona los métodos internacionales estandarizados para el control de calidad de las pieles curtidas.

Tabla 6.

Métodos estandarizados de ensayo, análisis y medición de pieles curtidas.

Método Estandarizado	Descripción.
International Leather Chemists Societies IUC/IUP.	Métodos designados para pruebas físicas y químicas del cuero, adoptados como métodos oficiales.
Deutsch Standard Committee DIN.	Métodos de ensayo oficiales elaborados en conformidad al IUC/IUP
International Fastness Union for Leather Dyes and Dyed Leather IUF.	Métodos de ensayo oficiales aplicados a países miembros de esta asociación: Bélgica, República Checa, Dinamarca, Francia, Alemania, Gran Bretaña, Grecia, India, Israel, Italia, Japón, Países Bajos, España y Suiza.

Fuente: De Perinat (2009).

2.6.1 EVALUACIÓN FÍSICA DE LA PIEL CURTIDA.

Según Botero (2010), la evaluación física de pieles curtidas permite:

- Predecir el comportamiento del material en el uso práctico.
- Reducir el número de reclamos.
- Controlar la calidad de las materias primas.
- Controlar la producción en las diferentes etapas.

En la tabla 7 se detallan los principales ensayos de calidad física de pieles curtidas, unidades de medida y límites de calidad según las normativas IUP e NTE INEN.

Tabla 7.
Principales ensayos en calidad física del cuero.

Prueba	Unidades	Estándar	Método de ensayo.
Resistencia a la tracción.	N/cm ²	1500 mínimo.	IUP 6 NTE INEN 1061:1984
Resistencia al desgarre.	N	12 mínimo.	IUP 8 NTE INEN 0561:1981
Resistencia a la flexión.	Ciclos	Seco: 50000 sin daño. Húmedo: 10000 sin daño.	IUP 20 NTE INEN 1807:1991
Elongación al rompimiento	%	Mínimo 40 – máximo 90	IUP 6 NETE INEN 1061:1984

Fuente: Saldaña (2011)

2.6.1.1 Resistencia a la tracción y elongación al rompimiento.

El principio de operación se fundamenta en el uso de una pieza a prueba; la cual se extiende a una velocidad específica, hasta que las fuerzas alcancen un valor predeterminado o hasta que la pieza de prueba se rompa. Se toman datos de la operación para así calcular la resistencia a la tracción y elongación (National Standards Authority of Ireland [NSAI], 2005).

Medina (2015) aporta que el comportamiento mecánico del material en esta prueba es el reflejo de la relación de la deformación ante una fuerza o carga aplicada en el cual una muestra es sometida a una carga uniaxial gradualmente creciente hasta que ocurre la falla.

2.6.1.2 Resistencia a la flexión.

Según Saldaña (2011) la prueba de resistencia a la flexión consiste en someter una muestra a un determinado número de flexiones hasta que se produzca un daño aparente en la superficie del acabado.

De Perinat (2009) comenta que los daños en el acabado pueden ser:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| A. Envejecimiento. | C. Pulverización |
| B. Agrietamiento. | D. Descamación. |
| E. Pérdida de adherencia. | G. Rotura de la flor. |
| F. Descomposición de fibras | H. Agujeros. |

La prueba se lleva a cabo en flexómetro bally, cuyos límites de calidad de la piel curtida se basan en 50000 flexiones en seco y 20000 flexiones en húmedo (De Perinat, 2009).

2.6.1.3 Resistencia al desgarre.

La prueba de resistencia al desgarre consiste en la separación de cadenas fibrosas del cuero, en el que se registra el valor de carga (N) requeridos para tal acción (Saldaña, 2011).

NTE INEN 0561 (1981, pág. 3), aporta que el método consiste en:

Cortar una probeta o muestra, medir el espesor de la misma y colocarla entre dos agarraderas en forma de gancho, accionadas por un dinamómetro. Poner en marcha el dinamómetro hasta que la probeta o muestra se desgarre e informar la carga necesaria en kilogramos, para obtener el desgarre de la probeta y el espesor de la misma, en milímetros.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 LOCALIZACIÓN.

El experimento se llevó a cabo en el cantón Ibarra; la materia prima a trabajar como objeto de estudio de fue la tara *Caesalpinia spinosa*, obtenida en la parroquia Tumbabiro sector ingreso al pueblo del cantón Urcuquí, provincia de Imbabura.

Los detalles específicos del área de estudio se muestran a continuación en la tabla 8.

Tabla 8.

Localización experimento.

Provincia	Imbabura
Cantón	Urcuquí.
Parroquia	Tumbabiro
Altitud	2080 msnm
Longitud	78°07' 20"
Latitud	78° 11' 50"
Temperatura media.	17 ° C

Fuente: GAD San Miguel de Urcuquí (2019).

3.2 MATERIA PRIMA, INSUMOS, REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPOS.

3.2.1 MATERIA PRIMA E INSUMOS.

- Vainas de tara (recolección de frutos a partir de 2 cosechas por año cada seis meses, características de coloración marrón rojizo, tamaño aproximado 5-10cm de largo, 2cm de ancho y 5-7 semillas al interior del fruto).
- Piel de conejo raza Rex (8-9 meses de edad).

- Aserrín.
- Aceite sulfonado.
- Shampoo.
- Sal.
- Desengrasante.

3.2.2 MATERIALES Y EQUIPOS.

- Cuchillas.
- Jarras de plástico.
- Frascos de vidrio.
- Frascos ámbar.
- Mesas de trabajo.
- Baldes de plástico 12 litros.
- Baldes de plástico 1 litro.
- Cepillos.
- Esponjas.
- Paletas de madera.
- Ollas de aluminio capacidad 5 litros.
- pH metro
- Termómetro de mercurio.
- Aerómetro Baumé.

3.2.3 REACTIVOS.

- Ácido Fórmico.
- Hidróxido de sodio.
- Formalina.
- Agua destilada.
- Solución buffer pH 4.
- Solución buffer pH 7.

3.3 MÉTODOS.

3.3.1 EXTRACCIÓN DE COMPONENTES TANINOS A PARTIR DE FRUTOS DE TARA, COMO AGENTE VEGETAL CURTIENTE.

El método de extracción asistida por ultrasonido detallado por Mingong, Ji, Yaping, Igang y Jue (2008), se fundamenta en la extracción de un componente soluble, contenido en un sólido a partir de un solvente en el cual el empleo de energía a través de ondas ultrasónicas, genera efectos de cavitación que alteran y rompen las paredes celulares del soluto, permitiendo que el solvente de tipo polar, en este caso agua destilada extraiga fácilmente el componente de interés.

El método Folin Ciocalteu detallado por Gutiérrez, Ortiz y Mendoza (2008), permite determinar en porcentaje el contenido de taninos en una muestra; para ello se realizó una curva de calibración a partir de soluciones patrón ácido gálico a 10, 20, 30 ,40 y 50 ppm que cumplieron con las condiciones de linealidad, especificidad y repetitividad. Seguido de la curva de calibración se procedió a trabajar con los extractos respectivos para ser cuantificados mediante medidas de absorbancia por espectrofotometría de absorción atómica a 760 nm (Ver manejo específico del experimento para detalle del método de cuantificación de taninos en el extracto).

La tabla 9 menciona el método que se llevó a cabo para la extracción de componentes taninos a partir de polvo tara, y la cuantificación del concentrado en extracto tánico, con las respectivas unidades de lectura.

Tabla 9.

Métodos de extracción y determinación porcentual de taninos.

Actividad	Método	Unidades
Extracción de taninos a partir de frutos de tara.	Extracción asistida por ultrasonido. Mingong et al. (2008)	Mg
Determinación del porcentaje de taninos en extracto tánico.	Método Folin Ciocalteu. Gutiérrez et al. (2008).	%

3.3.2 DETERMINACIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO, DE TRES CONCENTRACIONES DIFERENTES DE TANINOS EN EL CURTIDO DE PIELES DE CONEJO PARA PELETERÍA.

3.3.2.1 Diseño experimental.

La presente investigación se llevó a cabo con conejos de raza rex, cuya edad de sacrificio fue de 8 a 9 meses, cuando la piel del animal alcanzó su estado de madurez. Se trabajaron con 2 factores en estudio: concentración de taninos (10, 15 y 20 %) correspondientes al factor A y pH de la solución curtiente (3, 4 y 5) correspondientes al factor B, bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar con Arreglo Factorial A*B. Cada tratamiento constó de 3 repeticiones para un total de 27 unidades experimentales.

Para detalle del proceso de curtición ver manejo específico del experimento

3.3.2.2 Factores en estudio.

FACTOR A. Concentración de taninos.

A1: 10%

A2: 15%

A3: 20%

Factor B. pH solución curtiente.

B1: 3

B2: 4

B3: 5

3.3.2.3 Descripción del diseño.

La tabla 10 muestra la estructura del diseño experimental que se llevó a cabo, detallando cada uno de los tratamientos, combinaciones, factores de estudio y número de repeticiones para dar cumplimiento al objetivo.

Tabla 10.

Tratamientos, combinación de factores.

Tratamientos	Combinaciones	Factor A. Concentración de taninos	Factor B. pH solución curtiente	Repeticiones.
T1	A1B1	10	3	3
T2	A1B2	10	4	3
T3	A1B3	10	5	3
T4	A2B1	15	3	3
T5	A2B2	15	4	3
T6	A2B3	15	5	3
T7	A3B1	20	3	3
T8	A3B2	20	4	3
T9	A3B3	20	5	3
Total número de repeticiones				27

3.3.2.4 Análisis de varianza.

Para analizar los datos obtenidos de forma experimental se aplicó un análisis de varianza (ADEVA), detallado a continuación en la tabla 11.

Tabla 11:
Esquematización ADEVA.

Fuentes de variación	Grados de Libertad.
Total	26
Bloques	2
Tratamientos	8
Factor A	2
Factor B	2
Interacción AxB	4
Error	16

Determinación del coeficiente de variación.

$$CV = \frac{\sqrt{CM \ E_{exp}}}{X} * 100$$

Donde:

CV: Coeficientes de variación.

CM: Cuadrado medio.

Eexp: Error experimental.

X: Media.

3.3.2.5 Análisis Funcional

Al identificar diferencias significativas en los tratamientos se aplicó una prueba Tukey al 5%

3.3.2.6 Variables de respuesta evaluadas.

Para el tiempo de penetración del agente curtiembre se empleará la metodología descrita por Roca (1996) y CUERONET (2008). Ver manejo específico del experimento.

Temperatura de contracción en pieles curtidas (Zambrano, 2015). Ver manejo específico del experimento.

3.3.3 EVALUACIÓN CALIDAD FÍSICA DE LAS PIELES CURTIDAS CON LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

El análisis de calidad física de las pieles curtidas, se fundamenta en el cumplimiento de los parámetros establecidos por la Unión Internacional de Asociaciones de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero (IULTCS) y su comisión IUP de procedimientos para ensayos físicos. Los procedimientos se llevaron a cabo en base a la normativa ecuatoriana INEN, bajo métodos estandarizados que garantizan variables de respuesta confiables. Los principales análisis aplicados fueron resistencia a la tracción y porcentaje de elongación al rompimiento NTE INEN 1061 (1984), resistencia al desgarre NTE INEN 0561 (1981) y resistencia a la flexión NTE INEN 1807 (NTE INEN 1807, 1991). Dichas variables evaluadas se establecen en la tabla 12 así como su respectivo método de análisis y unidades de lectura.

Tabla 12.
Variables físicas de evaluación.

Variable a Evaluar	Método de Análisis	Unidades
Resistencia a la tracción.	NTE INEN 1061	N /mm ²
Elongación al rompimiento.	NTE INEN 1061	%.
Resistencia al desgarre.	NTE INEN 0561	N.
Resistencia a la flexión.	NTE INEN 1807	Ciclos

Fuente: INEN (2018)

3.3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.

3.3.4.1 Procedimiento de extracción de taninos mediante tecnología de ultrasonido.

Para la extracción de taninos se realizó el protocolo determinado por Mingong et al (2008), en la figura 5, seguido de la descripción de cada una de las operaciones en el proceso.

Las imágenes de cada operación llevadas a cabo en el proceso extracción, se encuentran detalladas secuencialmente en el anexo 1.

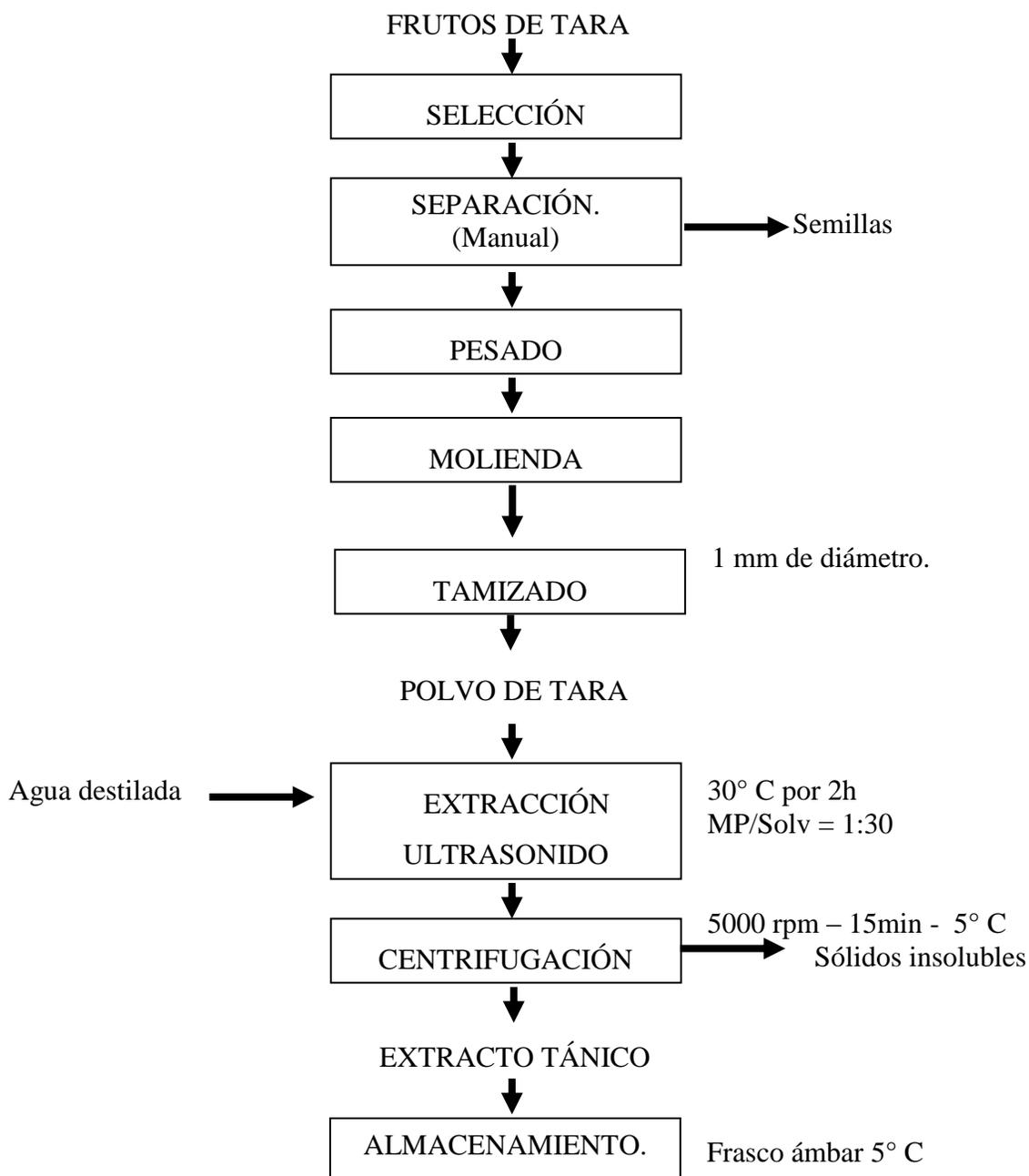


Figura 4. Diagrama de proceso extracción de taninos.

