



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAL PECUARIAS

"INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE EL PROCESO DE
ACABADO EN HÚMEDO DEL CUERO OVINO"

AUTOR
HENRY GONZALO RODRÍGUEZ VALLEJO

RIOBAMBA-ECUADOR

2017

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing. Cesar Iván Flores Mancheno PhD
PRESIDENTE DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

ING. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD
DIRECTO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

ING. MC. Fabricio Armando Guzmán Acán.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Riobamba, 8 de Noviembre del 2017.

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo Henry Gonzalo Rodríguez Vallejo con C.I. 060393044-7, declaró que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Henry Gonzalo Rodríguez Vallejo
C.I. 060393044-7,

Riobamba, 08 de Noviembre del 2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta el momento tanto importante de mi formación profesional. A mi madre Flor Irene Vallejo Urgilés por estar siempre apoyándome cuando más lo necesitaba con sus consejos, abrazos y más que todo siempre pendiente de su hijo en todo pasó que daba para no fracasar en todo el trayecto estudiantil y de vida. A mi padre Gonzalo Gehobán Rodríguez Piña por haberme formado con buenos hábitos, sentimientos y valores lo cual ha ayudado a salir adelante en los momentos más difícil. A mis profesores gracias por su tiempo y sabiduría de haberme transmitido todos sus conocimientos no solo profesionalmente sino que también como persona, brindándome apoyo, consejos y confianza.

Henry Gonzalo Rodríguez Vallejo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mi finadita tía Norma Rodríguez que fue como una madre que nunca olvidare y siempre le llevare en mi corazón por cuidarme desde el cielo en todos los pasos que doy de mi vida.

A mis tías y tío por parte de mi mama que siempre están pendientes de cada paso que doy y por consejos que son muy valiosos el cual me ayudan a ser mejor cada día.

A mi hermano Geovany Rodríguez que ha compartido y ha estado en los momentos buenos y malos momentos en toda mi vida como unas locuras, risas, peleas, cariño y abrazos cuando más los he necesitado.

A mis abuelitos Bolívar Vallejo y Elena Urgilés que me conocen desde pequeño y que son como padres para mí por su cariño, consejos y valores que ayudaron en mi formación profesional y personal a luchar por lo que uno se propone en la vida.

A mis primos y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas que durante estos años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

A mi amigo y docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias Dr. Nelson Duchi, PhD que por consejos, alegrías, valores y apoyo he logrado dar un paso muy importante en mi vida.

A mis profesores que han compartido su conocimiento y sabiduría para hacer llegar su aprendizaje y hacer lograr a culminar nuestra meta cuando recién ingresamos a la universidad.

A mi Director, Asesor y presidente del tribunal que fueron los que me dieron ese empujoncito para llegar a ser un profesional en la vida, además por su apoyo incondicional, consejos y conocimientos que fueron muy importantes para lograr mi trabajo de titulación.

Henry Gonzalo Rodríguez Vallejo

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Fotografías	ix
Lista de Anexos	x
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LA LITERATURA</u>	3
A. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CURTIDO	3
1. <u>Variantes de los procesos de curtición</u>	4
2. <u>Etapas del proceso de curtición</u>	5
a. Etapa de Ribera	5
b. Proceso de curtido	5
c. Recurtido, Teñido y Engrase “RTE”	8
d. Acabado	10
B. MATERIA PRIMA E INSUMOS UTILIZADOS EN LA CURTICIÓN DE PIELES	10
1. <u>Piel</u>	10
a. Pieles de bovinos	11
b. Pieles de caprinos	12
c. Pieles de equinos	13
d. Pieles de ovinos	13
e. Pieles de cerdos	13
2. <u>Productos químicos</u>	14
C. CALIDAD DEL AGUA	15
1. <u>Clasificación del agua</u>	15
a. Agua cruda o en estado natural (sin tratamiento)	16
b. Aguas residuales	17
c. Agua tratada (agua potable)	17
2. <u>Parámetros del agua</u>	21

a.	pH	21
b.	Conductividad	22
c.	Dureza	22
D.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA	24
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	26
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	26
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	26
C.	INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES	27
1.	<u>Materiales</u>	27
2.	<u>Equipos</u>	27
3.	<u>Productos químicos</u>	28
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	29
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	29
1.	<u>Determinación de la calidad del cuero</u>	29
a.	Físicas	29
b.	Sensoriales	29
2.	<u>Determinación de la calidad del agua</u>	29
3.	<u>Económicos</u>	30
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN	30
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	30
1.	<u>Caracterización de las muestras de agua a utilizarse dentro del proceso de acabado en húmedo</u>	30
a.	Muestras de agua subterránea	30
b.	Muestras de agua potable	31
2.	<u>Proceso de producción</u>	31
a.	Remojo	32
b.	Pelambre por embadurnado	32
c.	Desencalado, rendido y piquelado	32
d.	Curtido y basificado	33
5.	<u>Acabado en húmedo</u>	33
6.	<u>Aserrinado, ablandado y estacado</u>	34
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	35
1.	<u>Determinación de la calidad del agua</u>	35

a.	pH	35
b.	Dureza	35
c.	Conductibilidad eléctrica	35
d.	Oxígeno disuelto	35
2.	<u>Determinación de la calidad del cuero</u>	36
a.	Resistencias físicas del cuero	36
1).	Resistencia a la tensión	36
2).	Porcentaje de elongación	41
b.	Calificaciones sensoriales del cuero	41
1).	Llenura, puntos	41
2).	Blandura, puntos	42
3).	Redondez, puntos	42
c.	Mediciones económicas	43
1).	Relación beneficio costo, USD	43
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	44
A.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DEL CUERO OVINO EVALUANDO LA INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE EL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO	44
1.	<u>Resistencia a la tensión</u>	44
2.	<u>Porcentaje de elongación</u>	48
B.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO OVINO VALORANDO LA INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE EL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO	50
1.	<u>Llenura</u>	50
2.	<u>Blandura</u>	54
3.	<u>Redondez</u>	56
C.	ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA UTILIZADA EN EL ACABADO EN HÚMEDO DE LAS PIELES OVINAS	58
1.	<u>pH</u>	58
2.	<u>Conductibilidad eléctrica</u>	61
3.	<u>Oxígeno disuelto</u>	63

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA	65
V. <u>CONCLUSIONES</u>	68
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	70
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	71
ANEXOS	

RESUMEN

En el Laboratorio de curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se evaluó la influencia de la calidad del agua sobre el acabado en húmedo del cuero ovino, por tratarse de un estudio comparativo se utilizó una estadística descriptiva, aplicado a los resultados físicos y sensoriales del cuero, concluyendo que el proceso de acabado en húmedo resulta más eficiente al realizarlo con agua potable, ya que las resistencias físicas de tensión (1972,11 N/cm²), y porcentaje de elongación (103,75 %), indican índices superiores a las exigencias de calidad de la Asociación Española del Cuero. La ponderación sensorial del cuero ovino determino las calificaciones más altas y que corresponden a excelente en los cueros del tratamiento T1 (agua potable), ya que se registró la mejor llenura (4,63 puntos), y redondez (4,63 puntos). La evaluación de la calidad del agua determino que para los parámetros de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto no existe un cambio significativo, en su naturaleza ya que al ser vertidos a cuerpos de agua dulce no se aprecia mayores índices que los establecidos en las normas ambientales. La evaluación económica al relacionar ingresos con egresos, permitió establecer que la mejor rentabilidad se registra al realizar el acabado con agua potable (1,25), ya que el contenido de elementos presentes no influye sobre las reacciones que ocurren al aplicar cada una de los procesos de acabado, y aunque resulte más costosa el agua potable la calidad del cuero mejora notablemente y su precio de venta.

ABSTRACT

In the laboratory of tanning skins of the Faculty of Animal Science of ESPOCH, the influence of the quality of the water on the wet finishing was assessed. Due to, it was a comparative study, a descriptive statistics to the physical and sensorial characteristics of leather was applied. Concluding that the wet finishing process is more efficient to do with drinking water since the physical resistance (1972,11 N/cm²), and the percentage of elongation (103.75%), shows higher rates than the quality requirements of the Spanish Association of Leather. The sensory weighting of the sheep leather determined the highest ratings. It means excellent on the treatment skins TI (drinking water), since it registered the best fullness (4.63 points), and roundness (4.63 points). The evaluation of the quality of water determined that for the parameters of pH, electrical conductivity, and dissolved oxygen, there is no significant change in their nature due to if they are discharged into freshwater there are not higher rates than those established in the environmental standards. The economic evaluation to match revenues with expenses, allowed to establish that the best profitability is recorded to the final product with drinking water (1.25), since the content of elements present does not influence the reactions that occur when you apply each of the finishing processes, and although drinking water results more expensive, the water quality of leather greatly improves and its selling price too.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	DESCRIPCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DE RIBERA EN EL PROCESO DE CURTICIÓN CONVENCIONAL	6
2.	DESCRIPCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DE RIBERA EN EL PROCESO DE CURTICIÓN CONVENCIONAL	7
3.	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE CURTICIÓN DE RIBERA EN EL PROCESO DE CURTICIÓN CONVENCIONAL	9
4.	CLASIFICACIÓN DEL AGUA SEGÚN EL GRADO DE DUREZA.	24
5.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	26
6.	CÁLCULOS DE MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA LA TENSIÓN.	37
7.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DEL CUERO OVINO VALORANDO LA INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE EL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO.	45
8.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS OVINOS VALORANDO LA INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE EL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO.	51
9.	ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA UTILIZADA EN EL ACABADO EN HÚMEDO DE LAS PIELES OVINAS.	59
10.	COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN.	66

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Sólidos diluidos y disueltos en aguas tratadas.	20
2.	Resistencia a la tensión del cuero ovino evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.	46
3.	Porcentaje de elongación del cuero ovino evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.	49
4.	Llenura del cuero ovino evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.	52
5.	Blandura de elongación del cuero ovino evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.	55
6.	Redondez del cuero ovino evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.	57
7.	pH del agua evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.	60
8.	Conductibilidad eléctrica del agua evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.	62
9.	Oxígeno disuelto del agua evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.	64

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

N°		Pág.
1.	Corte de la probeta de cuero.	36
2.	Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero.	37
3.	Equipo para medir el calibre del cuero.	38
4.	Medición de la longitud inicial del cuero.	39
5.	Colocación de la probeta de cuero entre las mordazas tensoras.	39
6.	Encendido del equipo.	40
7.	Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión del cuero.	40

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Resistencia a la tensión del cuero ovino.
2. Porcentaje de elongación del cuero ovino.
3. Llenura del cuero ovino
4. Blandura de los cueros ovinos.
5. Redondez de los cueros ovinos.
6. Receta del proceso de ribera del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).
7. Receta del proceso de descarnado, desencalado y piquelado I y desengrase del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).
8. Receta del proceso de piquelado II y curtido del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).
9. Receta para acabados en húmedo del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).
10. Receta para acabados en del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).
11. Evidencia fotográfico del trabajo de campo del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).