Recolección.

Se recolecta la mayor cantidad de frutos de manera general, sin clasificación previa. Los frutos a recolectar deberán presentar las siguientes características: Coloración marrón a rojizo, tamaño aproximado de 5-10cm de largo, 2cm de ancho y 5-7 semillas al interior del fruto.

Selección.

Para obtener un mejor rendimiento y evitar pérdidas se desecharon aquellos frutos defectuosos, en los que se evidenciaron daños mecánicos y contaminación por ataque de plagas y microorganismos.

Separación.

Manualmente se procedió a separar las semillas del fruto, ya que estas poseen un alto contenido en gomas, las cuales dificultan el proceso extracción del componente tánico de interés.

Recepción y almacenamiento.

Se pesó la materia prima para contar con una base de registro en referencia a las necesidades de consumo y se procedió a enfundar en sacos de polietileno o polipropileno para almacenar en un lugar fresco y ventilado.

Molienda y tamizado

La operación de molienda se llevó a cabo en molino de piedra. El objetivo fue reducir el tamaño de partícula para posteriormente ser tamizado a una granulometría de 1mm e incrementar la superficie de contacto para mejorar la extracción y dilución de componentes taninos y no taninos en operaciones posteriores.

Extracción.

Se realizó la extracción mediante tecnología de ultrasonido, las variables del proceso fueron: relación materia prima-solvente (agua destilada) de 1:30, dos horas de extracción continua, temperatura 30°C, potencia y frecuencia ultrasónica de 120W y 40KHz respectivamente.

Centrifugación.

Permitió separar los sólidos insolubles y clarificar el extracto, las condiciones de centrifugación fueron: velocidad de 5000 rpm, temperatura 5 °C y tiempo de 15 minutos. Finalizada la etapa de centrifugación se obtuvo el extracto final.

Almacenamiento.

Se almacenó el extracto en frascos ámbar herméticamente sellados a temperatura de refrigeración 5 °C.

3.3.4.2 Procedimiento para determinación del porcentaje de taninos en extracto tánico.

El Método Folin Ciocalteu detallado por Gutiérrez et al. (2008) permite determinar el porcentaje de taninos en el extracto obtenido. La figura 6 representa el diagrama de proceso seguido durante el método; las imágenes del proceso de cuantificación por cada etapa, se muestra en anexo 2.

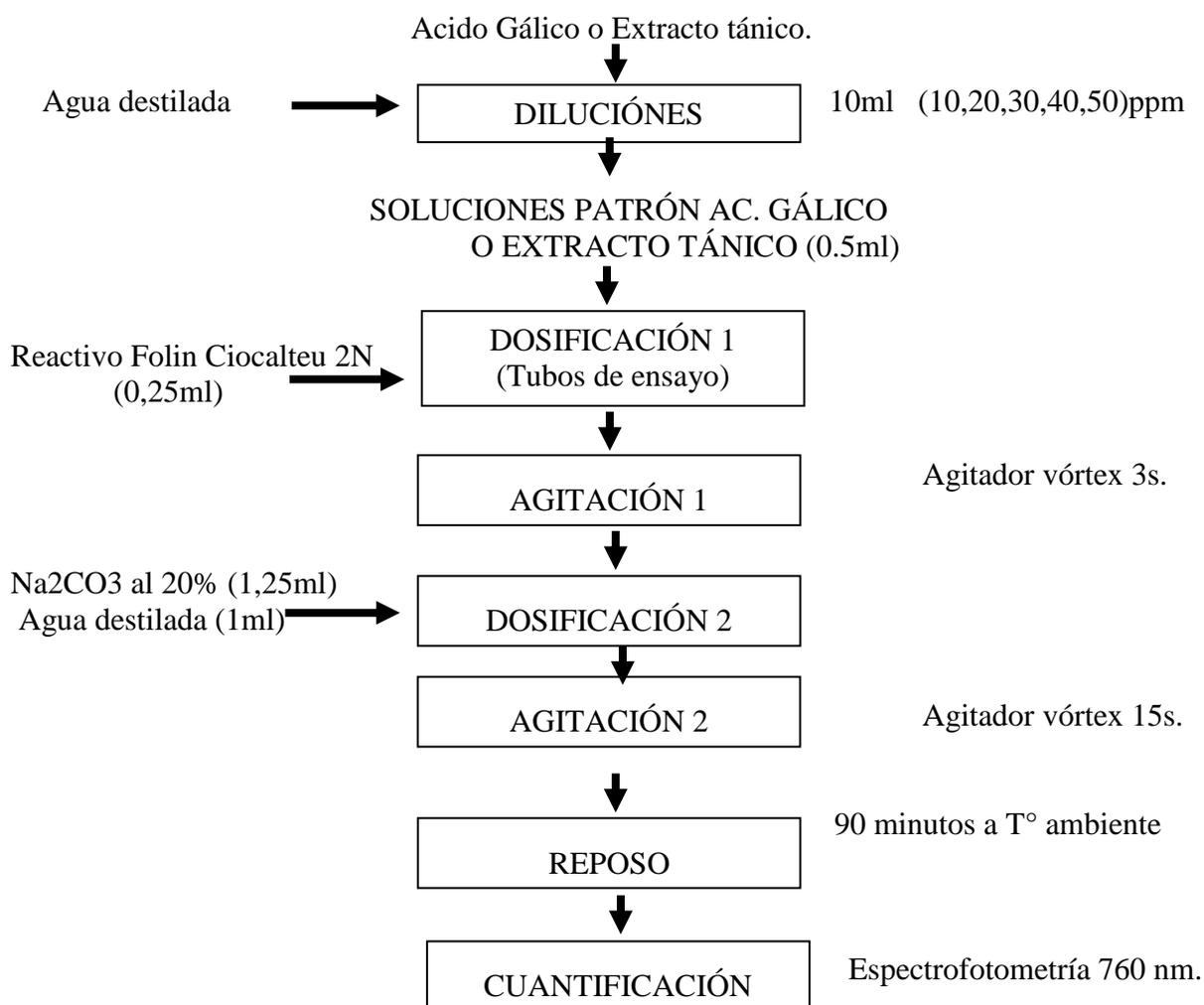


Figura 5. Diagrama de proceso contenido de taninos en extracto tánico.

Fuente: Gutiérrez et al. (2008)

Diluciones:

Se realizaron diluciones a partir de soluciones patrón de ácido gálico a 10, 20, 30, 40 y 50 ppm para curva de calibración, y diluciones del extracto tánico obtenido dentro del rango de lectura de calibración establecido, para posterior cuantificación.

Dosificación 1:

La primera dosificación consistió en agregar 0.5 ml de solución patrón sea de ácido gálico para curva de calibración o extracto tánico para cuantificación. A continuación se debió agregar 0.25ml de reactivo Folin Ciocalteu 2N; todo el proceso se lo realizó en tubos de ensayo.

Agitación 1:

Se dejó reposar la solución patrón y reactivo Folin Ciocalteu 2N durante 5 minutos, para luego llevar cada uno de los tubos a un agitador vórtex. Se homogenizó la mezcla durante 3 segundos.

Dosificación 2:

En los mismos tubos de trabajo se agregó 1,25ml de carbonato de sodio al 20%, seguidamente se dosificó 1ml de agua destilada.

Agitación 2:

Tras llevar los tubos se colocó nuevamente al agitador vórtex y se homogenizó durante 15s.

Reposo:

Se dejó reposar las soluciones en los tubos durante 90 minutos en un ambiente fresco y oscuro; en este lapso de tiempo se llevó a cabo la reacción química que nos permitió identificar el contenido de polifenoles por espectrofotometría.

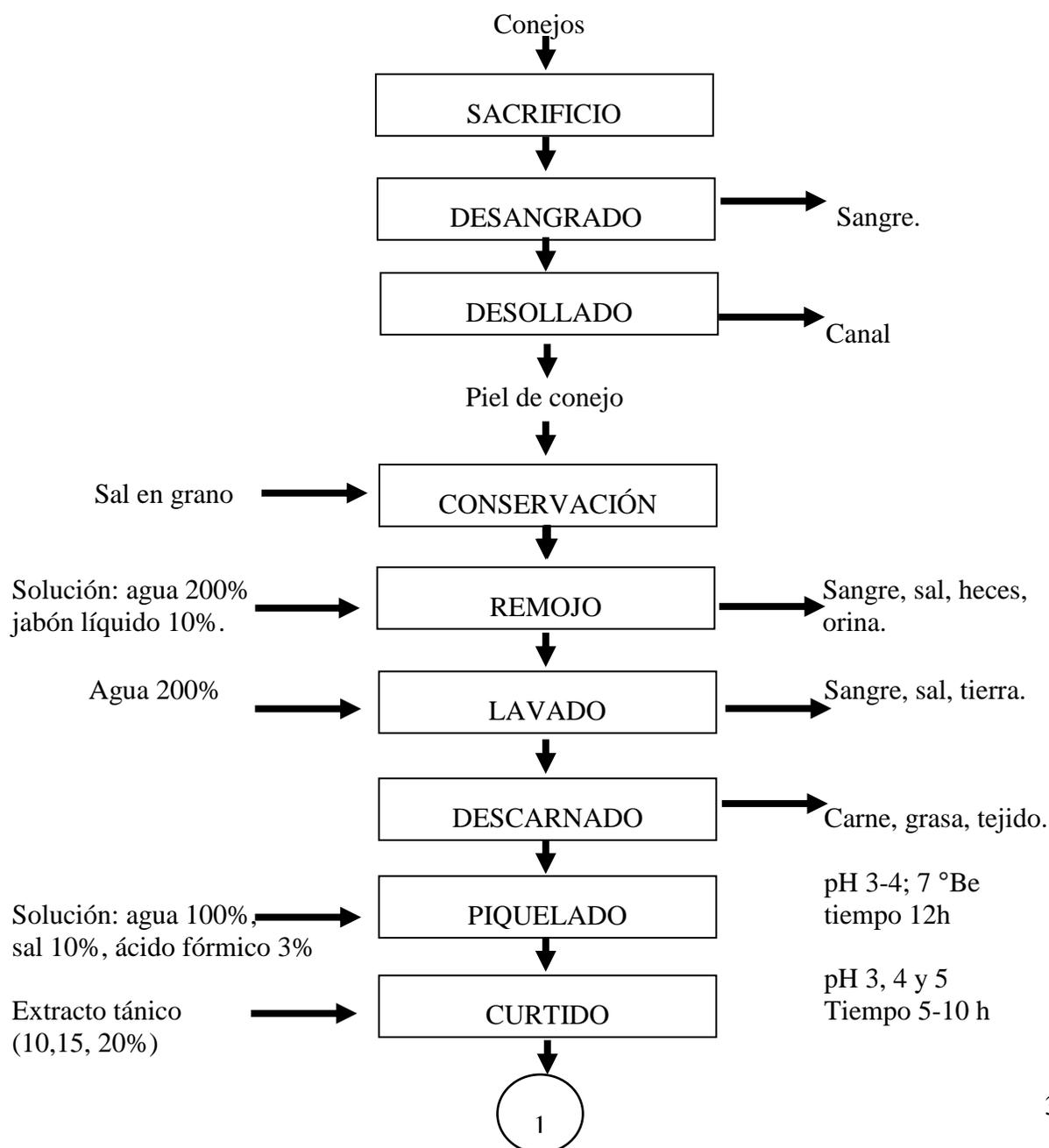
Cuantificación:

Se llevaron las muestras para su cuantificación mediante espectrofotometría de absorción atómica a 760 nm, sea para curva de calibración en caso de trabajar mediante soluciones

patrón de ácido gálico o para cuantificación de polifenoles en caso de que la solución sea de extracto tánico.

3.3.4.3 Curtido pieles de conejo para peletería en tres concentraciones diferentes de componentes taninos.

La figura 7, detalla el diagrama de proceso de curtición llevado a cabo, seguido de la descripción en detalle de cada operación. Las fotografías del proceso en cada etapa se muestran en el anexo 3.



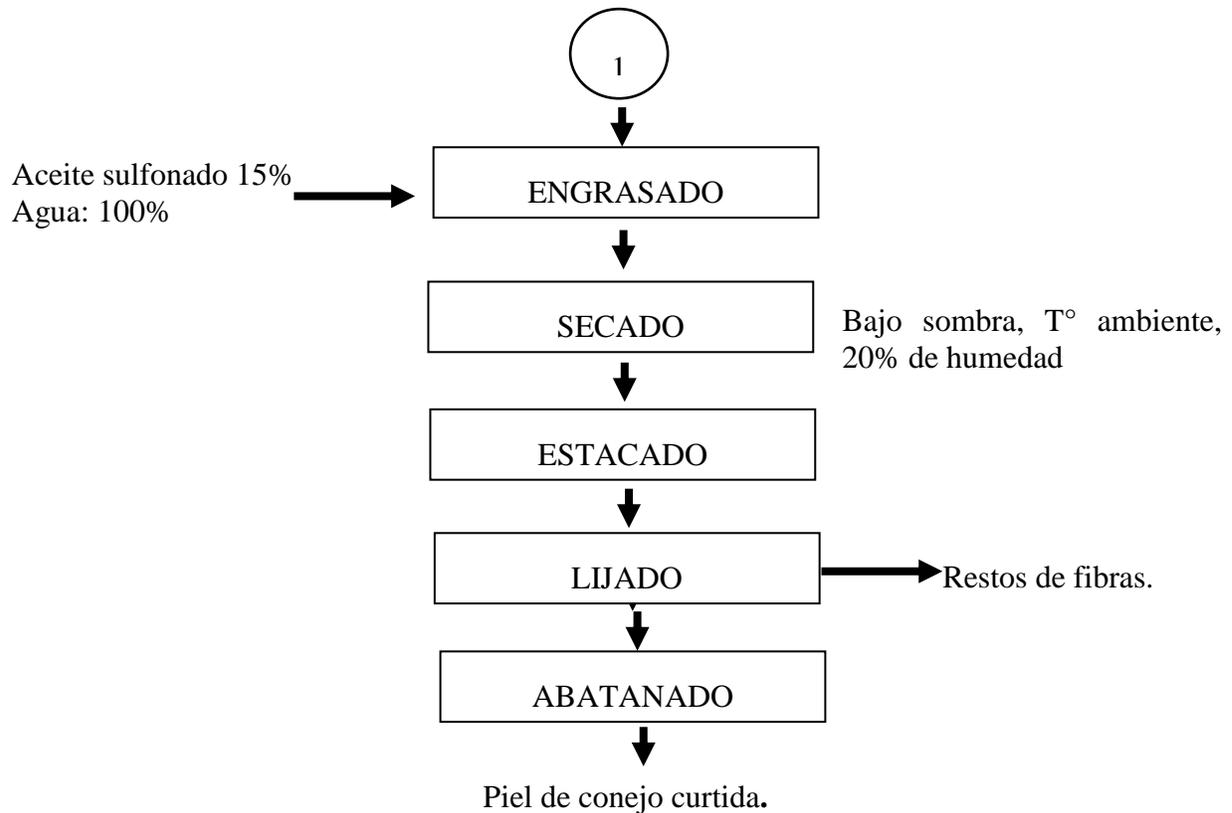


Figura 6. Diagrama proceso curtiembre.

Sacrificio.

Se sujetó el animal por las orejas y se aplicó un fuerte golpe a la altura de la nuca para aturdirlo; de esta manera se procedió a realizar un fino corte en la yugular para su sacrificio.

Desollado:

Se guindó el conejo atándolo fuertemente de sus patas traseras para así proceder a realizar un corte diagonal en sus extremidades y tirar de la piel fuertemente hacia abajo para su desprendimiento.

Conservación.

Se recubrió con sal en grano toda la piel del conejo para evitar el deterioro y acción de microorganismos que lo descompongan.

Remojo.

Por cada kilo de piel se necesitó 20 litros de agua (22°C) y jabón líquido al 10% en base al peso de las pieles a trabajadas.

Lavado.

Se lavó la piel con abundante agua para retirar el exceso de jabón líquido, grasa y todo tipo de impurezas en la piel.

Descarnado.

Se colocó las pieles en un caballete y con la ayuda de cuchillas fue removida con mucho cuidado la grasa, tejidos y carnosidad de la piel. Un buen descarnado asegura la eficiencia del resto del proceso.

Piquelado.

En el piquelado las pieles se preparan para recibir al agente curtiente, dicha operación se realizó en tinas en base al peso de la materia prima con un 300% de agua, 2% de ácido fórmico y 10% de sal.

Durante el baño de piquelado se controló periódicamente el pH a un nivel entre 3 – 4, y salinidad de 7 grados Baumé. Las lecturas de control y ajustes de medidas se llevaron a cabo 3 veces al día cada 8 horas para toda la etapa de dicho proceso, la cual fue de tres días. Importante remover totalmente las pieles en cada control.

Curtido por agentes vegetales.

Con los datos de cuantificación del contenido de taninos en el extracto tánico, se procedió a realizar la formulación en base al peso de pieles a curtir y la combinación de los niveles de cada factor de estudio detallado en el diseño experimental dependiendo de cada tratamiento. Se recomienda regular los niveles de pH a partir de ácidos orgánicos y bases.

El proceso de curtición se llevó a cabo en bombos a una velocidad de 6-8 rpm, agregando el extracto tánico en 3 partes cada media hora para evitar una sobresaturación.

Engrasado.

Se secaron las pieles en un ambiente fresco para luego pesarlas y calcular la cantidad de engrasante sulfonado al 15%. La rotación en bombo fue de 2 horas, agregando el engrasante en tres partes, cada 30 minutos a 45 grados centígrados.

Estacado.

Se secan las pieles a temperatura ambiente en un lugar fresco hasta alcanzar una humedad entre el 15 y 20%; alcanzado este límite se procede a estacar. Dicho proceso se realizó con la ayuda de pinzas en mallas metálicas. De esta manera se extendió ganando mayor área y las fibras lubricadas se expandieron, brindando mejores características mecánicas y de acabado al cuero.

Lijado.

Con la ayuda de una lija mediana, se frotó suavemente en la flor del cuero hasta lograr una textura uniforme en la piel.

Abatanado.

Se lleva a cabo en maderas con cierto grado de curvatura en la que se frota la piel con el objetivo de otorgar mayor suavidad, soltura y así obtener el producto final.

3.3.4.4 Procedimientos de evaluación para determinación del tiempo de curtición.

Para determinar el tiempo de curtición en cada uno de los tratamientos se consideró los aspectos planteados por Roca (1996), el cual menciona que, para comprobar si la piel ha terminado de curtirse se deberá estirar fuertemente hacia los lados y no formar estrías. Por su parte CUERONET (2008), recomendó realizar cortes en zonas gruesas del cuero, y así verificar visualmente la penetración del agente curtiente; para ello no debería haber betas blancas que indiquen piel cruda sin curtir, caso contrario se necesitaría un mayor tiempo de rotación en bombo hasta que el agente haya atravesado totalmente.

3.3.4.5 Procedimiento de evaluación para determinación de la temperatura de contracción.

Para la determinación de la temperatura de encogimiento se extrajeron muestras rectangulares de tamaño estándar, que debieron compararse a partir en un molde cuadrículado. La muestra

debió sumergirse en un recipiente con agua caliente a partir de 75°C durante un minuto, para luego verificar en el molde cuadrulado si hubo o no contracción de la muestra, tomando como apunte dicha temperatura de lectura de contracción (Zambrano, 2015).

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1 EXTRACCIÓN DE COMPONENTES TANINOS A PARTIR DE FRUTOS DE TARA, COMO AGENTE VEGETAL CURTIENTE.

4.1.1 CURVA DE CALIBRACIÓN DE ÁCIDO GÁLICO Y VALIDACIÓN DEL MÉTODO DE CUANTIFICACIÓN.

La cuantificación de taninos; ricos en compuestos polifenólicos, se llevó a cabo mediante la aplicación del método Folin-Ciocalteu. La tabla 13 muestra un resumen de las soluciones patrón de ácido gálico a diferentes concentraciones para un volumen estándar de 10 ml preparadas como punto de partida para poner en marcha el método de aplicación.

Tabla 13.
Soluciones patrón ácido gálico.

F.D (ppm)	Ac. Gálico (ml)	Agua destilada (ml)	Volumen total (ml)
10	1.00	9.00	10.00
20	0.50	9.50	10.00
30	0.33	9.66	10.00
40	0.25	9.75	10.00
50	0.20	9.80	10.00

Los límites para factores de dilución en ppm a trabajar, dependerán de la capacidad del espectro de lectura del espectrofotómetro. En base a lo mencionando; el equipo se adapta a las condiciones del método aplicado por Gutiérrez et al. (2008), los cuales trabajan con factores de dilución que van desde 10ppm a 50 ppm.

La aplicación del método y posterior tabulación se dio a partir de tres repeticiones con la que se obtuvo una curva de calibración promedio que consta de su respectiva ecuación y coeficiente de determinación, figura 8.

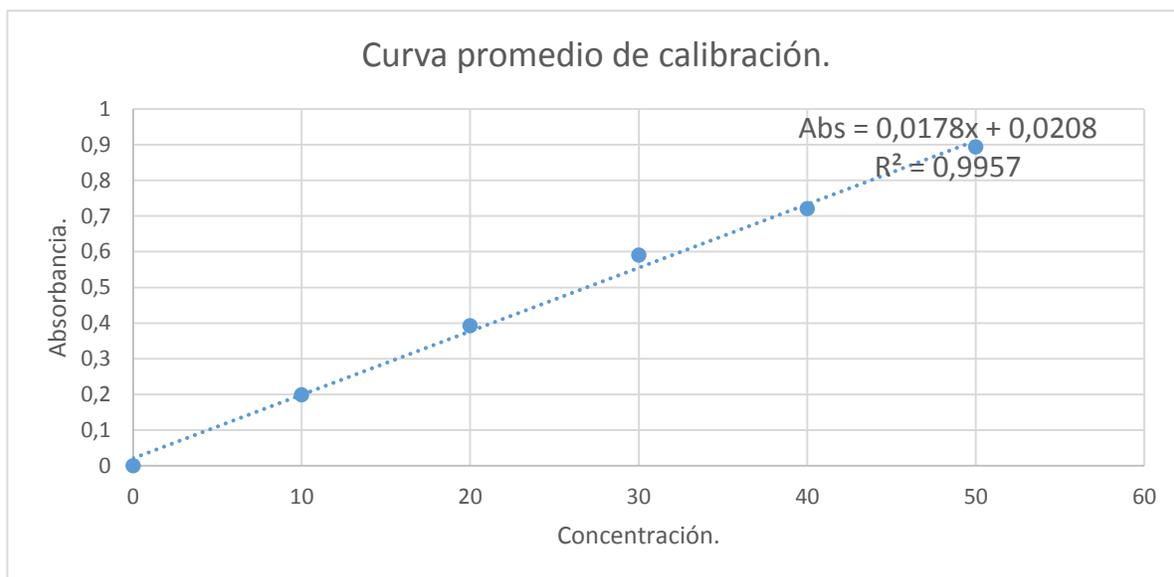


Figura 7. Curva promedio de calibración ácido gálico.

La validación del método de cuantificación se dio mediante cuatro criterios de aceptación que son: selectividad, linealidad, exactitud y repetibilidad (Rojas, 2016)

Dichos criterios de aceptabilidad se detallan a continuación.

Selectividad.

Permite evaluar el efecto del proceso de extracción sobre la cuantificación de polifenoles totales en método Fólín Ciocalteu. En sus investigaciones Rodríguez, Escalona, Rodríguez y Rodríguez (2011), y Espinoza, Garzón y Medina (2016), coinciden que los criterios de aceptación para esta variable son el coeficiente de variación menor al 2%, diferencias no significativas en el espectro de absorción de ácido gálico, coeficiente de correlación mayor a 0.99 y coeficiente de determinación mayor a 0.98. A continuación en la tabla 14 se detalla un comparativo de los datos obtenidos en el proceso experimental y los límites de criterios de aceptación mencionados por los autores.

Los resultados muestran como cada variable evaluada cumple con los requerimientos establecidos por Rodríguez et al. (2011) y Espinosa et al. (2016). De tal manera se verificó que existe selectividad en el método y las condiciones seleccionadas no afectaron el proceso de extracción.

Tabla 14.

Criterio de aceptación para selectividad en validación del método Folin Ciocalteu.

Concentración (ppm)	Abs R1	Abs R2	Abs R3	Abs Promedio	Significancia.	C.V (%)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	NS	0.000
10	0.198	0.202	0.196	0.199	NS	1.538
20	0.394	0.390	0.393	0.392	NS	0.531
30	0.588	0.590	0.594	0.591	NS	0.517
40	0.732	0.719	0.711	0.721	NS	1.471
50	0.894	0.896	0.891	0.894	NS	0.282
R	0.998	0.998	0.997	0.998	NS	0.051
R ²	0.996	0.996	0.994	0.996	NS	0.103
Rodríguez et al. (2011)	R > 0.990	R > 0.990	R > 0.990	R > 0.990	NS	< 2%
Espinosa, Garzón y Medina. (2016).	y R ² > 0.980					

Linealidad.

La linealidad del método de cuantificación se encuentra evidenciado en la figura 8, donde se puede observar la curva de calibración promedio de ácido gálico producto de tres repeticiones con un valor R² de 0.996 y su ecuación de la recta dada por $y = 0.0178 x + 0.0208$. Esta ecuación fue de vital importancia para el cálculo de polifenoles totales en las absorbancias con las muestras.

La tabla 15 se encuentra representada por los datos de absorbancia, cantidad de ácido gálico recuperado, porcentaje de recuperación y coeficiente de variación en cada una de las concentraciones; además del coeficiente de variación y determinación para cada una de las curvas. Todos estos datos servirán como un comparativo para la validación de linealidad del método.

Tabla 15.

Criterios de aceptación para linealidad en validación del método Folin Ciocalteu.

Concentración (ppm)	Abs R1	Abs R2	Abs R3	Abs promedio	Cantidad recuperada (ppm)	% Recuperación	CV
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.198	0.202	0.196	0.199	9.933	99.333	1.538
20	0.394	0.390	0.393	0.392	19.617	98.083	0.531
30	0.588	0.590	0.594	0.591	29.533	98.444	0.517
40	0.732	0.719	0.711	0.721	39.600	99.000	1.471
50	0.894	0.896	0.891	0.894	49.648	99.296	0.282
R	0.998	0.997	0.997	0.998	-	-	0.103
R ²	0.996	0.996	0.994	0.996	-	-	0.051

Los valores de R y R2 para la curva promedio fueron de 0.998 y 0.996 respectivamente; mostrando una alta linealidad del método el cual concuerda con los límites mencionados por Espinosa et al. (2016), cuyos valores exigen un coeficiente de correlación R superior al 0.99 y coeficiente de determinación R2 mayor a 0.98.

Rodríguez et al. (2011), menciona que para la linealidad se deben considerar los valores del coeficiente de variación en cada nivel de concentración, los cuales deberán ser inferiores al 5%; dichos valores se adaptan a los requerimientos ya que el coeficiente de variación máximo reportado fue de 1.5 % en la concentración de 10ppm; estableciendo que todos los niveles presentan homogeneidad.

El porcentaje de recuperación de ácido gálico se tomó como un nuevo parámetro de linealidad; especificaciones establecidas por Rodríguez et al. (2011), mencionan que la cantidad de analito recuperada deberá estar entre el 97 a 103%; los datos obtenidos experimentalmente satisfacen el requerimiento ya que los datos de recuperación oscilan entre en 98.083% hasta 99.333% a concentraciones de 20ppm y 10ppm respectivamente; de esta manera se afirma que el aumento de la concentración no afecta la respuesta del método.

Exactitud.

Los criterios de exactitud coinciden con los requerimientos, en el que Espinoza et al. (2016), toma como referencia el porcentaje de recuperación de ácido gálico como único criterio de aceptación y cuyo límite deberá ser mayor al 97%; al tener valores de porcentaje de recuperación a partir del 98% como muestra la tabla 15, se cumple el requerimiento de exactitud.

Rodríguez et al. (2011), considera además del porcentaje de recuperación, otros criterios más de aceptación que son el coeficiente de correlación, determinación y variación menor al 3%. Experimentalmente los valores cumplen el requerimiento.

Repetibilidad.

El experimento se realizó, el mismo día, en el mismo equipo, por el mismo analista, mediante tres repeticiones. El único criterio de aceptación es el coeficiente de variación en el cual Rodríguez et al. (2011), y Espinosa et al. (2016), toman como límite un valor menor al 2%, experimentalmente el valor máximo fue de 1.538% por lo que el requerimiento de repetibilidad se cumple.

Una vez analizados todos los criterios y respectivo alcance, el método de cuantificación de polifenoles Folin Ciocalteu aplicado es válido, y aplicable al proceso de extracción requerido y posterior cuantificación.

4.1.2 EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE TANINOS.

Caracterización de la materia prima.

Se muestra en la tabla 16 el análisis proximal de polvo de tara (*Caesalpinia spinosa*) de donde se obtuvo el extracto tánico, el reporte realizado por el laboratorio lasa se puede observar en el anexo 4.

Tabla 16.
Análisis proximal polvo de tara (Caesalpinia spinosa)

Parámetro.	Unidad.	Resultado	Comparativo Perú (De la Cruz, 2004)	Diferencia porcentual.	Método de Ensayo.
Carbohidratos	%	84.10	83.56	0.54	Cálculo.
Cenizas.	%	4.00	3.05	0.95	PEELASA.FQ.10c Gravimetría.
Extracto etéreo.	%	0.40	0.97	0.57	Gravimetría.
Fibra bruta.	%	3.50	2.05	1.45	ICC STANDARD 113. Gravimetría.
Humedad.	%	8.70	10.44	1.74	PEELASA.FQ.10a Gravimetría.
Proteína.	%	2.80	1.98	0.82	PEELASA.FQ.11 Kjeldahl.
Taninos.	%	62.00	66	4	Folin Ciocalteu.

Los resultados en análisis proximal denotan porcentajes similares en análisis de polvo de tara de distinto origen, así; estudios realizados en Chile y Perú por Saavedra (2016) y De la Cruz (2004) respectivamente, muestran leves diferencias porcentuales con un máximo del 1% en cada uno de los parámetros exceptuando el contenido tánico, lo que denota que la materia procedente del cantón Urcuquí posee excelentes atributos de calidad

La diferencia en los resultados de las tres investigaciones radica en el porcentaje de taninos ya que la materia prima procedente de Urucuquí posee un 62%, la tara chilena un 64% y la tara del Perú un 66%. Los porcentajes en contenido de taninos y variación se debe a la localización geográfica de la materia prima, y en el caso del Perú al manejo de variedades mejoradas, considerando que cubre alrededor del 90% de las exportaciones de polvo de *Caesalpinia spinosa* a nivel mundial (León, 2018).