I. INTRODUCCIÓN

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua.

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos. El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico.

La industria del curtido de pieles es una actividad estrechamente ligada a dos importantes sectores productivos del país, la industria del calzado y el faenamiento de animales, especialmente bovinos. Para el primero constituye su principal proveedor de materia prima, en cambio para el segundo, es un importante cliente para su subproducto cuero. En los últimos años, la producción del rubro ha disminuido debido a la menor actividad que ha venido presentando la industria del calzado en el país, como consecuencia de la fuerte competencia externa. Desde un punto de vista ambiental, el rubro curtiembre siempre ha sido mirado como una industria contaminante neta, sin tener en cuenta que aprovecha un subproducto altamente putrescible y de biodegradación lenta. En la industria el agua es sin duda uno de los recursos más utilizados en los procesos, tales como calefacción, enfriamiento, elaboración de productos, limpieza y aclarado, procesos químicos

como es el curtido de las pieles, entre otras, El tratamiento de agua permite optimizar operaciones de producción, tener un mejor producto si este contiene agua o simplemente mantener en buen estado las tuberías y recipientes que lo contienen. Desde una simple filtración mecánica para eliminar sedimentos; hasta tratamiento especiales para eliminar dureza o desmineralizar el agua. Por norma, el agua potable, o también conocida como agua para uso y consumo humano, se refiere al agua que no contiene contaminantes objetables, químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud. Al término de este proceso, la piel convertida en tripa es conocida como *wet blue* y posee ciertas características tales como: En el presente trabajo de titulación se pretende conocer la influencia de la procedencia y calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo de los cueros, del cual depende la calidad física y sensorial del mismo ya que en el acabado se confiere la belleza del artículo puesto que los consumidores se rigen en la igualdad de color, la textura, el tacto. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Determinar la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo del cuero ovino.
- Efectuar la comparación del tipo de agua (potable versus subterránea), a través de la determinación de la calidad del cuero que servirá para la confección de calzado.
- Realizar los análisis físicos (resistencia a la tensión y el porcentaje de elongación) que determinara si cumplen con las exigencias de calidad de las normas técnicas de la Asociación Española del Cuero.
- Calificar las sensaciones que transmite a los sentidos los cueros ovinos.
- Realizar los análisis químicos del agua (pH, dureza, conductibilidad eléctrica y oxígeno disuelto) que se utilizó en el proceso de acabado en húmedo de las pieles ovinas.
- Determinar la relación beneficio costo.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

A. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CURTIDO

Adzet, J. (2005), menciona que la industrialización de las pieles que se utilizan en la elaboración de diversos objetos de piel con valor comercial, en forma genérica se conoce como “Proceso de Curtido”. El proceso completo se puede clasificar, básicamente en cuatro etapas; la primera que se denomina “Ribera” y en ella se lleva a cabo la limpieza de la piel que se recibe como materia prima, la cual puede estar conservada con “sal común (cloruro de sodio), en cuyo caso se denomina “verde salada” o recibirse fresca o seca. En esta etapa se eliminan todos los componentes de la piel que no son transformables a cuero, como sales de sodio, pelo y material proteínico.

Ángulo, A. (2007), argumenta que la segunda etapa comprende propiamente el proceso de “Curtido”, mediante el cual se logra impartir estabilidad química y física a la piel evitando su putrefacción y haciéndola resistente a cambios de temperatura y humedad. En el curtido se utilizan materiales de origen vegetal (Curtido Vegetal) o sales inorgánicas, especialmente sales de cromo (Curtido al Cromo). La piel curtida se denomina cuero azul o con el término inglés wet blue. La tercera etapa se conoce como recurtido, teñido y engrase “RTE”, y en ella se logra que el cuero adquiera suavidad, color y otras características que son necesarias para fabricar artículos comerciales. Finalmente, en la cuarta etapa denominada “Acabado” se imparte al cuero las características específicas que el mercado impone a cada tipo de producto, como puede ser el grabado, color y tacto, entre otros.

Artigas, M. (2007), señala que la mayor parte de las pieles que se tratan son de bovino, porcino, caprino, ovino y, en menor cantidad, de equino, siendo el primer tipo de piel la más común; aunque se tiene información de que en algunas tenerías también se curten pieles exóticas como la de avestruz. La etapa de limpieza (Ribera) es relativamente similar para todo tipo de piel, mientras que las

operaciones de acabado y, especialmente, las de curtido varían de acuerdo al origen de la piel y a las características que se busca impartir al cuero.

1. Variantes de los procesos de curtición

Bacardit, A. (2004), redacta que las variaciones en el proceso se ven influenciadas no solamente por factores técnicos, sino también por las condiciones económicas y sociales que imperan en este sector industrial, a nivel regional y nacional así como por una variedad de prejuicios. A continuación se dan algunos ejemplos:

- Es común que cada tenería utilice formulaciones propias, especialmente en el curtido, que son producto de su experiencia, por lo que las cantidades y tipos de productos químicos, así como los tiempos de operación pueden variar respecto a otra instalación.
- Generalmente, se tiene la idea de que la “estandarización” de los procesos disminuye la competitividad de las tenerías, ya que podría complicarles la aplicación de sus propias formulaciones de curtido.
- La percepción de que la optimización del consumo de agua y productos químicos (que disminuye la generación de residuos peligrosos, puede ser un riesgo económico ya que se piensa que puede afectar la calidad de sus productos).
- La infraestructura de cada tenería es muy variable, ya que depende de su producción, tamaño, acceso al crédito y políticas administrativas.
- La disponibilidad, nacional y local, de personal técnico con experiencia en el control ambiental de los procesos de producción de cuero es limitada.
- Las oportunidades de apoyo que pueden brindar las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico para la mejora de los procesos son ignoradas por la mayoría.

2. Etapas del proceso de curtición

Según Shreve, R. (2004), cada operación de las etapas en que se dividió el proceso global. Se analizan, en forma independiente, las operaciones del “Curtido vegetal” y “Curtido al cromo”. Es importante resaltar que, éste último tipo de curtido, es utilizado por casi todas las empresas y sus residuos contienen elementos que pueden causar daños al ambiente y a la salud humana, por lo que presentan un bajo grado de biodegradabilidad, aunque pueden reutilizarse. Asimismo, se describen por separado las operaciones de “Recurtido, Teñido y Engrase” y las del “Acabado”.


a. Etapa de Ribera

Para Durán, C. (2005), en la etapa de Ribera se recibe la piel (verde salada, en sangre o seca), se hidrata, se le quita el pelo y la endodermis, formada por proteínas y grasa; se aumenta el espacio interfibrilar y se eliminan las impurezas presentes. Las actividades de procesamiento de las pieles en la etapa de ribera se ilustran en los cuadros 1 y 2.

b. Proceso de curtido

Belda, A. (2006), expresa que en esta segunda etapa cuyo objetivo es evitar que las proteínas de la piel se pudran, el primer paso, antes de adicionar el curtiente, lo constituye el acondicionamiento que se conoce como piquelado. Esta operación puede considerarse como un complemento del desencalado, además de que detiene las reacciones enzimáticas que se llevan a cabo durante el “rendido” y prepara la piel para el curtido. La cal que se elimina al pH de la solución del “desencalado” y “rendido” (pH=8.3), es la que no ha reaccionado y se encuentra alojada en los espacios interfibrilares, sin afectar al calcio unido al colágeno. Durante el pickle se adicionan ácidos orgánicos e inorgánicos, que disminuyen el pH hasta un valor entre 3,5 y 1,8, dependiendo del tipo de artículo de cuero que se quiere fabricar, con lo cual se libera el calcio que se combinó con el colágeno.

Cuadro 1. DESCRIPCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DE RIBERA EN EL PROCESO DE CURTICIÓN CONVENCIONAL

Operación		Descripción y observaciones
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Piel verde salada, en sangre o seca</div> 		
1. Recepción	rutinaria	Operación de descarga y almacenaje temporal. Los camiones son descargados estibando las pieles para posteriormente, ser cargadas en los tambores o paletos. En algunas tenerías las pieles se parten por la mitad. La mayor parte de la piel se recibe húmeda conservada en salmuera, pero una baja proporción llega seca o en sangre. En este último caso debe ser procesada de inmediato
2. Remojo	rutinaria	<i>Operación de hidratación y limpieza de la piel, para eliminar vestigios de estiércol, sangre, productos empleados en la conservación, etc.</i> La piel en sangre solamente requiere un lavado. En el caso de piel de cerdo se realiza un desengrasado. La piel que se recibe mal conservada o seca se remoja con agua que contiene bactericidas y tensoactivos para reducir la velocidad de descomposición bacteriana. En la solución salina se disuelven parcialmente proteínas
3. Descarne en pelo	opcional	Operación mecánica para separar la endodermis, básicamente constituida por proteínas y grasa, de la piel con pelo.
4. Pelambre	rutinaria	Ataque químico para eliminar el pelo y la epidermis, aumentar la separación entre las fibras de colágeno de la piel, destruir proteínas no estructurales así como nervios, vasos sanguíneos, etc.
5. Lavado	rutinaria	Si se realiza el "inmunizado" se desprende el pelo, ya que el ataque es selectivo para el folículo piloso y se puede recircular el agua

Cuadro 2. DESCRIPCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DE RIBERA EN EL PROCESO DE CURTICIÓN CONVENCIONAL

Operación		Descripción y observaciones
1. <i>Descarne en cal</i> (<i>en piel en tripa</i>)	opcional	<ul style="list-style-type: none"> operación mecánica o manual, mediante la cual se retira de la piel la endodermis, formada por tejido proteico y grasa
2. <i>Dividido en cal</i>	opcional	<ul style="list-style-type: none"> separación de la capa "flor" (tejido papilar) de la carnaza, mediante una cuchilla sinfin
3. <i>Reencalado</i>	opcional	<ul style="list-style-type: none"> adición de cal para lograr mayor apertura interfibrilar, para dar a la piel una mayor suavidad
4. <i>Lavado</i>	opcional	<ul style="list-style-type: none"> lavado con agua para eliminar los residuos de la cal y otras impurezas
5. <i>Desencalado</i>	rutinaria	<ul style="list-style-type: none"> eliminación de la cal y productos alcalinos del interior de la piel utilizando ácidos orgánicos e inorgánicos, sales de amonio y bisulfito de sodio
6 <i>Rendido</i>	rutinaria	<ul style="list-style-type: none"> Eliminación con enzimas de las impurezas y sustancias que no son parte del material que se curte (colágeno). da una mayor flexibilidad al cuero
7. <i>Lavado</i>	rutinaria	<ul style="list-style-type: none"> lavado con o sin tensoactivos para frenar la acción de las enzimas y eliminar residuos de cal, grasa, sales y otras impurezas

↓

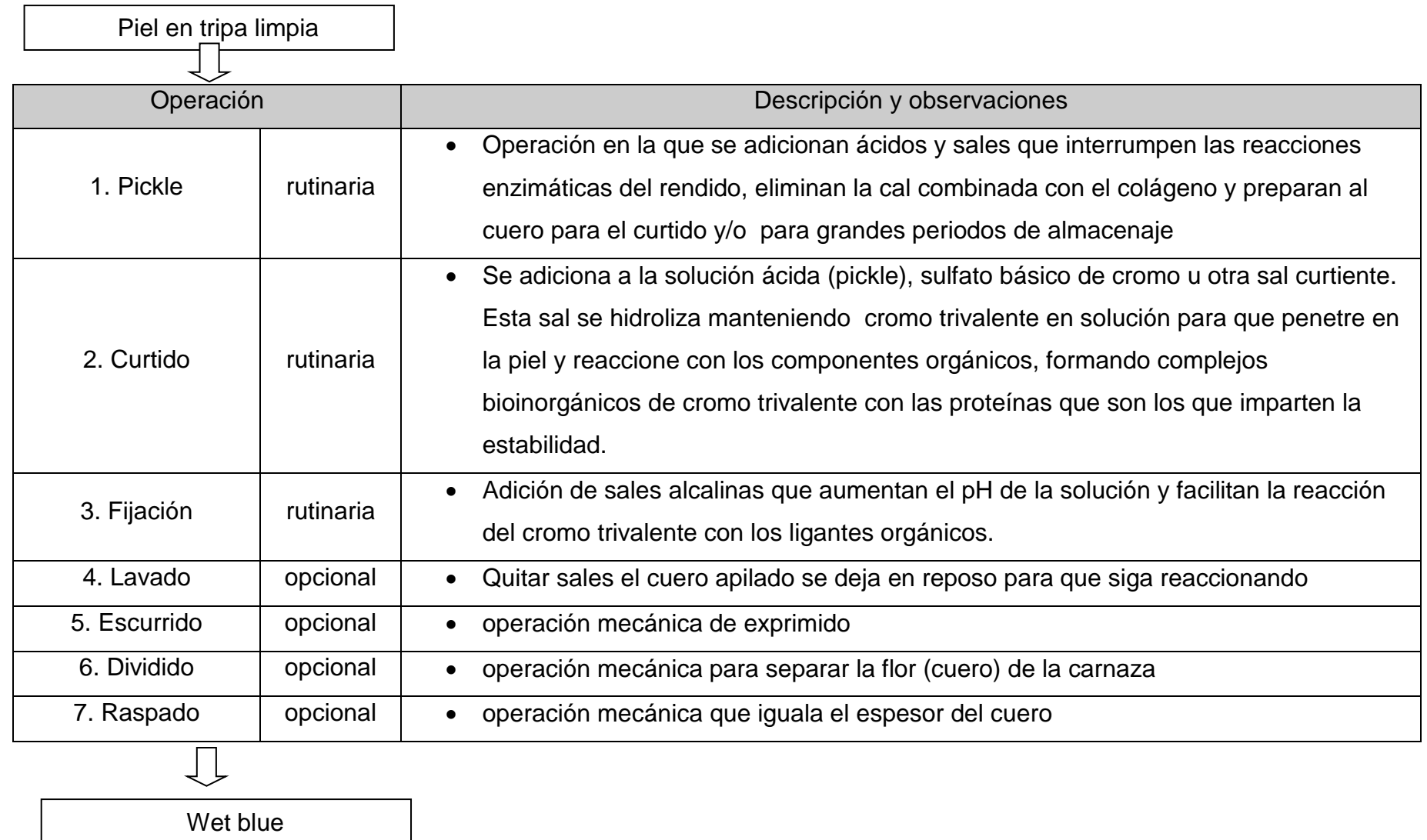
Curtición

Boaz, T. (2005), indica que una vez piquelada la piel se adicionan sustancias orgánicas (sintéticas o naturales); o inorgánicas (minerales) para que reaccionen con las proteínas de la piel. Los curtientes orgánicos más usados son: acacia, mimosa, quebracho, castaño, y cascalote. Todos ellos contienen compuestos orgánicos aromáticos, conocidos como taninos. Los curtientes inorgánicos son sales que liberan metales solubles que se hidrolizan (rompen los enlaces del agua) y se mantienen en solución. Cuando éstos se introducen en la piel, reaccionan con las proteínas formando compuestos de coordinación muy estables y la temperatura de contracción de la piel aumenta. El metal más utilizado es el cromo, también se usan aluminio o hierro; aunque en forma más limitada ya que las propiedades curtientes de estos dos últimos elementos son más débiles. Las sales de hierro generan pieles que se hinchan al lavarlas, inclusive cuando se utiliza cloruro de hierro al 75% de basicidad. Algunas sales de aluminio se usan como curtientes para obtener cuero blanco, por ejemplo alumbre potásico (sulfato hidratado de aluminio y potasio) utilizado desde la antigüedad; o sulfato de aluminio mezclado con óxidos de aluminio, o sales de aluminio básicas. El proceso se realiza en menos de 24 horas en tambores, que son cilindros de madera rotatorios, equipados con estacas que levantan y dejan caer las pieles a medida que giran. En ocasiones, se llevan a cabo el curtido con cromo y vegetal en forma combinada, con el objeto de impartir al producto características específicas. La etapa de curtición se describe en el (cuadro 3).

c. Recurtido, Teñido y Engrase “RTE”

García, G. (2006), cita que el recurtido imparte suavidad, elasticidad, llenura y cuerpo al cuero, mediante el empleo de curtientes que, como en el caso de la etapa anterior, pueden ser de origen inorgánico, generalmente sales de cromo o aluminio, o de origen orgánico. Como en la etapa anterior, la principal diferencia entre el recurtido mineral y el vegetal, la constituye el tipo de curtientes utilizados. El teñido es un proceso químico que imparte color al cuero que se lleva a cabo en el tambor. El teñido puede dar color solamente a nivel superficial o atravesar el espesor de todo el cuero.

Cuadro 3. DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE CURTICIÓN DE RIBERA EN EL PROCESO DE CURTICIÓN CONVENCIONAL



Durán, C. (2005), menciona que el engrase en el que se utilizan aceites de origen natural o sintético, tiene por objeto lubricar las fibras e impartir al cuero propiedades físicas que le aportan características que exige el mercado como es la elasticidad, suavidad o dureza, hidrofobicidad, textura, tacto, elongación, conductividad térmica, peso específico, etc. El escurrido y estirado son operaciones mecánicas para extraer el excedente de agua interfibrilar que se acumuló durante las operaciones anteriores de esta etapa, así como estirar y alisar los cueros utilizando una máquina que funciona con una cuchilla helicoidal. Finalmente, la última operación de esta etapa es el secado para evaporar el agua que contiene el cuero hasta alcanzar valores de humedad entre 14 y 16%. El cuero recurtido se conoce como cuero en crust.

d. Acabado

García, G. (2006), enseña que la última etapa se denomina “Acabado” y comprende operaciones mecánicas que se realizan para impartir las características específicas que el mercado impone a cada tipo de producto, como puede ser el grabado, laqueado, etc.