Localización obtención materia prima.

Se trabajó con materia prima procedente de micro nichos de guarango del cantón Urucuquí, parroquia de Tumbabiro. La figura 9 muestra la localización exacta de donde se obtuvo la materia prima; cuyas coordenadas geográficas son 0°27'32.0"N 78°11'39.0"W.



Figura 8. Localización obtención materia prima.

Se consideró este sitio geográfico en base a los estudios realizados por Játiva (2011) donde se evaluó el potencial agroindustrial de la tara; para esta localidad se obtuvieron los mejores resultados de concentración de taninos a nivel nacional.

Porcentaje de recuperación en extracción de taninos mediante extracción asistida por ultrasonido.

Los resultados del proceso de extracción asistida por ultrasonido se muestran en la tabla 17 donde se detalla el tiempo total hasta obtener en porcentaje de extracción de ácido gálico, un valor aproximado al 100%, tomando como referencia el 62% de contenido tánico a partir de los reportes mencionados por Játiva (2011). Para ello se consideraron los siguientes parámetros: lectura de absorbancia a 760 nm por espectrofotometría, concentración del componente en ppm, factor de dilución que permita entrar en el rango de lectura en la curva de calibración para cuantificación, rendimiento en mg/g de ácido gálico producto de cada extracción y finalmente el coeficiente de variación. Los valores de porcentaje de recuperación para cada extracción se muestran en el anexo 5.

Cabe mencionar que seguido del proceso de extracción por ultrasonido está el proceso de centrifugación el cual permite separar la materia insoluble del extracto tánico obtenido.

Tabla 17.

Cuantificación proceso de extracción de taninos por ultrasonido.

Tiempo (h)	Abs Promedio	Rendimiento (Mg Tan/gMs)	Porcentaje de extracción.	C.V (%)
2	0.65	540.61	86.89	0.24
3	0.69	577.46	92.82	0.28
4	0.72	601.28	96.65	1.37
6	0.74	615.65	98.96	1.87
8	0.74	622.12	100.00	1.83

Los resultados muestran que para llegar al valor teórico total de extracción por ultrasonido, se necesitan 8 horas, cuantificando un rendimiento en peso de 622.12mg de tanino por gramo de muestra; dicho dato de manera porcentual representa el 62.12% en rendimiento. Estos valores concuerdan a los resultados obtenidos por Játiva (2011) quien reporta un rendimiento del 62% de taninos.

Arguello y Saltos (2017, pág. 45), mencionan que “De la molienda de la cáscara se obtiene una harina de color amarillo claro, con un contenido aproximado de taninos de 40-60%. Esta

harina es el primer producto comercial de exportación”; dichos valores se muestran acorde a los datos de en la tabla 17 del 62.12% en contenido tánico.

Comparado con estudios realizados en el Perú por Taninos Tripod (2010), se denota cierta diferencia ya que el autor reporta valores que van desde el 66 al 72%; estas diferencias se deben a que en el país vecino ha profundizado el estudio de esta materia prima además de inversión en temas de mejora genética para potencializar el cultivo de manera intensiva, más no de manera silvestre como se da en el Ecuador.

A continuación la figura 10, muestra la cinética del proceso de extracción, a partir de las variables tiempo, rendimiento y porcentaje de extracción.

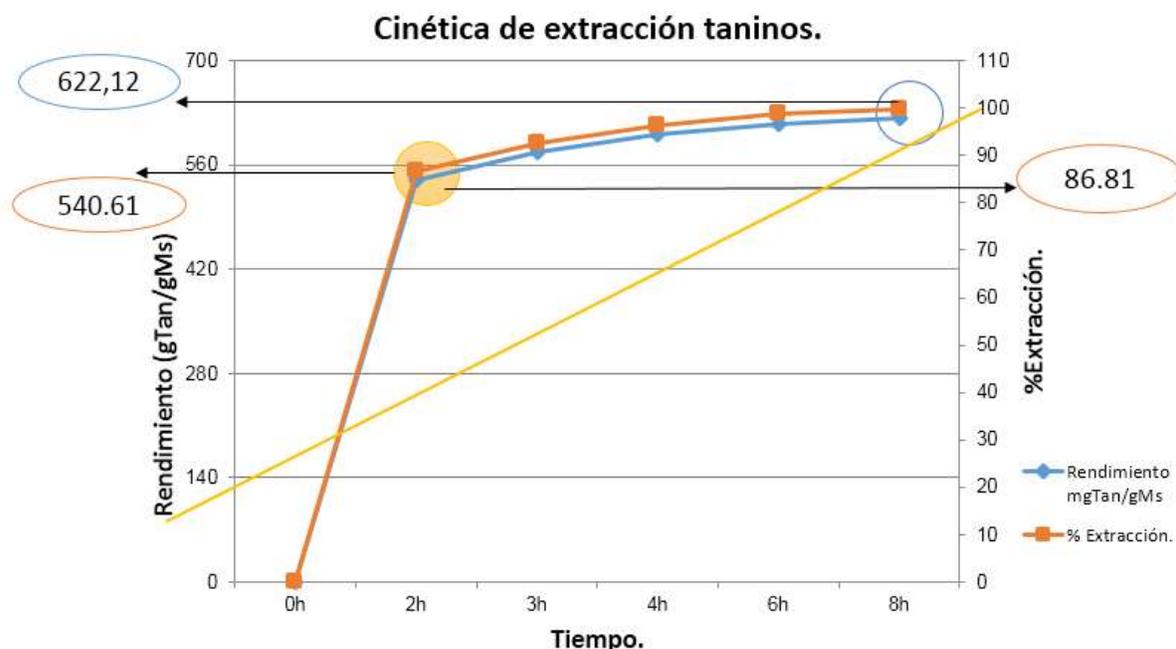


Figura 9. Cinética de extracción (tiempo - porcentaje de extracción - rendimiento).

La relación a partir de la cinética de extracción establece que a las dos primeras horas el rendimiento y porcentaje de extracción es el máximo al llegar al 86.90% del contenido teórico de taninos de 622gTan/gMs en relación masa/masa mencionado por (Játiva, 2011), reportando un total de 540.61mg Tan/gMs. Dicho valor representan el 54% de rendimiento en peso, concordando de esta manera a los resultados obtenidos por Gaidau, Simoni, Doina, Paun y

Pospecu (2014), el cual concluye que la influencia del tiempo de ultrasonido para una mayor concentración en sustancia seca y tanino se dan a las dos horas de extracción.

Caracterización extracto obtenido.

La tabla 18 reporta la caracterización del extracto tánico obtenido en el proceso de extracción por ultrasonido en comparación al extracto comercial. El sustento de dicho reporte por parte del Laboratorio Lasa se detalla en el anexo 6.

Tabla 18.

Comparativo de extracto tánico obtenido.

Parámetro.	Método.	Unidad.	Resultado.	Comparativo (QIN Extracto de Tara)	Diferencia.
Color.	Tabla munsell	N.A	Amarillo 6/8	Beige.	No aplica.
pH.	PEE.LASA.FQ.10 ^a	Unidades pH	3.43	3.50	0.07
Taninos.	Folin Ciocalteu.	%	54.00	>50.00	4.00
No taninos.	Cálculo	%	20.00	20.00	0.00
Sustancias insolubles.	Gravimétrico LASA	%	22.00	20.00	2.00
Cenizas	PEE.LASA.FQ.10c	%	4.00	5.00	1.00

El extracto obtenido previo al proceso de centrifugación reporta valores similares en todos los parámetros al comparativo comercial QUIN Extracto de Tara (2018), de esta manera se garantiza la calidad del mismo y eficiencia para uso en procesos de curtiembre.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio LASA el cual cuenta con acreditación del Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE y certificación ISO 17025 para laboratorios de ensayo y calibración.

El extracto obtenido es un concentrado puramente tánico como sustancia activa, con su respectivo grado de acidez.

4.2 DETERMINACIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO DE TRES CONCENTRACIONES DIFERENTES DE TANINOS, EN EL CURTIDO DE PIELES DE CONEJO PARA PELETERÍA.

La tabla 19 muestra los resultados del ADEVA y prueba Tukey para los factores en estudio, a través del análisis en variables de tiempo de curtición y temperatura de contracción, fundamentales para la selección del mejor tratamiento.

Tabla 19.
Evaluación tiempo de curtición y temperatura de contracción.

Variable	Porcentaje Tanino.			Sign	C.V (%)
	10%	15%	20%		
Tiempo de curtición (h)	7:40 (C)	5:45 (B)	4:55 (A)	**	3.15
Temperatura de contracción (°C)	66.44 (A)	71.89 (B)	75.67 (C)	**	1.10
Variable.	Niveles de pH			Sign	C.V (%)
	3	4	5		
Tiempo de curtición (h)	6:06 (A)	6:08 (A)	6:03 (A)	NS	3.15
Temperatura de contracción (°C)	71.00 (A)	71.33 (A)	71.67 (A)	NS	1.10

Seguidamente se detalla a continuación en tabla 20 los valores de tiempo de curtición y temperatura de contracción en cada uno de los tratamientos a partir de la interacción de factores en la que se establecen rangos de clasificación para determinar los mejores tratamientos.

El detalle del análisis estadístico del que se derivan los valores de las medias para cada nivel en los factores de estudio se muestra para tiempo de curtición en anexo 7 y temperatura de contracción en anexo 8 respectivamente.

Tabla 20.

Prueba tukey interacción de factores en tiempo de curtición y temperatura de contracción para cada tratamiento.

Concentración (%)	Nivel de pH.	Tratamiento.	Tiempo de curtición (h).	de Temperatura de contracción (°C).
10	3	T1	7:40 (C)	66.00 (A)
10	4	T2	7:45 (C)	66.33 (A)
10	5	T3	7:34 (C)	67.00 (A)
15	3	T4	5:45 (B)	72.33 (B)
15	4	T5	5:40 (B)	71.67 (B)
15	5	T6	5:45 (B)	71.67 (B)
20	3	T7	5:00 (A)	75.67 (C)
20	4	T8	4:55 (A)	75.00 (C)
20	5	T9	4:40 (A)	76.33 (C)
Requerimiento.			No aplica.	75°C (IULTCS/IUP16, 2002)

4.2.1 TIEMPO DE PENETRACIÓN DEL AGENTE CURTIENTE EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

Los resultados en la tabla 19 muestran diferencias no significativas para el factor pH; por lo tanto los niveles evaluados no influyen en el tiempo de curtición de las pieles para cada uno de los tratamientos. Dicha afirmación se fundamenta a estudios realizados por CUERONET (2008), en la cual se menciona que la verdadera función del pH es ayudar a la fijación de los taninos en la piel; por su parte Rojas (2000), establece un intervalo entre 1-9 para que la

fijación se lleve a cabo, y describe que los valores de operación dentro de este rango tendrán una relación directa en términos de calidad de la piel, más no al tiempo de curtición.

Los resultados para el factor de concentración tánica, reportaron diferencias significativas, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa; es decir la concentración tiene gran influencia en el tiempo de curtición para cada uno de los tratamientos, lo cual coincide a lo establecido por Rojas (2000), el cual describe que a mayor concentración en los baños curtientes, el equilibrio se desplaza rápidamente hacia la fase sólida y se necesita menor tiempo. Guaminga (2011), refiere el mismo principio de difusión, agregando que una excesiva concentración, puede generar una sobresaturación de la flor y deshidratación del cuero. Por su parte Pacsi (2016), aporta que la temperatura juega un papel importante y su ausencia deberá ser compensada por una curtición prolongada; en el caso de la investigación se trabajó a temperatura ambiente ya que los equipos utilizados, no permiten controlar dicho parámetro de proceso.

En referencia a la interacción (Tabla 20), de la concentración tánica y el pH en los tratamientos, se reportaron inferiores tiempos de curtición para T7:5:00h, T8: 4:55h y T9:4:50h, a partir de similitud estadística de rango (C). La figura 11, mediante un gráfico de barras muestra de manera clara dicha similitud de rango para los tratamientos mencionados; los cuales referencian al 20% de concentración tánica, independientemente del nivel de pH.

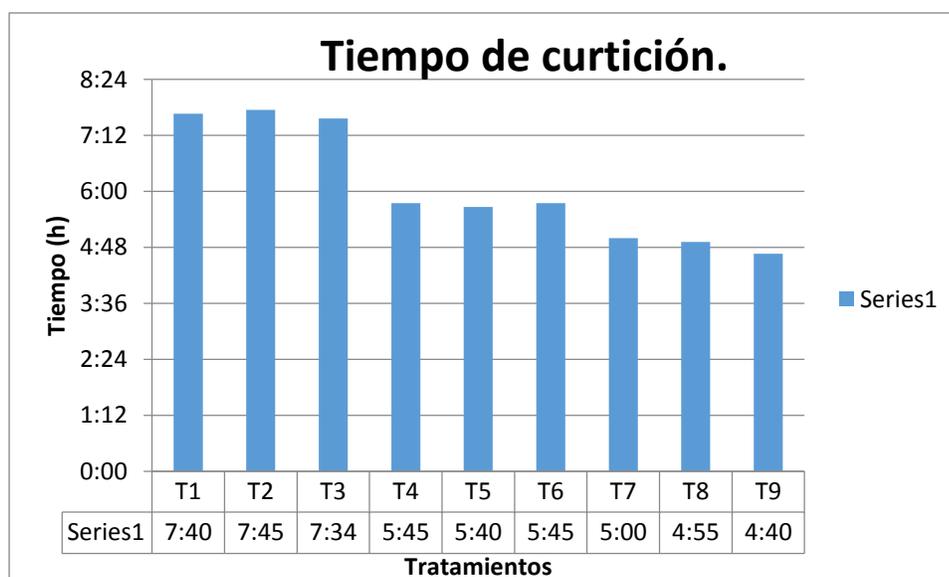


Figura 10. Comportamiento interacción de factores en tiempo de curtición para cada uno de los tratamientos.

El menor tiempo de curtición a partir del 20% de concentración tánica comparado a los que ofrece el 10 y 15%, permite trabajar un mayor número de lotes y optimizar el proceso mediante el uso del equipo en operaciones posteriores como engrase y tintura, en base a la diferencia de tiempo de curtición entre una concentración a otra.

4.2.2 TEMPERATURA DE CONTRACCIÓN.

La variable temperatura de contracción es de vital importancia; dichos valores establecen la estabilidad de la piel curtida y su influencia en parámetros de calidad. Los resultados de la tabla 19, reportan diferencias significativas para el factor concentración de taninos y diferencias no significativas para el factor niveles de pH. Estableciendo que a mayor concentración tánica mayor temperatura de contracción.

Analizando los reportes de interacción de factores en tabla 20, los tratamientos T7:75.67°C, T8:75.00°C y T9:76.33°C alcanzan temperaturas superiores al resto, a partir de rango (C) que los hace estadísticamente similares y así lo denota la figura 12, en el cual las mejores valoraciones de estabilidad térmica coinciden a la asignación de menores tiempos de curtición; estableciéndose así como los mejores tratamientos T7, T8 y T9, para una concentración tánica del 20% independientemente del nivel de pH 3,4 o 5.