B. MATERIA PRIMA E INSUMOS UTILIZADOS EN LA CURTICIÓN DE PIELES

1. Piel

Hidalgo, L (2004), indica que la piel es una estructura externa de los cuerpos de los animales. Es una sustancia heterogénea generalmente cubierta de pelo o lana y formada por varias capas superpuestas. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora, pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como: Regular la temperatura del cuerpo, elimina las sustancias de desecho, alberga órganos sensoriales que nos facilitan la percepción de las sustancias térmicas, táctiles y sensoriales, almacena sustancias grasas, protegen al cuerpo de entrada de bacterias. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ella muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente, estado de salud. La estructura de las pieles varía según la

especie, hábitos de vida, estación del año, edad, sexo y crianza que hayan recibido hasta la faena.

a. Pieles de bovinos

Frankel, A. (2009), indica que los cueros bovinos tanto de vacas como de vaquillonas, están constituidos por un tejido fibroso y elástico que una vez procesado dan un corte y grano aptos para su uso en confecciones finas. En el caso de novillos, novillitos y torunos jóvenes sus cueros son de mayor espesor y el tejido conjuntivo es menos elástico, dando un corte y grano más grueso. En general los vacunos jóvenes dan cueros de mayor calidad que los adultos. Las pieles de becerro poseen una estructura más fina debido a que los folículos capilares son más pequeños y están mucho más juntos entre sí. Estas pieles provienen de terneros lecheros machos que son faenados cuando su desarrollo permite obtener un razonable rendimiento carnicero.

Gómez, J. (2017), manifiesta que el sacrificio del animal es una operación primaria de desintegración donde la canal representa el principal producto a obtener, pero no es el único, siendo el cuero, las vísceras, la sangre, la cabeza y patas y la sangre, componentes que representan algo menos del 50 % del peso del animal. Dentro de este denominado "cinco cuartos", el cuero es el que aporta un mayor beneficio adicional al matadero, soliendo representar, en la actualidad, un 3-4 % del valor del beneficio obtenido por animal en matadero. Aun así, para el ganadero, solamente la pesada en el gancho (que depende mucho de la edad, el sexo, de la raza y del grado de terminación), es de lo que obtiene beneficios. Las características de los cueros (peso, espesor, elasticidad, pliegues.) varían según la raza, sexo, estado nutricional y agentes ambientales. Los cueros son más gruesos, elásticos y turgentes en los animales bien alimentados; y más finos en los estabulados que en los de pastoreo y de montaña. En general, los cueros de los animales de pasto son superiores a los estabulados. La piel de los animales de razas especializadas es más suave, delgada y flexible que las raza más rústicas; la edad y el sexo de los animales también es vital pues la piel de las hembras es más fina y delgada que la de los machos, y la consistencia y flexibilidad de las

pieles de los animales jóvenes es mayor que en adultos. Las pieles que más interesan por su volumen de faena son las vacunas, tanto en verde como conservadas. El curtidor, a medida que va recibiendo las pieles en su establecimiento, selecciona las bien conformadas y con espesor lo más uniforme posible en toda su superficie, buscando que las diferencias de grosor en las distintas partes sean mínimas.

b. Pieles de caprinos

García, G. (2006), infiere que de esta especie se obtienen pieles muy finas destinándose estas a la confección de zapatos, de alto precio, guantes y otras obras. De los animales más jóvenes se obtienen cueros más finos y de mayor valor como es la cabritilla. La piel de cabra en cambio, posee una estructura más fibrosa y compacta. Las propiedades que fundamentalmente definen la calidad de la piel son integridad, espesor, elasticidad, flexibilidad y resistencia, las pieles integras sin alterar tienen mucho más valor para la industria que aquellas que presentan alteraciones en algunas de sus regiones. La unión de las pieles homogéneas posibilita la fabricación de vestidos de corte uniforme más atractivos para el comprador. El espesor de la dermis está ligado a las posibilidades de utilización industrial de las pieles, cuando es demasiado gruesa se dificultan o imposibilitan las operaciones de curtido y teñido por lo que la industria prefiere las pieles finas. Las pieles duras poco flexibles se hacen quebradizas y demasiado blandas después del teñido son poco resistentes y elásticas. Otras propiedades definitorias de la calidad de las pieles son su tamaño, color y tipo de lana, las pieles de los adultos de mayor superficie que la de los corderos son menos elásticas, están alteradas y se curte peor por lo que un incremento del tamaño de la piel supone una pérdida de calidad, aunque lo que se gana en superficie puede compensar la peor calidad; por ello la industria se interesa también por las pieles adultas, el color blanco claro uniforme y sin manchas facilita el teñido siendo por ello el más deseable e las labores de pieles con lana se prefieren las que tienen lana blanca corta y fina.

c. Pieles de equinos

Herfeld, H. (2004), expresa que los cueros de equinos son de menor calidad que los vacunos. Se los pueden dividir en dos zonas:

- La sección delantera tiene una piel relativamente liviana siendo su textura muy similar a algunos tipos de cueros caprinos;
- La sección relacionada con la región de los cuartos traseros se caracteriza por ser una piel mucho más gruesa y compacta.

d. Pieles de ovinos

Bacardit, A. (2004), indica que la piel de los ovinos es fina, flexible y extensible. En general las de mayor calidad se obtienen de aquellas razas cuya lana es de escaso valor y de animales jóvenes. Son utilizadas para la fabricación de guantes, zapatos, bolsos, etc. A diferencia de lo que sucede con el ganado bovino, la mayoría de las razas ovinas se crían principalmente por su lana o para la obtención de carne como de lana, siendo las mejores las razas exclusivamente para carne. Las pieles ovinas de más calidad las proporcionan aquellas razas cuya lana es de escaso valor. Los animales jóvenes son los que surten a la industria de las mejores pieles, de los animales viejos solamente se obtienen cueros de regular calidad. El destino de estas pieles, cuyo volumen de faena las hace muy interesantes, es generalmente la fabricación de guantes, zapatos, bolsos, etc. dado que la oveja está protegida fundamentalmente por la lana, la función primordial de la piel consiste en coadyuvar al crecimiento de las fibras lanares. En general se puede decir que la piel de los ovinos es fina, flexible, extensible y de un color rosado.

e. Pieles de cerdos

Hidalgo, L. (2004), señala que la estructura de la piel del cerdo doméstico posee una capa de grasa ubicada por debajo de la piel superficial, presenta poco pelo. El tejido es relativamente compacto y resistente, con gran acumulación de sustancia

alimenticia. Debido a la característica implantación que tienen los pelos en los porcinos, sus cueros son porosos con orificios abundantes, siendo fuertes y suaves.

2. Productos químicos

Gómez, J. (2017), indica que las sustancias curtientes tienen la propiedad de que sus soluciones al ser absorbidas por las pieles transforman a estas en cueros. Los curtientes vegetales pueden ser naturales, sin ninguna clase de tratamientos o se pueden colorear y tratar químicamente; casi todas las plantas contienen sustancias curtientes, pero sólo se usan aquellas especies que permiten un alto rendimiento y buena calidad de extracto. Los extractos más importantes en la industria son aquellos que provienen de la corteza, hojas, tallos, frutos y madera de diferentes especies. En la región chaqueña se utiliza principalmente el extracto de quebracho que se elabora del duramen del árbol, conteniendo alrededor del 65% a 70% de tanino, con un 6-10% de materiales insolubles cuando es de buena calidad.

Gansser, A. (2006), señala que en la casa de limpieza, se procesan las pieles, eliminando la grasa, carne y pelo, en preparación para la operación de curtiembre. Las aguas servidas contienen, tierra, sal, aceite, grasa, carne, pelo, etc. Gran parte de los sólidos se recuperan para venderlos a las plantas de extracción de grasa. Los desperdicios tienen un alto nivel de alcalinidad, sulfuro, nitrógeno, sólidos disueltos y suspendidos, aceite y grasa y mucha demanda de oxígeno bioquímico y química. El propósito del proceso de curtiembre es producir un material duradero que no esté sujeto a descomposición por mecanismos físicos o biológicos. Antes de curtir las pieles, es necesario ablandar las pieles en baños alcalinos y salados, produciendo aguas servidas con un alto contenido de ácidos y sales. El proceso de curtiembre se efectúa, lixiviando las pieles con cromo, tanino vegetal, alumbre, sales metálicas y formaldehído. Esta operación produce una gran cantidad de aguas servidas. La solución de curtiembre de cromo, luego de usarla, manifiesta poca demanda de oxígeno bioquímico o químico, y tiene pocos sólidos suspendidos, sin embargo, puede contener importantes concentraciones de cromo, que es un metal tóxico. Por otra parte, la solución vegetal para curtiembre exige una gran cantidad de oxígeno bioquímico y su color es muy intenso. Las

operaciones de recurtimiento, teñido y licor grasoso constituyen el tercer paso del proceso. Generalmente, las tres operaciones se efectúan en un solo tambor y consisten en la introducción de la solución de curtimiento (recurtimiento), tintas y aceites para reemplazar los aceites naturales de las pieles (licor grasoso). El proceso genera alta resistencia un bajo volumen de afluentes concentrados que contienen aceite y color. Las operaciones de acabado son: secar, revestir, sujetar con estacas, sembrar, pegar y lavar las pieles. Las dos últimas operaciones producen alta resistencia bajos volúmenes de afluentes concentrados

C. CALIDAD DEL AGUA

Grozza, G. (2007), dice que en vista de la complejidad de los factores que determinan la calidad del agua y la gran cantidad de variables utilizadas para describir el estado de los cuerpos de agua en términos cuantitativos, es difícil dar una definición simple de "calidad del agua". Además, los conocimientos sobre calidad del agua han evolucionado a través del tiempo a medida que ha aumentado su demanda en diferentes usos y han mejorado los métodos para analizar e interpretar sus características. La calidad de un ambiente acuático se puede definir como:

- Una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas, y
- La composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. La calidad presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos al cuerpo de agua.