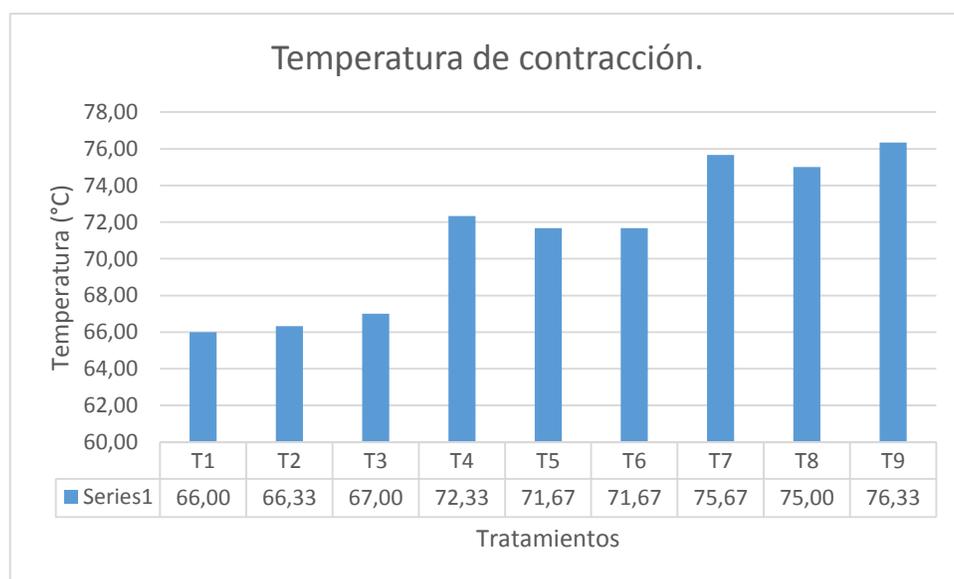


Figura 11. Comportamiento interacción de factores en temperatura de contracción para cada uno de los tratamientos.

Los límites de calidad internacional establecidos por la Unión Internacional de Asociaciones de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero (IULTCS) y su comisión IUP de procedimientos para ensayos físicos, manifiestan para el ensayo de temperatura de contracción en su normativa IULTCS/IUP16 (2002), un límite de calidad mínimo de 75 °C, por su parte Zalacain (2001) menciona que los valores de temperatura de contracción para pieles curtidas con *Caesalpinia spinosa* se encuentran en un rango de 75-77 °C.

Los mejores tratamientos T7, T8 y T9, cumplen los requerimientos IUP y entran en el rango de temperaturas para pieles curtidas con tara.

Aseveraciones realizadas por Kuria, Ombui, Oyunka, Sasia, Kipyegon, Kaimenyi, y Ngugi (2016), sustentan la importancia de esta variable de evaluación; los autores mencionan que la temperatura de contracción proporciona información sobre el grado de curtición, donde a mayor temperatura mayor estabilidad del cuero. Vera y Ceirano (2002) aluden que los valores dependerán además del tipo agente curtiente y el tratamiento recibido, el cual evidentemente fue eficiente.

Una baja estabilidad proteica según Hidalgo (2016), es un indicativo de una escasa cantidad de agente curtiente, insuficiente penetración, y deficiente reticulación, evidenciado en la baja calidad del producto final. En base a dicha afirmación se establece que la concentración tánica del 20% fue ideal al proceso de curtición, los taninos penetraron eficientemente las fibras de colágeno haciéndola irreversible, de estructura estable, resistente, maleable e ideal para su aprovechamiento en diversos artículos peleteros, además de presentar un menor tiempo de penetración del agente activo que permita optimizar el proceso mediante un agente curtiente amigable al medio ambiente y salud ocupacional de las personas que se desenvuelven en este campo laboral.

4.3 EVALUACIÓN DE CALIDAD FÍSICA EN PIELES CURTIDAS CON LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Los resultados del ADEVA y pruebas tukey en evaluación de calidad física a partir de pruebas de resistencia a la tracción, flexión, desgarró y elongación al rompimiento en pieles curtidas de conejo rex para peletería se muestran a continuación.

La tabla 21 representa los resultados del análisis estadístico del ADEVA y prueba Tukey para el factor (A) concentración de taninos, mientras que la tabla 22 para el factor (B) niveles de pH.

Tabla 21.

Evaluación de factor concentración de taninos en características físicas de pieles curtidas de conejo.

Variable	Porcentaje Tanino.			Sign	C.V (%)
	10%	15%	20%		
R. Tracción (N/mm²)	6.39 (A)	11.59 (B)	16.65 (C)	**	4.83
Elongación (%)	33.80 (A)	40.26 (B)	42.43 (C)	**	2.87
R. Flexión (ciclos)	19888.89 (A)	19933.33 (B)	20000 (C)	NS	1.06
R. Desgarro (N)	16.08 (A)	15.62 (A)	27.61 (B)	**	2.37

Tabla 22.

Evaluación de factor niveles de pH en características físicas de pieles curtidas de conejo.

Variable	Niveles de pH			Sign	C.V (%)
	3	4	5		
R. Tracción (N/mm²)	11.37 (A)	11.61 (A)	11.65 (A)	NS	4.83
Elongación (%)	37.81 (A)	39.20 (B)	39.48 (B)	**	2.87
R. Flexión (ciclos)	19888.89 (A)	19933.33 (A)	20000 (A)	NS	1.06
R. Desgarro (N)	22.98 (C)	17.64 (A)	18.69 (B)	**	2.37

El análisis de influencia e interacción entre factores de estudio para cada uno de los tratamientos se detalla a continuación en la tabla 23; misma que consta de las valoraciones

físicas respectivas y su comparativo a los requerimientos de calidad que establece la Unión Internacional de Asociaciones de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero (IULTCS) y su comisión IUP de procedimientos para ensayos físicos.

Los detalles del análisis estadístico del cual se derivan los valores de las medias y significancia o no de los factores estudiados en cada uno de sus niveles para las respectivas variables físicas, se detallan en anexo 10 para resistencia a la tracción, anexo 11 elongación al rompimiento, anexo 12 resistencia a la flexión y anexo 13 resistencia al desgarre.

Tabla 23.

Prueba tukey interacción de factores en evaluación de calidad física para cada tratamiento.

Concentración (%)	Nivel de pH.	Tratamiento	Tracción (N/mm ²).	Elongación (%).	Flexión (ciclos).	Desgarre (N).
10	3	T1	5.79 (A)	33.83 (A)	19666 (A)	12.25 (A)
10	4	T2	6.87 (A)	33.53 (A)	20000 (A)	12.74 (A)
10	5	T3	6.52 (A)	34.03 (A)	20000 (A)	14.21 (B)
15	3	T4	11.66(B)	38.14 (B)	20000 (A)	14.41 (B)
15	4	T5	11.24(B)	41.21 (BC)	19800 (A)	19.91 (C)
15	5	T6	11.88(B)	41.43 (C)	20000 (A)	21.57 (D)
20	3	T7	16.67(C)	41.46 (C)	20000 (A)	27.45 (E)
20	4	T8	16.85(C)	42.87 (C)	20000 (A)	27.45 (E)
20	5	T9	16.43(C)	42.97 (C)	20000 (A)	27.94 (E)
Límite de calidad.			15N/mm ² IULTCS/ IUP 6 (2011).	40% IULTCS/ IUP 6 (2011).	20000 cicl IULTCS/ IUP 20 (2017).	20 N IULTCS/ IUP 8 (2016).

4.3.1 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.

Los reportes del ADEVA y prueba tukey para cada uno de los factores, presentan un nivel de confianza del 95% y coeficiente de variación del 3.92%.

En lo referente a las factores evaluados en pruebas de tracción cuantificadas en N/mm^2 , se denota diferencias no significativas en pH por lo tanto; los niveles de pH no afectan directamente a los valores de tracción en los diferentes tratamientos; todo lo contrario para el factor de concentración de taninos, cuyas diferencias son altamente significativas y los niveles estudiados de 10, 15 y 20% tienen gran influencia en las medidas de tracción, estableciendo a mayor concentración mayor resistencia a la tracción, siendo el 20% ($16.65N/mm^2$) la mejor valoración. Aseveraciones que tienen su fundamento en base a lo mencionado por Kuria et al. (2016), el autor en su investigación coincide en que las medidas de resistencia a la tracción en cualquier tipo de cuero dependen del origen de la materia prima del tanino utilizado y niveles de aplicación. Cabe mencionar que las concentraciones tánicas tienen un límite ya que puede generarse una sobresaturación que lleva a una deficiente curtición y baja resistencia en tracción; así, la relación de proporcionalidad directa cambiará una vez alcanzado el límite de aceptación de tanino por parte de la piel. Investigaciones realizadas por Hidalgo (2016), concluyen que al curtir mediante extractos tánicos se aprecian respuestas más altas de tracción, esto se debe a que el tanino es más concentrado y tiene menos impurezas que dificulten la penetración, y fijación en zonas interfibrilares de la piel; por lo tanto, la capacidad de curtición es mayor, brindando al cuero mejores características de resistencia, textura y cuerpo.

En lo referente al pH Kuria et al. (2015), menciona que se pueden generar pequeñas variaciones en resistencia a la tracción debido al grosor de la piel, la cual está directamente relacionada a la acidez de los baños curtientes, donde soluciones muy ácidas y bajos contenidos de sal provocan rellenos excesivos en los cueros. Evidentemente las variaciones generadas en el grosor de la piel producto de la influencia de los niveles de pH no fueron significativas para las medidas de resistencia a la tracción. Si bien trabajar con pH muy ácidos generaría una alta resistencia, esto podría ser contradictorio ya que una excesiva rigidez en el cuero, denota deficiencias en el resto de características.

El análisis de interacción de factores para los tratamientos en tabla 24, denota similitud estadística para letras iguales, donde; numéricamente los valores representados por la letra C para los tratamientos T7: 16.67N/mm², T8: 16.85N/mm² y T9: 16.43N/mm² presentan una mayor resistencia a la tracción, y en consecuencia responden a las mejores valoraciones. La figura 13 muestra de manera clara la similitud de rangos entre los tratamientos mencionados.

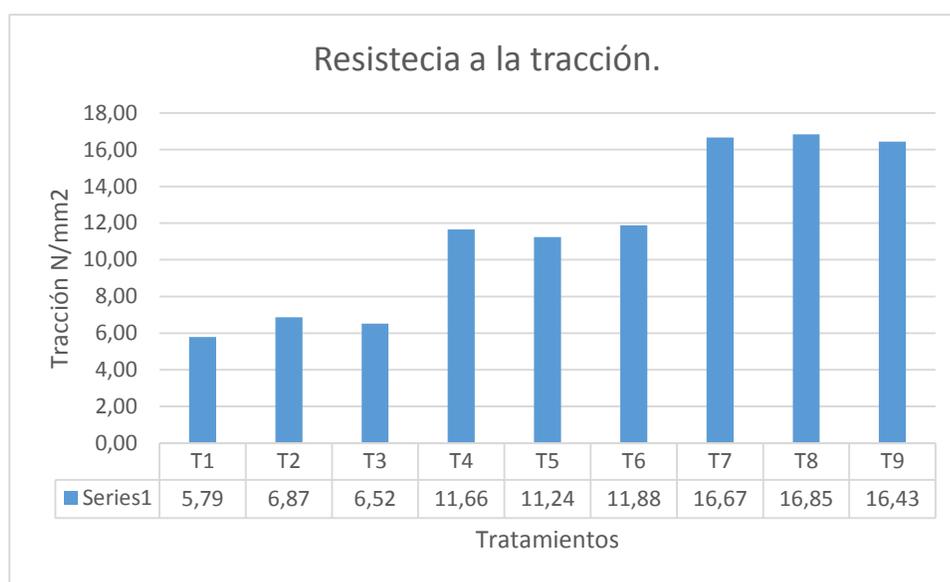


Figura 12. Comportamiento interacción de factores en resistencia a la tracción para cada uno de los tratamientos.

Los límites de calidad internacionales establecidos por la Unión Internacional de Asociaciones de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero (IULTCS) y su comisión IUP de procedimientos para ensayos físicos, establece para el ensayo de tracción en su normativa IULTCS/IUP6 (2011), un límite de calidad de 15N/mm²; esta referencia cumple los valores de tracción en los tratamientos T7, T8 y T9 cuya concentración tánica es del 20% independientemente del pH ya que estadísticamente son iguales. Dichos tratamientos comparados a los datos de tracción obtenidos por Villa (2016) de 14.18 N/mm² en curtición de pieles de conejo mediante extracto tánico mimosa (*Acacia dealbata*), se muestran superiores, y así lo confirma Guaminga (2016), quien obtiene diferencias significativas al comparar los dos extractos vegetales en curtición de pieles caprinas. Analizando la curtición química por sales de cromo el valor de tracción obtenido por Taha, Samia y Nasr (2016), fue de 12.17N/mm²

que comparado al límite de calidad de 15N/mm² es deficiente al no llegar al requerimiento. Cabe mencionar que la curtición vegetal es mucho más amigable al medio ambiente.

4.3.2 ELONGACIÓN AL ROMPIMIENTO.

Los datos reportados del ADEVA y prueba tukey en las tablas 22 y 23 para cada uno de los factores, presentan un nivel de confianza del 95% y coeficiente de variación del 2.87%. Los resultados para análisis de elongación al rompimiento, reportan diferencias altamente significativas ($P > 0.05$) para cada uno de los factores en estudio y su interacción. Por lo tanto los niveles de concentración de taninos (10, 15, 20 %) y pH (3, 4, 5) influyen de manera significativa en el porcentaje de elongación para cada uno de los tratamientos.

En referencia al factor concentración de taninos tabla 22, se reportan rangos con letras distintas para cada nivel, haciendo que la influencia en el porcentaje de elongación sea estadísticamente diferente de un nivel a otro. Para la selección del mejor nivel de concentración, se tomó como referencia el valor de las medias y se eligió el nivel que brinda un mayor porcentaje de elongación, correspondiente 20% con una elongación de 42.43%.

Para el factor niveles de pH tabla 23, los rangos de clasificación por sus letras reportan, la menor medida de elongación (A) a pH 3: 37.81% y similitud estadística entre pH4:39.20% y pH5:39.48 a partir de rango (B).

Los resultados de interacción concentración – pH en la tabla 24, evidencian similitud de rangos para los tratamientos que comparten una misma letra. Los valores de las medias y la asignación de rangos, en figura 14 denotan un mayor porcentaje de elongación para T6, T7, T8 y T9 estableciendo que a medida que aumenta la concentración mejora el nivel de elongación a los pH evaluados, adaptándose mejor a un nivel entre 4 y 5.

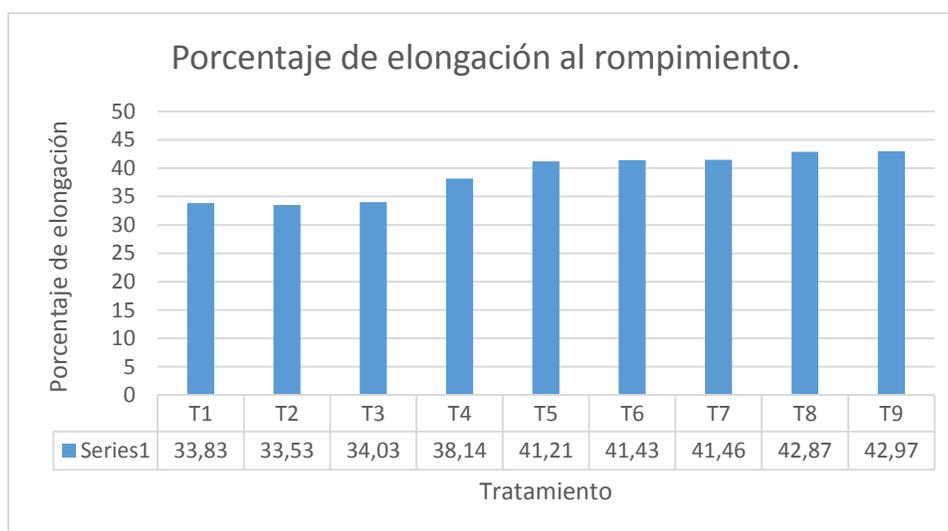


Figura 13. Comportamiento interacción de factores en elongación al rompimiento para cada uno de los tratamientos.