1. Clasificación del agua

Cárdenas, S. (2000), menciona que el agua se puede clasificar en base al origen o al tratamiento que ha sido aplicado.

a. Agua cruda o en estado natural (sin tratamiento)

Cárdenas, S. (2000), indica que el término agua cruda se refiere al agua que se encuentra en el ambiente (lluvia, superficial, subterránea, océanos, etc.), que no ha recibido ningún tratamiento ni modificación en su estado natural. Entendiendo por fuente el recurso hídrico del cual una comunidad se abastece de agua, se puede afirmar que la calidad del agua que se encuentra en forma natural depende de la posición geográfica, origen (mar, subterránea, superficial) y hábitos de los pobladores. Las fuentes principales de abastecimiento de agua en nuestro medio son las aguas superficiales y las aguas subterráneas.

Degremont, F. (2009), indica que las aguas superficiales están constituidas por quebradas, ríos, lagos, embalses, etc. Según su origen, los ríos que nacen cerca de zonas mineras son generalmente aguas ácidas y los ríos montañosos tienen agua con temperaturas más bajas que los que recorren los valles, etc. Fenómenos naturales como la erosión arrastran sedimentos que hacen variar la calidad del agua de los ríos, quebradas, etc. Tal vez la causa más importante en la variación de la calidad del agua original de una fuente superficial es la actividad humana. Actividades como la industria, el uso extensivo de pesticidas y abonos en la agricultura, la explotación minera, la descarga de basuras y el vertimiento de los desechos domésticos son los causantes del deterioro en que se encuentran actualmente nuestros ríos, lagos y quebradas. La densidad habitual se disminuye desde el momento en que los puentes de hidrógeno se abren. Las características de las aguas no tratadas son:

- La viscosidad, tensión superficial y resistencia específica disminuyen.
- La mayor refracción es gracias a la menor presencia de sólidos que, de alguna manera, obstaculizan el paso de la luz.
- El olor es nulo por la ausencia de gases, ya que éstos se liberan al abrirse la estructura.

- El sabor, por consiguiente, al precipitarse los sólidos y ante la ausencia de gases que le dan esa característica, disminuye o desaparece; por otro lado, en el caso de aguas sulfurosas o fétidas, las cualidades que se mencionan se detectan en forma ligera por la tremenda carga de material orgánico y gases que no alcanzan a ser desechados en forma total, ya que los mismos sólidos están generando más reacciones químicas y gasificaciones.

b. Aguas residuales

Robinson, R. (2004), señala que se define el agua residual como aquella que ha sido utilizada en cualquier uso benéfico. El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental para el diseño, operación y control de los sistemas de aguas residuales (recolección y tratamiento). La disposición de los efluentes industriales, aquellos provenientes de curtiembres son uno de los más complejos, en lo que se refiere a su tratamiento, principalmente, debido a la composición y origen de los contaminantes.

Gómez, J. (2017), reporta que no solo la legislación, tanto en los países desarrollados como también en este último ha influido en el desarrollo y refinamiento de los procesos relacionados con la disposición de lodos generados por los sistemas de depuración han impulsado la modernización del tratamiento. En el presente trabajo se presentará el concepto técnico en el que se basa el moderno sistema de tratamiento de efluentes de la industria curtidora. Sobre la base de ejemplos se ilustrará la economía de escala y los costos de este tratamiento.

c. Agua tratada (agua potable)

Joan, B. (2002), indica que se entiende por agua tratada aquella a la cual se le han variado o cambiado sus características físicas, químicas y biológicas con el propósito de utilizarla en algún uso benéfico. La calidad del agua tratada depende del uso que se le vaya a asignar o a dar. Por ejemplo, la calidad del agua para consumo humano o la utilizable para riego tienen una calidad

diferente a la calidad del agua requerida por un determinado sector industrial. La mayoría de los seres humanos no nos importa mucho el tema del agua potable, normalmente dejamos este tipo de responsabilidades a las empresas de tratamiento de agua de cada localidad o ciudad. Sin embargo, cada persona debería ser consciente de las características del agua potable, con el fin de contribuir mejor a la salud de sí mismos y de sus familias. Cuando se purifica el agua, una de las cosas más importantes es que después de todo su proceso, está ya no cuenta con ese tipo de sustancias que la hacen tóxica y nada saludable para el consumo humano ni animal. El agua que se considera pura, no debe contener las siguientes sustancias:

- Plomo: El plomo es una de las sustancias más tóxicas que se encuentran en el medio. Es venenoso y causa la muerte. Se dice que este tipo de sustancia no se encuentra mucho en aguas poco profundas, pero con las constantes industrias cerca de los ríos, es algo bastante probable en esta actualidad.
- Zinc: Una de las sustancias que se eliminan fácilmente con el proceso de purificación del agua, la mala noticia, es que el agua purificada se contamina de zinc gracias a las tuberías oxidadas o mal tratadas. Recordemos que nunca somos conscientes del recorrido que el agua hace por las tuberías. La mayoría de las veces, por no decir todas, el agua sufre de contaminación, gracias al mal estado de las tuberías. De la misma forma que el zinc, el cobre también otra de las sustancias que tienen presencia por medio de las tuberías.
- Yodo: El yodo es normalmente una sustancia que se encuentra dentro del agua pero que en cantidades muy grandes puede afectar el correcto funcionamiento del organismo. Recordemos que el cuerpo humano tiene cantidades de yodo, que si las sobrepasamos podemos dañar la glándula que lo controla.

Metcalf, E. (2002), expresa que las características del agua potable, deben cumplir ciertas reglas en el color, el sabor y el olor.

- Características relacionadas con el color: El color del agua depende exclusivamente del tipo de sustancias que tiene. Es decir la presencia de ciertas sustancias más que otras determinan el color del agua. Normalmente el agua que consideramos potable, es aquella que presenta un color transparente o blanco, esto debe a la presencia del cloro, sustancia que ayuda a eliminar las bacterias que no son benéficas para el consumo del hombre y de los animales. El color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro y manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de las industrias. El color en el agua doméstica puede manchar los accesorios sanitarios y opacar la ropa. Las pruebas se llevan a cabo por comparación con un conjunto estándar de concentraciones de una sustancia química que produce un color similar al que presenta el agua
- Características de Sabor: El sabor del agua también es algo que depende la presencia de sustancias y de bacterias. También es verdad que el agua potable tiene un sabor a cloro. Con el tiempo las personas estamos habituadas a este tipo de sabor, por lo que consideramos que es algo normal propio del agua, Los sabores y olores se deben a la presencia de sustancias químicas volátiles y a la materia orgánica en descomposición. Las mediciones de los mismos se hacen con base en la dilución necesaria para reducirlos a un nivel apenas detectable por observación humana.
- En cuanto al Olor: También es algo que depende de la descomposición de material biológico. El olor del agua purificada también tiene aspectos de cloro.
- La turbidez además de que es objetable desde el punto de vista estético, puede contener agentes patógenos adheridos a las partículas en suspensión. El agua con suficientes partículas de arcilla en suspensión (10 unidades de turbidez), se aprecia a simple vista. Las fuentes de agua superficial varían desde 10 hasta 1.000 unidades de turbidez, y los ríos muy opacos pueden llegar a 10.000 unidades. Las mediciones de turbidez se basan en las propiedades ópticas de la suspensión que causan que la luz se disperse o se absorba. Los resultados se comparan luego con los que se obtienen de una suspensión estándar.

Joan, B. (2002), señala que el agua contiene diversas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella. Desde el momento que se condensa en forma de lluvia, el agua disuelve los componentes químicos de sus alrededores, corre sobre la superficie del suelo y se filtra a través del mismo. Además el agua contiene organismos vivos que reaccionan con sus elementos físicos y químicos. Por estas razones suele ser necesario tratarla para hacerla adecuada para su uso como provisión a la población. El agua que contiene ciertas sustancias químicas u organismos microscópicos puede ser perjudicial para ciertos procesos industriales, y al mismo tiempo perfectamente idóneo para otros. Los microorganismos causantes de enfermedades que se transmiten por el agua la hacen peligrosa para el consumo humano, como se ilustra en la (gráfico 1).

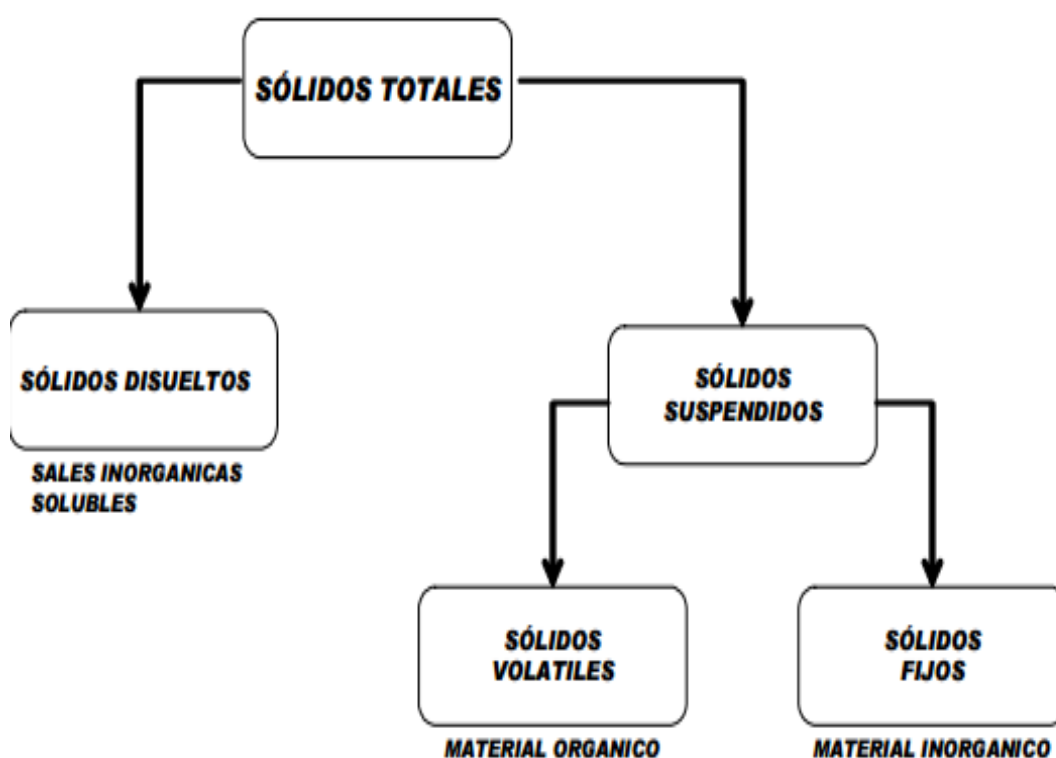


Gráfico 1. Sólidos diluidos y disueltos en aguas tratadas.

Ramalho, R. (2007), explica que las aguas subterráneas de áreas con piedra caliza pueden tener un alto contenido de bicarbonatos de calcio (dureza) y requieren procesos de ablandamiento previo a su uso. De acuerdo al uso que se le dará al agua, son los requisitos de calidad de la misma. Por lo común la calidad se juzga como el grado en el cual se ajusta a los estándares físicos, químicos y biológicos

fijados por normas nacionales e internacionales. Es importante conocer los requisitos de calidad para casa uso a fin de determinar si se requiere tratamiento y qué procesos se deben aplicar para alcanzar la calidad deseada. Los estándares de calidad también se usan para vigilar los procesos de tratamiento y corregirlos de ser necesario. El agua se evaluará en cuanto a su calidad ensayando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas.

Montufar, T. (2016), reporta que es necesario que los ensayos que evalúan dichos parámetros de calidad, deben tener aceptación universal a fin de que sean posibles las comparaciones con los estándares de calidad. Las sustancias químicas que se enumeran bajo el título de estéticas, se han limitado, porque causan sabores, olores o colores indeseables y a menos que se encuentren en gran exceso, no causan inconvenientes en la salud. De las características que se enumeran bajo la categoría salud se sabe que afecta de forma importante a los humanos, el hecho de que se excedan los límites especificados es razón suficiente para rechazar el consumo del agua.

2. Parámetros del agua

Shreve, R. (2004), expone que para saber qué tan pura o qué tan contaminada está el agua es necesario medir- ciertos parámetros. Los parámetros de calidad del agua están clasificados en físicos, químicos y microbiológicos. Como se puede intuir existen muchos parámetros, muchas formas y varios métodos para medir dichos parámetros.

a. pH

Según Armendáriz, Z. (2017), el pH es el término utilizado para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua. Por convención está definido como:

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

Pimentel N. (2016), informa que por análisis químicos se sabe que el pH siempre se encuentra en una escala de 0 a 14. La escala de valores del pH se asemeja a la de un termómetro. Mientras que la escala de un termómetro mide la intensidad de calor, el pH mide la intensidad de la acidez o basicidad. Es importante decir que el pH mide el grado de acidez o de alcalinidad pero no determina el valor de la acidez ni de la alcalinidad. El pH se puede medir en el campo o en el laboratorio por medio de instrumentos electrónicos (pHchímetro).

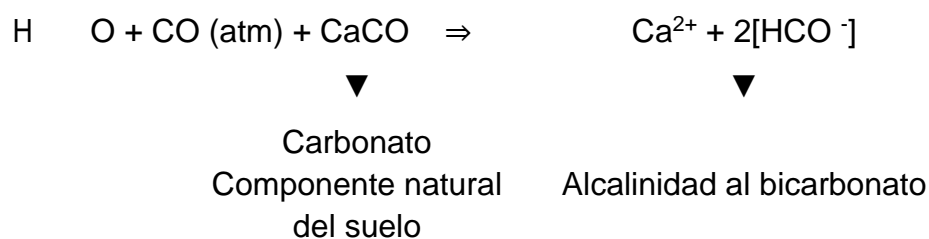
b. Conductividad

Según Pérez, M. (2016), la conductividad es un indicativo de las sales disueltas en el agua y mide la cantidad de iones especialmente de Ca, Mg, Na, P, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. Se mide en micromhos/cm o Siemens/cm. La conductividad es una medida indirecta de los sólidos disueltos. De acuerdo con la experiencia se pueden correlacionar con la siguiente expresión: Sólidos totales disueltos (mg/L) = 0,55 a 0,7 * conductividad ($\mu\text{mhos/cm}$). Las aguas que contienen altas concentraciones de conductividad son corrosivas.

c. Dureza

Shreve, R. (2004), expone que se denomina dureza a la propiedad que tienen ciertas aguas de cortar el jabón, es decir, requieren grandes cantidades de jabón para producir espuma. Las aguas duras también tienen la particularidad de que a elevadas temperaturas forman incrustaciones en los equipos mecánicos y las tuberías. Por ejemplo, cuando el agua que alimenta una caldera es dura se forman incrustaciones que llegan a taponarla y en muchos casos han llegado hasta a hacerla explotar. Las aguas duras, fuera de las molestias ocasionadas con el jabón, no presentan ningún problema sanitario. Sin embargo, si van a ser utilizadas en la industria, deben ser tratadas. El proceso que se utiliza para remover la dureza se llama ablandamiento o suavización. La dureza la ocasiona la presencia de cualquier catión bivalente en el agua, principalmente Ca^{2+} y Mg^{2+} . La dureza ingresa al agua

en el proceso natural de disolución de las formaciones rocosas presentes en el suelo.



Pimentel, N. (2016), menciona que las aguas que presentan una elevada dureza con de naturaleza alcalina. La dureza carbonácea (DC), a menudo referida como dureza al bicarbonato o dureza temporal, se presenta en el agua cuando los iones de Ca^{2+} y Mg^{2+} se combinan con la alcalinidad natural. Las siguientes características son aplicables a la DC:

- La dureza carbonácea se puede remover a elevadas temperaturas debido a que los iones carbonato y bicarbonato se precipitan.
- Las incrustaciones causadas por la dureza carbonácea se disuelven aplicando una solución ácida y luego limpiando.
- La dureza carbonácea también se puede remover aplicando cal para formar precipitados.

Hinostrosa, L. (2017), menciona que la dureza no carbonácea (DNC), referida comúnmente como dureza permanente, esta es ocasionada por la presencia de sulfatos, cloruros o nitratos de Ca^{2+} y Mg^{2+} . Es importante notar que la dureza no carbonácea no se puede remover elevando la temperatura. Las sales que ocasionan este tipo de dureza son insolubles, por lo tanto, el tratamiento con cal o con soluciones ácidas no es efectivo. Aguas con más de 300 mg/L de dureza es necesario tratarlas, así sea que se vayan a utilizar para uso doméstico. La dureza se mide en el laboratorio por titulación (método del EDTA) y los resultados se reportan en mg/L de CaCO_3 . La clasificación del agua según el grado de dureza se describe en el (cuadro 4).

Cuadro 4. CLASIFICACIÓN DEL AGUA SEGÚN EL GRADO DE DUREZA.

Tipo	Dureza carbonácea	Dureza no carbonácea
Blandas	0 mg/L	75 mg/L de CaCO ₃
Moderadamente duras	75 mg/L	150 mg/L
Duras	150 mg/L	300 mg/L
Muy duras	300 mg/L	o más

Fuente: Hinostrosa, L. (2017).

D. SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA

Espinoza, T. (2016), indica que el tratamiento de aguas industriales es quizá una de las operaciones más comunes que existe en toda industria. Se dispone de distintos métodos de tratamiento del agua que emplean tecnología simple, de bajo costo. Estos métodos incluyen coagulación, sedimentación y filtración.

- **Coagulación:** La coagulación consiste en neutralizar la carga, generalmente electronegativa, de los coloides presentes en el agua, quedando estos en condiciones de formar flóculos. Este proceso se consigue introduciendo en el agua un producto químico denominado coagulante, para cambiar el comportamiento de las partículas en suspensión, este hace que las partículas, que anteriormente tendían a repelerse 21 unas de otras, sean atraídas las unas a las otras o hacia el material agregado. La coagulación ocurre durante una mezcla rápida o el proceso de agitación que inmediatamente sigue a la adición del coagulante.
- **Sedimentación:** Consiste en separar de una suspensión un fluido claro, que sobrenade la superficie, y un lodo con una concentración elevada de materias sólidas que se depositan por efecto gravitacional y por tener peso específico

mayor que el fluido. La sedimentación se realiza en unidades o reactores en los cuales teóricamente, la masa líquida se traslada de un punto a otro con movimiento uniforme y velocidad constante. Las partículas aglomerables se obstaculizan mediante la sedimentación antes de unirse, una vez lograda la unión ganan peso y se precipitan a velocidad creciente en el tiempo.

- **Filtración:** La filtración consiste en la remoción de sólidos coloidales y suspendidos contenidos en el agua mediante su flujo a través de lechos porosos de partículas sólidas para realizar a adherencia y posterior evacuación de las partículas a remover. Según el tamaño, el tipo y la profundidad del filtro, y la tasa de flujo y las características físicas del agua subterránea, los filtros pueden extraer los sólidos en suspensión, los patógenos y ciertos productos químicos, sabores y olores.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental y los análisis de laboratorio se realizaron en el Laboratorio de curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, y los análisis físicos se los realizó en el Laboratorio de Análisis de Calidad y resistencias Físicas de la FCP, ubicados en el kilómetro 1½ de la Panamericana sur, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. La presente investigación tuvo una duración de 67 días dentro de la ejecución de cada una de las actividades que contemplan la verificación de la influencia de la calidad del agua en el proceso de curtido, como se indica en el (cuadro 5).