La afirmación obtenida en el trabajo sobre el comportamiento de la concentración de taninos se sustenta en base a los estudios realizados por Kuria et al. (2016), el cual menciona que una mayor resistencia a la tracción, permite obtener cueros con una mejor elongación y viceversa. Dicho enunciado, respalda los datos obtenidos en análisis de elongación y tracción donde el valor de las medias en las dos características mejora a medida que la concentración aumenta.

En lo que concierne al pH Porcel (2016), denota que el grado de acidez en los baños es muy importante, baños muy ácidos brindan cueros resistentes pero demasiado rígidos. La característica de alta rigidez, hace que la piel sea poco flexible y tenga una baja elongación, por su parte Örk, Özgünay, Mete y Öndoğan (2014), recomienda trabajar a un valor de pH entre 4-6 en el cual el tanino está en su punto isoeléctrico y puede penetrar bien la piel, mientras que Porcel (2016) trabaja el baño a un pH entre 4,5 y 5. Las condiciones de establecidas en la investigación como mejor valor de elongación para los límites de pH entre 4 y 5, entran en los rangos de trabajo recomendados por los autores.

La Unión Internacional de Asociaciones de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero (IULTCS) y su comisión IUP de procedimientos para ensayos físicos, establece para el ensayo de elongación al rompimiento en su normativa IULTCS/IUP6 (2011), un límite de calidad para extensibilidad del 40%. Los datos obtenidos en el análisis muestran, el cumplimiento a los requerimientos con su respectivo porcentaje de elongación para los tratamientos (T5:41.21%), (T6:41,43%), (T7:41.46%), (T8:42.87%) y (T9:42.97%) en el cual T6, T7, T8 y T9 muestran igualdad estadística al compartir un rango de letra común (C).

Haciendo un comparativo de datos obtenidos por Taha et al. (2016), mediante curtición al cromo, en diferentes razas de conejos; se reportan diferencias no significativas en los ensayos

físicos de calidad del cuero entre razas, y un valor de elongación promedio de 47.86% el cual es mayor a los datos de elongación de los mejores tratamientos T7, T8 y T9 debido a que una de las características de la curtición vegetal es proporcionar cueros más llenos y rígidos en comparación al curtido por cromo, sin embargo los valores de elongación a pesar de ser inferiores al comparativo químico, cumplen el requerimiento del 40% en porcentaje de elongación que exige la normativa. De esta manera se comprueba que la curtición vegetal por extracto tánico de *Caesalpinia spinosa* fue eficiente. La diferencia radica en las características propias del cuero que otorga el agente vegetal.

(Conorzio Vera Pelle Italiana Conciata al Vegetale, 2019), empresa líder a nivel mundial en línea de curtidos vegetales describe que las pieles que se someten a este tipo de curtición adquieren características de naturalidad y vida propia al producto con su aroma y tonos cálidos que cambian con el tiempo, se envejecen y no se estropean.

4.3.3 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

Los datos de reporte del ADEVA y prueba tukey en tablas 22 y 23 al evaluar los factores, presentan un nivel de confianza del 95% y coeficiente de variación del 1.06%.

Los resultados para los dos factores en estudio presentan diferencias no significativas, por lo tanto los niveles pH (3, 4, 5) y concentraciones de taninos (10, 15 ,20%) evaluados, no influyen significativamente para los valores de resistencia a la flexión en cueros de conejo para peletería. Dicha afirmación se fundamenta a las aseveraciones realizadas por Latorre (2012), el cual menciona que las características de suavidad y flexibilidad del cuero están directamente relacionadas a la etapa de engrase. En base a ello Churata (2003), refiere que todo tipo de cuero post etapa de curtición al secarse, carece totalmente de flexibilidad ya que las fibras tienen una deficiente capacidad de desplazamiento entre ellas, donde la función del engrase mediante la lubricación de la piel, hace que estas fibras empiecen a separarse dotando al cuero de suavidad y flexión.

Investigaciones realizadas por Kuria et al. (2016), en el que se compara varias fuentes vegetales para la obtención de taninos en procesos de curtiembre de lo cual reportan resultados similares al obtener diferencias no significativas de los extractos tánicos en análisis de flexión.

De igual forma Dávalos (2004), evaluando diferentes dosis de curtiente mineral cromo, reporta diferencias no significativas para pruebas de flexión. De esta manera se comprueba que tanto la curtición vegetal como la mineral no influyen en las características de flexión y así lo establece Latorre (2012), el cual para análisis de características de flexión en pieles de ovinos evalúa diferentes dosis de engrasantes más no de agentes curtientes.

(Kuria et al. 2016), refiere que el análisis de flexión es un parámetro de calidad importante a analizar en cueros destinados a la elaboración, zapatos, plantillas y marroquerías, ya que son artículos que estarán constantemente expuestos a flexión; lo cual coincide a la aplicación que se tiene pensado destinar las pieles de conejo, siendo este un análisis de calidad muy necesario.

Los reportes del valor de las medias de flexión en tabla 24, se compararon con los requerimientos de calidad por parte de la Unión Internacional de Asociaciones de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero (IULTCS) y su comisión IUP de procedimientos para ensayos físicos, en su normativa IULTCS/IUP20 (2017), la cual exige un límite mínimo de calidad de 20000 flexiones en el que el cuero no sufre ningún tipo de alteraciones como desprendimiento de la flor, fisuras, cambios de tonalidad y resquebrajamiento. Los tratamientos que pasaron la prueba sin sufrir cambios finalizadas las 20000 flexiones fueron T2, T3, T4, T6, T7, T8 y T9 a excepción de T1 y T5.

Se asume que la razón de tener valores de flexión estadísticamente iguales, como se observa en la figura 15 al estar todos los tratamientos a un mismo nivel, se debe a que se trabajó con el mismo engrasante de tipo sulfonado, igual tiempo de rotación en bombo y concentración estándar para todos los tratamientos.

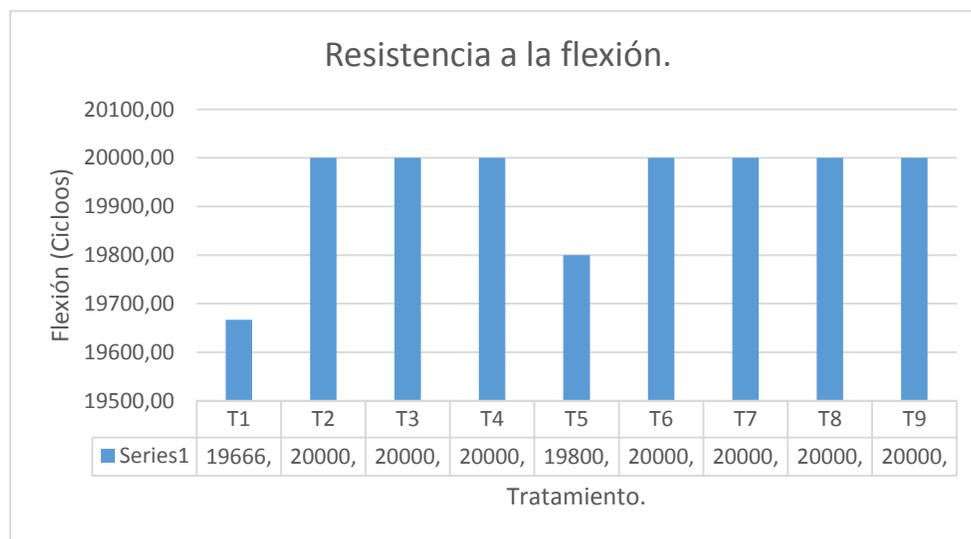


Figura 14. Comportamiento interacción de factores en resistencia a la flexión para cada uno de los tratamientos.

En el caso de T1 y T5 los valores de flexión se acercaron al límite de 20000 flexiones, pero no fueron suficientes para cumplir la prueba, pesar de su similitud estadística; por lo que se infiere que la causa de este resultado se debe a una mala toma de las muestras analizadas en triplicado para los tratamientos mencionados.

4.3.4 RESISTENCIA AL DESGARRE.

Los resultados del reporte en cada uno de los tratamientos para resistencia al desgarre del que se deriva el análisis estadístico a partir del ADEVA y prueba tukey en tablas 22 y 23 a un nivel de confianza del 95% y coeficiente de variación de 2.37%, se detalla en anexo el 14.

El análisis estadístico reporta diferencias significativas en cada uno de los factores en el cual la concentración de taninos y los niveles de pH evaluados tienen una gran influencia en los valores de resistencia al desgarre.

En lo referente al factor concentración de taninos, se establecen valores estadísticamente iguales por similitud de rango (A) para las concentraciones del 10 y 15%, mientras que para el 20% correspondiente al rango (B), se denota el valor más alto de 27.61 N. De esta manera se establece que a mayor concentración de taninos mejora la resistencia al desgarro; así lo afirman en sus trabajos Pacsi (2016), al curtir pieles de alpaca a partir de extracto de Chirca Blanca (*Baccharis Dracunculifolia*) y Puente (2018), al curtir pieles de ovino con guaranga (*Caesalpinia spinosa*). Independientemente del tipo de piel a curtir, el comportamiento de la concentración del extracto vegetal en resistencia al desgarre es el mismo; las variaciones de calidad se pueden generar al comparar diferentes tipos de extractos a las mismas condiciones de operación; así lo establece Kuria et al. (2016), el cual al evaluar cuatro tipos de extractos curtiéntes provenientes de diferentes materias primas trabajando a una misma concentración,

obtiene diferencias significativas en valores de resistencia para esta variable, por las características químicas del extracto.

Para el factor niveles de pH se reporta una mayor resistencia al desgarre de 22.98N a pH 3 correspondiente al rango (C), mientras que para pH 4 y 5 los valores son similares. Por lo tanto mientras más ácido es el pH, mayor es la resistencia al desgarre.

(Pacsi, 2016), contextualiza que se pueden generar diferencias en resistencia al desgarre a partir del grosor de la piel del animal. Esta afirmación del grosor de la piel tiene que ver mucho con la edad; para la investigación se consideró este aspecto y se trabajó con pieles de conejo rex de 8-9 meses, por lo que esta no sería una razón valedera que explique la variación en medidas de resistencia al desgare. En base a lo mencionado, se toma como referencia lo establecido por Kuria et al. (2016), el cual relaciona el grosor de la piel con la acidez de la solución curtiente, donde; soluciones ácidas generan hinchamiento y mayor relleno del cuero, motivo por el cual a un nivel de pH 3 la resistencia al desgarre fue mayor, comparado a pH 4 y 5.

Para finalizar el análisis se evaluó la interacción de factores para cada uno de los tratamientos; cuyo rango de clasificación (E), representan los valores más altos en medidas de resistencia al desgarre y por ende refieren a los mejores tratamientos, como muestra la figura 16. Estos son: T7:27.45 N, T8: 27.94 N y T9:27.45 N. Los tres tratamientos responden a un porcentaje de concentración del 20% de taninos y niveles de pH de 3, 4 y 5 respectivamente.

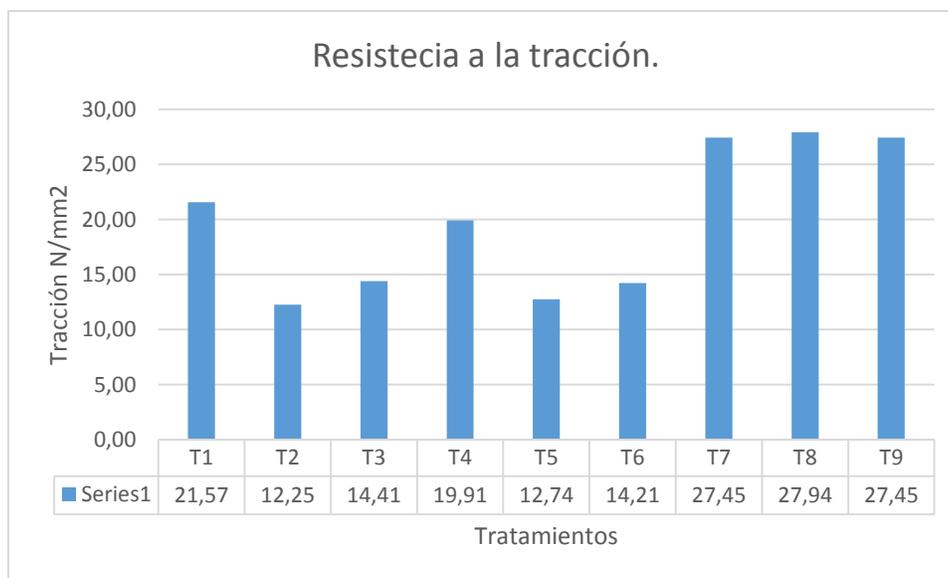


Figura 15. Comportamiento interacción de factores en resistencia al desgarre para cada uno de los tratamientos.

Los tres tratamientos seleccionados como los mejores y comparados a los requerimientos de la Unión Internacional de Asociaciones de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero (IULTCS) y su comisión IUP de procedimientos para ensayos físicos, en su normativa IULTCS/IUP8 (2016) establecen un valor de 20 N, en el cual T7, T8 y T9, superan ampliamente el límite de calidad. Al comparar los resultados obtenidos a las investigaciones realizadas por Rueda, Chinchilla y Gabet (2004), en curtición de pieles de conejo por sales de cromo tenemos en su mejor tratamiento un valor de 28.66N, similar a los obtenidos en T8; numéricamente la valoración más alta de 27.94 N. De esta manera se verifica la eficiencia del extracto tánico de tara en términos de calidad y en comparación al método químico.

4.3.5 COMPENDIO DE RESULTADOS EN PRUEBAS DE CALIDAD FÍSICA.

Finalizada la evaluación física, se procede a realizar en tabla 24 un compendio de todos los tratamientos, y el grado total de cumplimiento o no cumplimiento a los parámetros de calidad.

Tabla 24.

Compendio esquemático de resultados en pruebas de calidad física.

Trat/Prueba	R. Tracción	Elongación	R. Flexión	R. Desgarre	Cumpl e	No cumple
T1	X	X	X	O		
T2	X	X	O	X		
T3	X	X	O	X		
T4	X	X	O	X		
T5	X	O	X	X		
T6	X	O	O	X		
T7	O	O	O	O		

T8	O	O	O	O	
T9	O	O	O	O	

O: Satisface el requerimiento.

X: No satisface el requerimiento.

Los reportes establecen para los mejores tratamientos T7, T8 y T9 el cumplimiento total del requerimiento de calidad física en todas las pruebas. Sus factores de representación son:

T7: Concentración de taninos 20% - Nivel de pH 3.

T8: Concentración de taninos 20% - Nivel de pH 4

T9: Concentración de taninos 20% - Nivel de pH 5

4.3.6 ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA CONFECCIÓN.