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

VARIABLE METEOROLÓGICA	Valor	Unidad
Temperatura promedio	14	°C
Humedad	63-82	%
Presión	1015-1020	hPa
Velocidad del viento	4-7	Km/h

Fuente: Estación meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. (2016).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para poder comprobar las hipótesis planteadas en función a los objetivos (verificación de la influencia de la calidad del agua sobre el proceso se curtido) se realizó la evaluación de la calidad del producto obtenido es decir se curtió pieles ovinas, para posteriormente relacionar los resultados obtenidos con los parámetros de calidad del agua utilizada en la etapa de curtición. Se aplicarán 2 tratamientos y 8 repeticiones por tratamiento se utilizaron 16 unidades experimentales.

C. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES

1. Materiales

- 16 pieles ovinas
- Mandiles
- Percheros
- Raides de distintas dimensiones
- Candado
- Mascarillas
- Botas de caucho
- Guantes de hule
- Tinas
- Tijeras
- Mesa
- Cuchillos de diferentes dimensiones
- Peachimetro
- Termómetro
- Cronómetro
- Tableros para el estacado
- Clavos
- Felpas
- Cilindro de gas
- Cocineta
- Mandil

2. Equipos

- Bombos de remojo
- Bombos de curtido
- Máquina divididora
- Toggling

- Equipo de flexometría
- Abrazaderas
- Pinzas superiores sujetadoras de probetas.
- Calefón

3. **Productos químicos**

- Cloruro de sodio
- Formiato de sodio
- Sulfuro de sodio
- Cal
- Ácido fórmico
- Bisulfito de sodio
- Rindente
- Diesel
- Basificante
- Deslizante
- Cromo
- Gluta aldehído
- Bicarbonato de sodio
- Rellenante de faldas
- Resina acrílica
- Estireno maleico
- Anilina color café
- Ester fosfórico
- Parafina Sulfoclorada
- Grasa Sulfitada
- Cera
- Compacto
- Pigmentos
- Uretano de anclaje
- Uretano de cobertura

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la valoración de la relación existente entre los parámetros de calidad del agua utilizada en la etapa de curtición con las características de calidad del cuero obtenido se establecieron dos tratamientos. En el primer tratamiento se utilizó agua de carácter potable y en el segundo tratamiento agua subterránea, en vista a que el agua de dichas fuentes difiere en calidad por el tratamiento al cual ha sido expuesta. Además para verificar la repetitividad de los resultados se realizó 8 repeticiones por tratamiento. Por tratarse de un estudio comparativo se utilizó una estadística descriptiva, en la cual se comparó los resultados del acabado que fue preparado con agua potable con los acabados con agua subterránea.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Determinación de la calidad del cuero

a. Físicas

- Resistencia a la tensión, N/ cm².
- Porcentaje de elongación, %.

b. Sensoriales

- Llenura, puntos.
- Blandura, puntos.
- Redondez, puntos.

2. Determinación de la calidad del agua

- pH
- Dureza

- Conductibilidad eléctrica
- Oxígeno disuelto

3. Económicos

- Costo del cuero por pie cuadrado, USD.
- Relación beneficio costo, USD.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN

Para determinar estadísticamente la validez de las hipótesis y determinar el grado de influencia que presenta el tipo de agua utilizado en el acabado en húmedo sobre la calidad del cuero terminado se aplicaron las siguientes herramientas de carácter estadístico:

- Estadísticas descriptivas (media, mediana y moda).
- Medidas de dispersión, (varianza, desviación estándar).
- Histogramas de frecuencia.
- Prueba de t-student.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Caracterización de las muestras de agua a utilizarse dentro del proceso de acabado en húmedo

a. Muestras de agua subterránea

Para la toma y caracterización de las muestras de agua subterránea (cruda); en primer lugar se debe definir el cuerpo de agua del cual se va a extraer el agua para el proceso de acabado en húmedo. Para la selección del cuerpo de agua se debe considerar lo siguiente:

- Disponibilidad de un caudal suficiente para alimentar el proceso de acabado en húmedo.
- Cercanía del laboratorio de curtición.
- Cuerpo de agua superficial, o de escoger un cuerpo de agua subterránea, se consideró la disponibilidad de un sistema de bombeo a la superficie.
- Verificar que no exista vertido de aguas residuales domésticas o industriales, corriente arriba de donde se captó el agua para el proceso de acabado en húmedo.

Para la toma de la muestra se consideró un punto en el cual no exista acumulación de lodos en el fondo, o que no exista material sobrenadante que pueda contaminar la muestra. Para la toma de la muestra se utilizó recipientes limpios, sellados y etiquetados con información relevante al lugar y tipo de muestra. La muestra fue llevada inmediatamente al laboratorio para realizar la valoración de los parámetros a medir.

b. Muestras de agua potable

Para la toma de la muestra de agua potable se verificó que la llave o válvula de la cual se realizó el muestreo sea alimentada directamente de la red de agua potable de la ciudad, evitándose la toma de muestra de tuberías que provengan de cisternas o reservorios, en vista a que la calidad se ve modificada. Para la toma de la muestra se abrió la llave o la válvula y esperar 5 minutos hasta la toma de la muestra, para que el agua que sale en ese lapso de tiempo arrastre las impurezas y no afecte a la muestra. Una vez que fue tomada la muestra etiquetó e inmediatamente llevada al laboratorio para realizar su correspondiente análisis.

2. Proceso de producción

Para la presente investigación se utilizaron 16 pieles ovinas de animales adultos, provenientes de la provincia de Chimborazo, adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba, una vez compiladas las pieles se procedió al sorteo aleatorio ubicando

los tratamientos y las repeticiones en el orden que el sorteo así lo asigne con el fin de evitar que la investigación fuera realizada sin ningún tipo de sesgo, y proporcionando las mismas condiciones a cada una de las unidades experimentales, las cuales fueron sometidas al siguiente procedimiento:

a. Remojo

- Se pesaron las pieles ovinas frescas y en base a este peso se trabajó realizando un baño con agua al 200% a 25°C de temperatura ambiente.
- Luego se disolvió 0,05% de cloro más 0.2% de tenso activo, se mezcló y dejó 1 hora girando el bombo y se eliminará el baño.

b. Pelambre por embadurnado

- De nuevo se pesaron las pieles y en base a este peso se preparó las pastas para embadurnar y depilar, con sulfuro de sodio, en combinación con el 3,5% de cal, disueltas en 5% de agua; esta pasta se aplicó a la piel por el lado carnes, con un dobles siguiendo la línea dorsal para colocarles una sobre otra y se dejaron en reposo durante 12 horas, para luego extraer la lana en forma manual.
- Posteriormente se pesó las pieles sin lana para en base a este nuevo peso se preparó un nuevo baño con el 100% de agua a temperatura ambiente al cual se añadió el 1,5% de sulfuro de sodio y el 1% de cal y se giró el bombo durante 3 horas y se dejó en reposo un tiempo de 20 horas y se eliminó el agua del baño.

c. Desencalado, rendido y piquelado

- Luego se lavó las pieles con 100% de agua limpia a 30°C, más el 0,2% de formiato de sodio, se rodó el bombo durante 30 minutos; posteriormente se eliminó el baño y se preparó otro baño con el 100% de agua a 35°C más el 1% de bisulfito de sodio y el 1% de formiato de sodio, más el 0,2% de producto

rindiente y se rodó el bombo durante 90 minutos; pasado este tiempo, se realizó la prueba de fenolftaleína para lo cual se colocaron 2 gotas en la piel para ver si existe o no presencia de cal, y que debió estar en un pH de 8,5. Posteriormente se botó el baño y se lavó las pieles con el 200% de agua, a temperatura ambiente durante 30 minutos y se eliminó el baño.

- Luego se preparó un baño con el 60% de agua, a temperatura ambiente, y se añadió el 10% de sal en grano blanca, y se rodó 10 minutos para que se disuelva la sal para luego adicionar el 1,5 de ácido fórmico; diluido 10 veces su peso y dividido en 3 partes. Se Colocó cada parte con un lapso de tiempo de 20 minutos. Pasado este tiempo, se controló el pH que debió ser de 2,8 -3,2, y reposó durante 12 horas exactas.

d. Curtido y basificado

Pasado el reposo se rodó el bombo durante 10 minutos y se añadió el 6% de cromo disuelto en agua subterránea, para las primeras 8 pieles del tratamiento T1, así como también el 8% de cromo más agua tratada para las 8 posteriores pieles del tratamiento T2. Luego se rodó durante 90 minutos, luego de este tiempo se adicionó el 1% de bicarbonato de sodio; diluido 10 veces su peso y se dividió en 3 partes, finalmente se colocó cada parte con un lapso de tiempo de 1 hora para luego rodar el bombo durante 5 horas.

5. Acabado en húmedo

- Una vez rebajado a un grosor de 1mm, se pesaron los cueros y se lavó con el 200% de agua, a temperatura ambiente más el 0,2% de tensoactivo y 0,2 de ácido fórmico, rodó el bombo durante 20 minutos para luego botar el baño.
- Luego se recurtio con órgano-cromo, dándole movimiento al bombo durante 30 minutos para posteriormente se botó el baño y preparó otro baño con el 80% de agua a 40°C, al cual se añadió el 1% de formiato de sodio, para realizar el neutralizado, se giró el bombo durante 40 minutos, para luego añadir el 1,5% de

recurtiente neutralizante y rodar el bombo durante 60 minutos, se eliminó el baño y se lavó los cueros con el 300% de agua a 40°C durante 60 minutos. Se Botará el baño y se preparó otro baño con el 100% de agua a 50°C, al cual se adicionó el 4% de mimosa, el 3% de rellenante de faldas se giró el bombo durante 60 minutos.