Las pieles curtidas serán destinadas a cierto tipo de aplicación como valor agregado, la tabla 25 representa los estándares de calidad en pruebas físicas para línea de calzado, prendas de vestir y estándar general en el que se incluyen artículos de marroquería.

Tabla 25.

Estándares de calidad para confección.

Prueba.	Resultado	Calzado.	Prendas de vestir.	Estándar general.
R. Tracción (N/mm ²).	16.65	Min 29.4 (NC)	Min 10 (C)	Min 15 (C)
Elongación (%).	42.97	Min 50 (NC)	Min 40 (C)	Min 40 (C)
R. Desgarre (N).	27.61	Min 50 (NC)	Min 15 (C)	Min 20 (C)
Norma.		(NTE INEN 1926, 1992).	(ONUDI, 2014).	(IULTCS/IUP, 2003).

(C): Cumple.

(NC): No cumple.

Los resultados denotan el cumplimiento de las especificaciones para prendas de vestir según los requerimientos que exige la (United Nations Industrial Development Organisation [ONUDI], 2008). El estándar general lo establecen las (IULTCS/IUP), el cumplimiento de este estándar establece que los artículos serán óptimos para artículos de marroquería.

En referencia al calzado los resultados no sobrepasan los límites de calidad y será necesario trabajar con pieles de mayor grosor y resistencia como bovinos, ovinos o caprinos. Se ha tomado como referencia la norma ecuatoriana NTE INEN 1926 (1992), cuyos valores en comparación a otras normas internacionales son similares.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

- El extracto tánico obtenido de *Caesalpinia spinosa* es aplicable a procesos de curtiembre para todo tipo de pieles, debido a la alta similitud en los parámetros de caracterización físico químicos en base al comparativo comercial.
- Se establecen T7 T8 y T9 como los mejores tratamientos al representar un menor tiempo de curtición y mayor temperatura de contracción superior a los 75 °C que exige la normativa internacional. El cumplimiento del requerimiento refiere a una buena estabilidad, maleabilidad y resistencia de la piel curtida producto de una buena penetración y cantidad del agente curtiente.
- Analizando los requerimientos físicos, los mejores tratamientos T7, T8 y T9 pasaron los límites que exigen las normativas internacionales para pruebas de tracción, elongación, flexión y desgarre, estableciendo de esta manera que el extracto tánico de tara *Caesalpinia spinosa*, a las condiciones de concentración 20% y niveles de pH 3, 4 y 5 fue eficiente a procesos de curtición en pieles de conejo para peletería.
- Se aceptó la hipótesis alternativa planteada en la investigación, en la cual se evidenciaron diferencias en los tiempos de penetración del agente curtiente, estabilidad térmica y calidad física de las pieles curtidas a las concentraciones evaluadas; cuyas valoraciones para los mejores tratamientos T7, T8 y T9 en base a estándares de calidad para confección, fueron aptas para la elaboración de prendas de vestir y artículos de marroquería.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Optimizar el proceso de extracción analizando varios disolventes polares, al ser los taninos compuestos polifenólicos solubles, especialmente en agua, alcohol y acetona.
- Evaluar diferentes métodos de extracción sólido líquido de tipo continuo o discontinuo, e identificar cuál puede ser el más idóneo.
- Comparar diferentes extractos tánicos vegetales puros o en combinación, destinados a procesos de curtiembre.
- Realizar un análisis económico financiero del proceso de extracción y curtición; una vez que se ha verificado la eficiencia y aplicabilidad del extracto tánico de *Caesalpinia spinosa* en procesos de curtiembre.
- Realizar un estudio comparativo sobre el nivel de impacto ambiental entre la curtición vegetal y química por sales de cromo.
- Aplicación del extracto tánico obtenido en las curtidurías del país a la concentración y niveles de pH mencionados.
- Fomentar el cultivo de *Caesalpinia spinosa* en la zona interandina para su aprovechamiento agroindustrial, aplicado a diferentes líneas de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alma, A., Vázquez, F., Álvarez, E., López, J., Wall, A., De la Rosa, L. (2012). Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo. *Tecnociencia Chihuahua*, 6(2), 5 - 8 .
- ALNICOLSA S.A.C. (Mayo de 2018). *La Tara*. Obtenido de Taninos tripod: <http://taninos.tripod.com/>
- Álvarez, J. (2007). Tanino: La revolución enológica mito o realidad. *Enología*, 4(2), 1 - 15.
- Arguello, S., y Saltos, W. (2017). El guarango en el cantón Guano de la provincia de Chimborazo-Ecuador. *Revista industrial data*, 20(1), 43-50.
- Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador (ANCE). (2019). *Reporte análisis de resistencia al desgarre*. Ambato, Ecuador.
- Botero, H. (2010). Importancia de las pruebas físico mecánicas realizadas al cuero para su utilización en calzado. *Calaméo*, 1-11.
- Cañón, J. (Noviembre de 2015). Historia, caracterización y situación actual del conejo antiguo pardo español. *ASEMUCE*, 22.
- Caro, W. (1987). *Producción cunícola angora*, 48-50. Santiago de Chile, Chile: Andrés Bello.
- Churata, M. (2003). Curtición de pieles. *Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann*, 1-44.
- CONAMA. (1999). Guía para el control y prevención de la contaminación industrial: curtiembre. *Virtual PRO*, 1-72.
- Cordero, R. (2012). *Especies menores conejos*. Recuperado de <http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/529/1/Modulo%20conejos%20resumido.pdf>.

- Consorzio Vera Pelle Italiana Conciata al Vegetale. (2019). *La concia al vegetale*. Obtenido de Pelle al vegetale: http://www.pellealvegetale.it/pelle-al-vegetale/?doing_wp_cron=1562627045.4759769439697265625000
- Coselsa. (2015). *Engrasantes*. Obtenido de Coselsa: <http://www.coselsa.com/engrasantes.html>
- CUERONET. (2008). *Curtido*. Obtenido de Biblioteca.org: <https://www.biblioteca.org.ar/libros/cueros/curtido7.htm?fbclid=IwAR3e6M5CUlhk-Ehu552rg8yq0QAehpiE2-LotD5PX2oD2cdOSNaQmOJfQX0>
- CURTIDOS SBA. (2018). *Proceso de curtición en cromo y vegetal*. Obtenido de SBA Curtidos: <http://www.curtidossba.es/blog/proceso-de-curticion-en-cromo-y-vegetal>
- Dávalos, P. (2004). *Curticion de pieles de rana toro con tres niveles de curtiembre mineral* (Tesis pregrado). Universidad Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- De la Cruz, P. (2004). Aprovechamiento integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa* y *Caesalpinia tinctoria*. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*, 7(14), 71-73.
- De Perinat, M. (2009). Cualidades de los productos en cuero. Su evaluación. En, *Tecnología de la confección en piel*. (pp. 33-36). España: Edym.
- Ecuador Forestal. (2010). *Tara* (Ficha técnica N°9). Quito, Ecuador.
- Espinosa, W., Garzón, L., y Medina, Ó. (2016). Validación de una metodología analítica para la cuantificación de polifenoles totales, en procesos de extracción asistida por microondas sobre frutos de especie colombiana *Vaccinium meridionale*. *Rev. Colomb. Cienc. Quim. Farm*, 45(1) 109-126.
- Federación de Ganaderos del Ecuador FEDEGAN. (2015). En ocho provincias se concentra el mayor consumo de carne. *Revista líderes ecuador*, 1.
- Fernández, N. (2016). *Estimación de efectos genéticos aditivos y no aditivos* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España
- Fiallos, H. (2009). *Proyecto de factibilidad para el establecimiento de una empresa de conejos en la Sierra centro del Ecuador* (Tesis pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador

- GAD San Miguel de Urcuquí. (2019). *Gobierno Autónomo Descentralizado San Miguel de Urcuquí*. Obtenido de Tumbabiro: http://www.uruqui.gob.ec/munuruqui/index.php?option=com_content&view=article&id=31&Itemid=240
- Gaidau, C., Simoni, D., Doina, M., Paun, G., y Popescu, M. (2014). Tara tannin extract improvement I. Extraction and concentration through membranary filtration techniques. *Rev. Chim (Bucharest)*, 65 (8), 929-933.
- García, M. (2018). *Razas de conejos y sus características*. Obtenido de Experto animal: <https://www.expertoanimal.com/razas-de-conejos-y-sus-caracteristicas-8286.html>
- Guaminga, L. (2011). *Utilización de tres taninos vegetales en la curtición de pieles de cuy* (Tesis pregrado). Universidad Politécnica del Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Guaminga, L. (2016). *Curtición de pieles de cabra con el 15% de diferentes curtientes vegetales*. (Tesis pregrado). Universidad Politécnica del Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Guierrez, D., Ortiz, C., y Mendoza, A. (2008). Medición de fenoles y actividad antioxidante en melazas usadas para alimentación animal. *Simposio de metrología* , 11(8), 1-5.
- Hidalgo, L. (2016). Comparación de la curtición con harina de *Caesalpinia spinosa*, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas. *Ind. data*, 19(1), 100-108.
- Huarino, M., y Ramos, D. (2012). Efecto antibacteriano de *Caesalpinia spinosa* (Tara) sobre flora salival mixta. *Odontol. Sanmarquina*, 15(1), 27-30 .
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2009). Manual de cunicultura. *Ministerio de Agroindustria presidencia de la nación*, 1-56.
- International Agency for Research on Cancer. (2019). Cancer research for cancer prevention. *World Health Organization*, 70(12), 1-6.
- International Union of Leather Technologists and Chemists Societies. (2011). Leather - Physical and mechanical tests - Determination of tensile strength and percentage extension. *International Organization for Standardization*.

- International Union of Leather Technologists and Chemists Societies. (2017). Determination of flex resistance. *International Organization for Standardization*.
- Isaza, J. (Mayo de 2007). Taninos o polifenoles vegetales. *Scientia et Technica*, 13-15.
- ISO 3377-2:2016. (2016). Leather -- Physical and mechanical tests -- Determination of tear load - Part 2: Double edge tear. *International Organization for Standardization*.
- IULTCS/IUP 16. (2002). Leather - physical and mechanical tests - determination of shrinkage temperature up to 100 degrees C. *Organización Internacional de Normalización*.
- IULTCS/IUP. (2003). IULTCS - IUP (Physical) Commission. *International Organization for Standardization*.
- Jandete, H., Martínez, C., y Vázquez, M. (2012). *Manual de practicas de medicina y zootecnia cunícola I*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Medicina%20y%20Zootecnia%20Cunicula%20I.pdf
- Játiva, S. (2011). *Determinación del contenido de tanino procedente del guarango (Caesalpinia spinosa) y evaluación de su uso como fungicida* (Tesis pregrado). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Kuria, A., Ombui, J., Onyuka, A., Sasia, A., Kipyegon, C., Kaimenyi, P., y Ngugi, A. (2016). Quality evaluation of leathers produced by selected vegetable tanning materials from Laikipia County, Kenya. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 9(4), 13-17.
- Laboratorio LASA. (2019). *Reporte análisis físico - químico polvo de guaranga (Caesalpinia spinosa)*. Quito, Ecuador.
- Latorre, A. (2012). *Control de calidad en la industria del cuero* (Tesis pregrado). Universidad Politécnica del Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

- Lebas, F., Coudert, P., De Rochambeau, H., y Thébault, R. (1996). Producción de pieles y pelos textiles. En, *El conejo cría y patología*. (pp. 185-199). Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- León, J. (2018). *Perú produce más del 90% de la tara a nivel mundial*. Obtenido de Agencia agraria de noticias Perú: <https://agraria.pe/noticias/peru-produce-mas-del-90-de-la-tara-a-nivel-mundial-16304>
- Medina, E. (2015). *Ensayo de tensión o tracción*. Recuperado de http://udistrital.edu.co:8080/c/document_library/get_file?uuid=1404d4ad-0b86-4473-8ade-8292e80b0eac&groupId=19625
- Mingong, O., Ji, S., Yaping, C., Igang, D., y Jue, N. (2008). Ultrasonic extraction of tara tannic acid. *China academic journal electronic publishing house*, 35(6), 1-2.
- Ministerio del Ambiente. (2013). La industria de los cueros a base de sales de cromo como agentes vegetales. En M. d. Ambiente, *Estudio de potenciales impactos ambientales y vulnerabilidades relacionado con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador*. (pp. 127-139). Quito, Ecuador: Ecuador.
- Montero, N. (2012). *Manual de curtido artesanal de pieles de conejo*. Obtenido de ISSUU: https://issuu.com/diszal/docs/manual_piel_conejo/66
- Mora, X. (2016). *Piel de conejo de calidad, la oportunidad de diversificación en cunicultura*. Obtenido de Cunicultura info: <https://cunicultura.info/piel-conejo-calidad-la-oportunidad-diversificación-cunicultura/>.
- Motors Automation Machines Transformers. (2013). *Understanding electric motor energy efficiency regulations*. Obtenido de Pamensky: http://www.pamensky.com/blog/understanding-electric-motor-energy-efficiency-regulations/?fbclid=IwAR1nqVQZ_R-RSA-V31-NwFywE5p_Sxmt8FolkDrrsQ-hHk9TGkimS6jXK9M
- Natur, M. (2018). Curtición vegetal, extractos de Tara y Valonea. Obtenido de Martín Natur: <https://martin-natur.es/pages/curticion-vegetal>

- NSAI. (2005). Leather - Physical and mechanical test - Determination of tensile strength and percentage extension (ISO 3376:2011). *Irish Standard, 1-12* .
- NTE INEN 1926. (1992). *Calzado de trabajo y seguridad requisitos*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://181.112.149.204/buzon/normas/1926.pdf>.
- NTE INEN. (2018). *Formulario de registro para descarga de normas*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>.
- NTE INEN 0561. (1981). *Determinación de la resistencia al desgarramiento*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://archive.org/details/ec.nte.0561.1981>
- NTE INEN 1061. (1984). *Cueros. Resistencia a la tracción, porcentaje de alargamiento debido a una carga determinada y porcentaje de alargamiento a la rotura*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://archive.org/details/ec.nte.1061.1984>
- NTE INEN 1807 . (1991). *Cueros. Determinación de resistencia a la flexión*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://archive.org/details/ec.nte.1807.1991>
- Örk, N., Özgünay, H., Mutlu, M., y Öndoğan, Z. (2014). Comparative determination of physical and fastness properties of garmen leathers tanned with various tanning materials for leather skirt production. *TEKSTIL ve KONFEKSIYON*, 24(4), 413-418.
- Pacsi, G. (2016). *Efecto del extracto de chirca blanca (baccharis dracunculifolia) en el proceso de curtición piel de ovino (ovis orientalis aries) y piel de alpaca (vicugna pacos) para la obtención de cueros wet- white* (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Perú Ecológico. (2009). *Tara Caesalpinia spinosa, medicina y tinte en una sola especie*. Obtenido de Perú Ecológico: http://www.peruecologico.com.pe/flo_tara_1.htm
- Porcel, K. (2016). Curtido de pieles introducción. *Academia edu*, 17(1), 1-93.
- Puente, C. (2018). *Aplicación de un proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando oxazolidina en combinación con caelsalpinia spinosa (tara)* (Tesis doctoral).Universidad Nacional Mayo de San Marcos. Lima, Perú.

- QIN Extracto de Tara. (Noviembre de 2018). *Extracto de Tara*. Obtenido de Química Internacional para el curtido: <https://www.quimicainternacional.com/>
- Quintana, A. (2010). *Curtido de pieles*. Obtenido de Scribd.com: <https://es.scribd.com/document/162266831/CURTIDO-DE-PIELES-pdf>
- Roca, T. (1996). Curtido casero de la piel de conejo. *Dialnet*, 87(2), 32-38.
- Rodríguez, J., Escalona, J., Rodríguez, R., y Rodríguez, Y. (2011). Validación del método de cuantificación de polifenoles en el extracto fluido de Tamarindus Indica L. *Revista cubana de química*, 23(1), 42-50.
- Rodríguez, G. (1995). *Aislamiento y caracterización parcial de taninos condensados de la jojoba (Simmondsia chinensis (Link) Schneider) y su acción inhibitoria sobre la enzima digestiva enteroquinasa* (Tesis pregrado). Universidad de Sonora. Sonora, México.
- Rojas, E. (2010). Curtido de pieles de conejo. *SENA*, 11(1), 1-26.
- Rojas, C. (2016). *Validación del método analítico para la cuantificación de polifenoles totales en productos elaborados con té verde por método colorimétrico folin ciocalteu* (Tesis pregrado). Universidad ICESI. Cali, Colombia.
- Rojas, W. (2000). *Proceso de curtición vegetal* (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Rueda, P., Chinchilla, C., y Gabet, A. (2004). *Evaluación de tres técnicas de curtición en pieles de conejo y cabra, en la granja experimental de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia, de la universidad de san carlos de guatemala, con miras a ser aplicadas a la microempresa rural* (Tesis pregrado). Universidad San Carlos. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Saavedra, I. (2016). *Desarrollo de un extracto de tara (caesalpinia spinosa) y estudio de su efecto sobre el contenido de neo-contaminantes, calidad y perfil sensorial de pan tipo hallulla* (Tesis pregrado). Universidad de Chile. Santiago, Chile.

- Saldaña, A. (2011). Conocimiento técnico de materiales y sus requisitos. *Centro de innovación aplicado en tecnologías competitivas*.
- Sánchez, A. (2006). Cría de conejos. *La Hora*, pp. 14-15.
- SILVATEAM. (2017). *Plant based extract*. Obtenido de SILVATEAM: <https://www.silvateam.com/en/products-and-services/leather-tanning-solutions/plant-based-extracts.html>
- Taha, E., Samia, A., y Nasr, A. (2016). Evaluating skin quality of some rabbit breeds under egyptian conditions. *World Rabbit Science*, 25, 193-200.
- Taninos Tripod. (2010). *Todo sobre la Tara Caesalpinia spinosa*. Obtenido de Taninos Tripod: <http://taninos.tripod.com/>
- Tapia, M. (2017). Razas de conejo y manejo nutrimental. Ciudad de México, México. Obtenido RI UAMEX: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/70864/secme-36435_1.pdf?sequence=1
- Tegtmeyer, D., y Kleban, M. (2014). Cromo y cuero: un enfoque equilibrado de datos y hechos científico. *LederPiel*, 109, 136-143.
- Téllez, J., Carvajal, M., y Gaitán, A. (2004). Aspectos toxicológicos relacionados con la utilización del cromo en el proceso productivo de curtiembres. *Rev. Fac.Med*, 52(1), 50-61.
- UNAM. (2013). *Manual de la asignatura práctica de medicina y zootecnia cunicula*. Recuperado de http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Medicina%20y%20Zootecnia%20Cunicula%20II.pdf.
- UNIDO. (2008). *Estudio agroindustrial de la cadena de valor del cuero en el Paraguay*. Asunción, Paraguay: José Hidalgo.

- Universidad de Córdoba. (2005). Conejos y especies peleteras: Caracteres étnicos y etológicos específicos. Censo y distribución mundial. Razas de conejos. Otras especies peleteras. *Zootecnia y gestión*, 50, 449-461.
- Valdivia, J. (2012). *Forestación con especies nativas: Tara Caesalpinia spinosa y Huarango Prosopis pallida en el sector mirador, distrito de Uraca-Corire, provincia de castilla, región Arequipa*. Obtenido de The GEF Small grants Programme: https://sgp.undp.org/index.php?option=com_sgpprojects&view=projectdetail&id=18820&Itemid=272.
- Vera, V., y Ceirano, J. (2002). Evaluación y preservación de pieles, cueros y sus manufacturas. *Centro de investigación y desarrollo del cuero*, 1-14.
- Villa, V. (2016). *Curtición de pieles de conejo con la utilización de diferentes niveles de curtiembre vegetal mimosa para la obtención de cuero para encuadernación* (Tesis pregrado). Universidad Politécnica de Chimborazo, 59-63. Riobamba, Ecuador.
- Viteri, P. (2015). *Evaluación de diferentes dosis de guarango (Caesalpinia spinosa O Kuntz), en el proceso de curtiembre de pieles caprinas* (Tesis pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.
- Zalacain, A. (2001). *Estudio de extractos tánicos obtenidos a partir de hoja de zumaque (Rhus coriaria L.)* (Tesis doctoral). Universidad Castilla-La Mancha. Albacete, España.
- Zambrano, M. (2015). *Recuperación de técnicas ancestrales de curtiembre artesanal por método vegetal*. Salta, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI.
- Zapata, L. (2010). *Manual práctico de curtiembre natural de cueros y producción de artesanías (Incluye marco legal)*. Bolivia: INIA

ANEXOS.

7.1 ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE TANINOS.



Fotografía 1. Recepción frutos de **Fotografía 2.** Selección de frutos.
Caesalpinia spinosa.



Fotografía 3. Separación semillas del fruto. **Fotografía 4.** Molienda.



Fotografía 5. Tamizado #18 (1mm)



Fotografía 6. Polvo de *Caesalpinia spinosa*.



Fotografía 7. Extracción por ultrasonido.



Fotografía 8. Centrifugación.

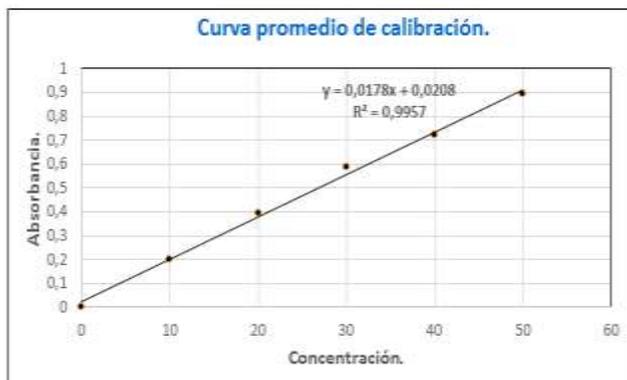


Fotografía 9. Separación extracto tánico.



Fotografía 10. Almacenamiento extracto final.

7.2 ANEXO 2: ANEXO 2: PROCEDIMIENTO CUANTIFICACIÓN DE TANINOS.



Fotografía 1. Curva de calibración ácido gálico.

Fotografía 2. Extractos a cuantificar.



Fotografía 3. Primera dosificación de reactivos.

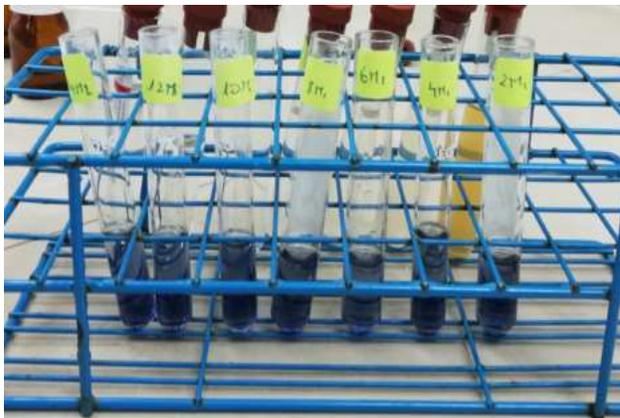
Fotografía 4. Agitación vórtex.



Fotografía 5. Segunda dosificación de reactivos.



Fotografía 6. Agitación vórtex



Fotografía 7. Reposo (reacción química).



Fotografía 8. Lectura espectrofotométría.

7.3 ANEXO 3: PROCESO DE CURTICIÓN.



Fotografía 1. Salado de pieles.



Fotografía 2. Lavado.



Fotografía 3. Descarnado.



Fotografía 4. Piquelado.



Fotografía 5. Curtido.



Fotografía 6. Engrase.



Fotografía 7. Estacado.



Fotografía 8. Lijado



Fotografía 9. Abatanado.



Fotografía 10. Producto terminado.

7.4 ANEXO 4: RESULTADOS ANÁLISIS PROXIMAL POLVO DE CAESALPINIA SPINOSA.



LAS A

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS
Y PRODUCTOS PROCESADOS

INFORME DE RESULTADOS

INF LASA-15-07-19-02904
ORDEN DE TRABAJO No. 03179-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: RIVADENEIRA DIONISIO CARLOS		DIRECCIÓN: SAN ANTONIO DE IBARRA CALLE 27 DE NOVIEMBRE Y ESTACION RIVADENEIRA 9-14
TELÉFONO/FAX: 033472940	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	PROCEDENCIA: IBARRA
IDENTIFICACIÓN: POLVO DE GUARANGA		CODIGO INICIAL: MI

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 04/07/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 04/07-15/07/2019	FECHA DE ENTREGA: 15/07/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 10710-19		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	CARBOHIDRATOS	%	84,1	N.A.	CÁLCULO
2	CENIZAS	%	4,0	N.A.	PEL LASA FQ 10a Gravimétrica
3	EXTRACTO ETÉREO	%	0,4	N.A.	Gravimétrica
4	FIBRA BRUTA	%	3,5	N.A.	ICC STANDARD 113
5	HUMEDAD	%	8,2	N.A.	PEL LASA FQ 09a Gravimétrica
6	PROTEÍNA	%	2,8	N.A.	PEL LASA FQ 11 KJELDAHL

N.A.: No Aplica



Dr. María Guzmán Rosales
GERENTE DEL LABORATORIO



Figura 16. Análisis proximal polvo de tara.

7.5 ANEXO 5: PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN EN EXTRACCIÓN.

Tabla 26.
Porcentaje de recuperación en proceso de extracción.

Tiempo (h)	Abs \bar{x}	Concent \bar{x} (ppm)	F.D	Rendimiento (mgTan/gMs)	Porcentaje Recuperación	C.V (%)
2	0.65	36.14	500	540.61	86.90	0.24
3	0.23	12.32	100	36.85	5.92	0.28
4	0.16	7.96	100	23.82	3.83	1.37
6	0.19	9.60	50	14.37	2.31	1.87
8	0.21	10.81	20	6.47	1.04	1.83
TOTAL				622.12	100	

7.6 ANEXO 6: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN EXTRACTO TÁNICO.

LABORATORIO LASA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y PRODUCTOS PROCESADOS

INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-15-07-19-02809
ORDEN DE TRABAJO No. 03179-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: RIVADENEIRA DONOSO CARLOS	DIRECCIÓN: SAN ANTONIO DE IBARRA CALLE 27 DE NOVIEMBRE Y ESQUEL RIVADENEIRA 9-14	
TELÉFONO/FAX: 0939472940	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	PROCEDECENCIA: IBARRA
IDENTIFICACIÓN: EXTRACTO TÁNICO DE GUARANGA		CODIGO INICIAL: M2

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 04/07/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 04/07-15/07/2019	FECHA DE ENTREGA: 15/07/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 10711-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	CENIZAS	%	4	N.A.	PBE.LASA.FQ.10c Gravimetría
2	HUMEDAD	%	96,5	N.A.	PBE.LASA.FQ.10a Gravimetría
3	SUSTANCIAS INSOLUBLES	%	22	N.A.	Gravimétrico
4	pH	Unidades de pH	3,43	N.A.	PBE.LASA.FQ.03a Electrometría

N.A.: No Aplica


 Dr. Marco Quijano Rojas
 GERENTE DE LABORATORIO

Figura 17. Caracterización extracto tánico.
Fuente: Laboratorio LASA (2019)

7.7 ANEXO 7: ADEVA Y PRUEBA TUKEY VARIABLE TIEMPO DE CURTICIÓN.

Tabla 27.
ADEVA tiempo de curtición.

F.V	SC	GL	CM	F	F0,05
Bloque	0.07	2	0.04	1	3.63
Concentración	35.02	2	17.51	472.75	3.63 (**)
PH	0.03	2	0.02	0.44	3.63 (NS)
CON*PH	0.06	4	0.02	0.44	3.01 (NS)
Error	0.59	16	0.04	-	-
Total	35.78	26	-	-	-
Variable	N	R2	R2	C.V	
			Ajustado		
Tiempo	27	0.98	0.97	3.15	

7.8 ANEXO 8: ADEVA Y PRUEBA TUKEY TEMPERATURA DE CONTRACCIÓN.

Tabla 28.
ADEVA temperatura de contracción.

F.V	SC	GL	CM	F	F0,05
Bloque	4.00	2	2.11	3.45	3.63
Concentración	386.89	2	193.44	316.55	3.63 (**)
PH	2.00	2	1.00	1.64	6.23 (NS)
CON*PH	3.11	4	0.78	1.27	3.01 (NS)
Error	9.78	16	0.61	-	-
Total	406.00	26	-	-	-
Variable	N	R2	R2	C.V	
			Ajustado		
T. C	27	0.98	0.96	1.10	

7.9 ANEXO 9: ADEVA Y PRUEBA TUKEY RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.

Tabla 29.
ADEVA resistencia a la tracción.

F.V	SC	GL	CM	F	F0.05
Bloque	1.26	2	0.63	2.02	3.63
Concentración	473.32	2	236.66	761.64	3.63 (**)
PH	0.41	2	0.21	0.66	3.63 (NS)
CON*PH	2.33	4	0.58	1.88	3.01 (NS)
Error	4.97	16	0.31	-	-
Total	482.30	26	-	-	-

7.10 ANEXO 10: ADEVA Y PRUEBA TUKEY ELONGACIÓN AL ROMPIMIENTO.

Tabla 30.
ADEVA elongación al rompimiento.

F.V	SC	GL	CM	F	F0.05
Bloque	1.77	2	0.89	0.71	3.63
Concentración	363.27	2	181.64	146.00	2.59 (**)
PH	14,38	2	7.19	5.78	3.63 (**)
CON*PH	10.52	4	2.63	2.11	3.01 (NS)
Error	19.90	16	1.24	-	-
Total	409.84	26	-	-	-

7.11 ANEXO 11: ADEVA Y PRUEBA TUKEY RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

Tabla 21.
ADEVA resistencia a la flexión.

F.V	SC	GL	CM	F	F0.05
Bloque	189629.23	2	94814.81	2.12	3.63
Concentración	56296.30	2	28148.15	0.63	3.63 (NS)
PH	56296.30	2	28148.15	0.63	3.63 (NS)
CON*PH	245925.93	4	61481.48	1.37	3.01 (NS)
Error	717037.04	16	44814.81	-	-
Total	1265185.19	26	-	-	-

7.12 ANEXO 12: ADEVA Y PRUEBA RESISTENCIA AL DESGARRE.

Tabla 32.

ADEVA resistencia al desgarre.

F.V	SC	GL	CM	F	F0.05
Bloque	5.02	2	2.51	11.41	3.63
Concentración	831.43	2	415.71	1891.98	3.63
PH	143.75	2	71.87	327.11	3.63
CON*PH	85.59	4	21.40	97.38	3.01
Error	3.52	16	0.22	-	-
Total	1069.30	26	-	-	-

7.13 ANEXO 13: REPORTE DE RESULTADOS RESISTENCIA AL DESGARRO ASOCIACIÓN NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR (ANCE).



Figura 19. Reporte resultados de resistencia al desgarre.

Fuente: Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador ANCE (2019)