- Al mismo baño se añadió el 2% de anilinas y se rodó el bombo durante 60 minutos, para luego aumentar el 100% de agua a 70°C, más el 4% de parafina sulfoclorada, más el 1% de lanolina y el 4% de grasa sulfatada, mezcladas y diluidas en 10 veces su peso.
- Luego se rodó por un tiempo de 60 minutos y se añadió el 0,75% de ácido fórmico y se rodó durante 10 minutos, luego se agregó el 0,5% de ácido fórmico, diluido 10 veces su peso, y se dividió en 2 partes y cada parte se rodó durante 10 minutos, y se eliminó el baño. Terminado el proceso anterior se dejaron los cueros ovinos reposar durante 1 día en sombra (apilados), para que se escurran y se sequen durante 8 días.

6. Aserrinado, ablandado y estacado

Finalmente se procedió a humedecer ligeramente a los cueros ovinos con una pequeña cantidad de aserrín húmedo con el objeto de que estos absorban humedad para una mejor suavidad de los mismos, durante toda la noche. Los cueros ovinos se los ablandara a mano y luego se los estacaron a lo largo de todos los bordes del cuero con clavos, estirándolos poco a poco sobre un tablero de madera hasta que el centro del cuero tenga una base de tambor, y se dejó todo un día y luego se desclavaron, posterior a este proceso se tomaron los cueros de cada uno de los tratamientos y se procedió al medir cada uno de ellos utilizando el método manual en el cual se utiliza un cuadrado de 26 por 26 cm, que corresponde a un pie cuadrado, y de ahí se procedió a la confección de los artículos propuestos en la investigación, y el excedente de cuero se comercializó, todos estos parámetros sirvieron para determinar los costos de producción y la relación beneficio costo.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Determinación de la calidad del agua

a. pH

Para la determinación del pH de las muestras de agua (potable y subterránea) se realizó la valoración de dicho parámetro de manera directa con la ayuda de un pHmetro, el cual debió estar previamente calibrado.

b. Dureza

Para la determinación de la dureza del agua se realizó una titulación directa de los iones calcio y magnesio con una solución de concentración conocida de EDTA (Ácido etilendiaminotetraacético), para posteriormente realizar la conversión, conociendo el volumen de muestra utilizado y el volumen del titulante consumido, a concentración de CaCO_3 .

c. Conductibilidad eléctrica

Para la valoración de la conductividad eléctrica se utilizó un conductímetro previamente calibrado, el cual registra de manera directa el valor de la conductividad de la muestra analizada en mS/cm

d. Oxígeno disuelto

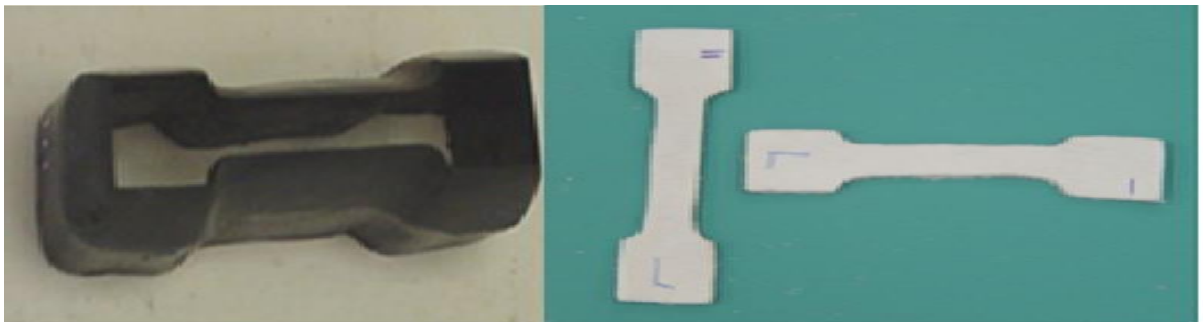
Para la determinación de la concentración de oxígeno se utilizó un multi parámetro con electrodo específico para oxígeno disuelto el cual registró de manera directa la concentración de oxígeno disuelto de la muestra analizada en mg/L.

2. Determinación de la calidad del cuero

a. Resistencias físicas del cuero

1). Resistencia a la tensión

Para los resultados de resistencia a la tensión primeramente se procedió al corte de la probeta de cuero como se ilustra en la fotografía 1 y 2, de acuerdo a los requerimientos de las normas internacionales del cuero en condiciones de temperatura ambiente, la metodología a seguir será:



Fotografía 1. Corte de la probeta de cuero.

En un ensayo de tensión la operación se realizó sujetando los extremos opuestos de la probeta y separándolos, la probeta se alargó en una dirección paralela a la carga aplicada, ésta probeta se colocó dentro de las mordazas tensoras y se debiendo cuidar que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario podría falsear el resultado del ensayo. El troquel que se realizó el corte de la probeta de cuero. La máquina que se utilizó para realizar el test está diseñada para:

- Alargar la probeta a una velocidad constante y continua
- Registrar las fuerzas que se aplican y los alargamientos, que se observan en la probeta.
- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanentemente es decir rota.



Fotografía 2. Partes de un equipo para realizar la medición de la resistencia a la tensión el cuero.

La evaluación del ensayo se realizó tomando como referencia en este caso las normas IUP 6, como se indica en el cuadro 6.

Cuadro 6. CÁLCULOS DE MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA LA TENSIÓN.

Test o ensayos	Método	Especificaciones	Fórmula
Resistencia a la tensión o tracción	IUP 6	Mínimo 150 Kf/cm ² Óptimo 200 Kf/cm ²	T= Lectura Máquina Espesor de Cuero x Ancho (mm)

Fuente: Laboratorio de Curtición de Pieles, (2017).

Se procedió a calcular la resistencia a la tensión o tracción según la fórmula detallada a continuación:

$$Rt = \frac{c}{A * E}$$

Rt = Resistencia a la Tensión o Tracción

C = Carga de la ruptura (Dato obtenido en el display de la máquina)

A = Ancho de la probeta

E = Espesor de la probeta

Para realizar el procedimiento para la determinación de la resistencia a la tensión se tomó las medidas de la probeta (espesor) con el calibre en tres posiciones, luego se realizó una medida promedio. Este dato nos sirvió para aplicar en la fórmula, cabe indicar que el espesor fue diferente según el tipo de cuero en el cual decidimos hacer el test o ensayo. En el fotografía 3, se ilustra el equipo para medir el calibre del cuero.



Fotografía 3. Equipo para medir el calibre del cuero.

Se registró las medidas de la probeta (ancho) con el pie de rey, en el fotografía 4, se realizó la medición de la longitud inicial del cuero.



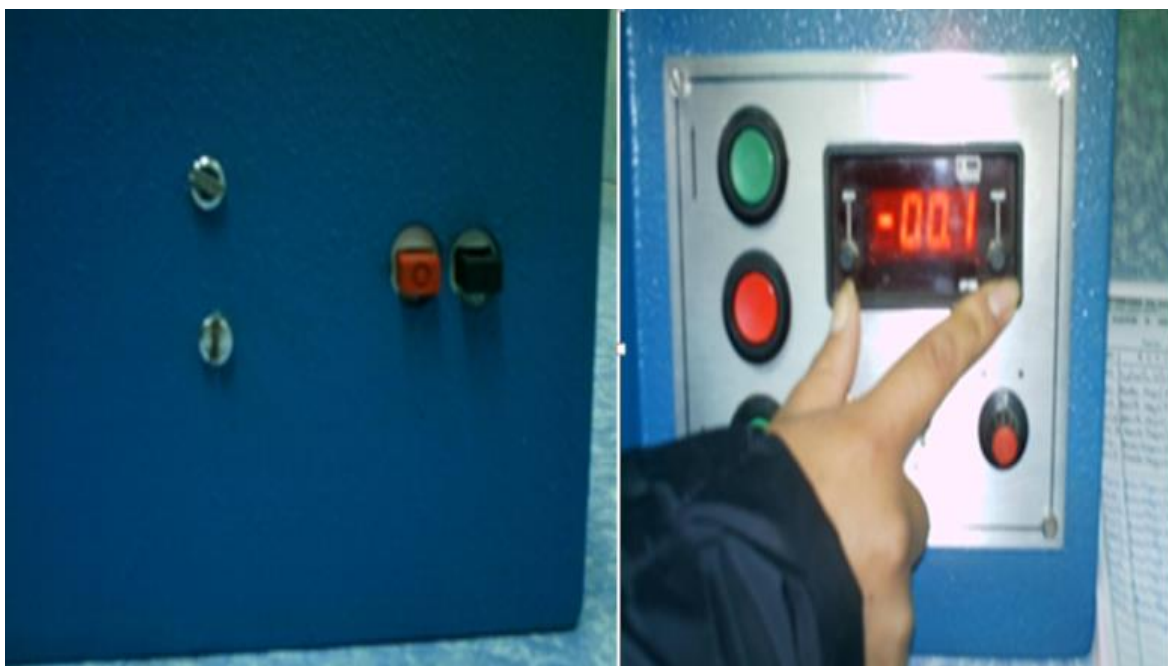
Fotografía 4. Medición de la longitud inicial del cuero.

Luego se colocaron la probeta entre las mordazas tensoras, como se ilustra en el (fotografía 5).



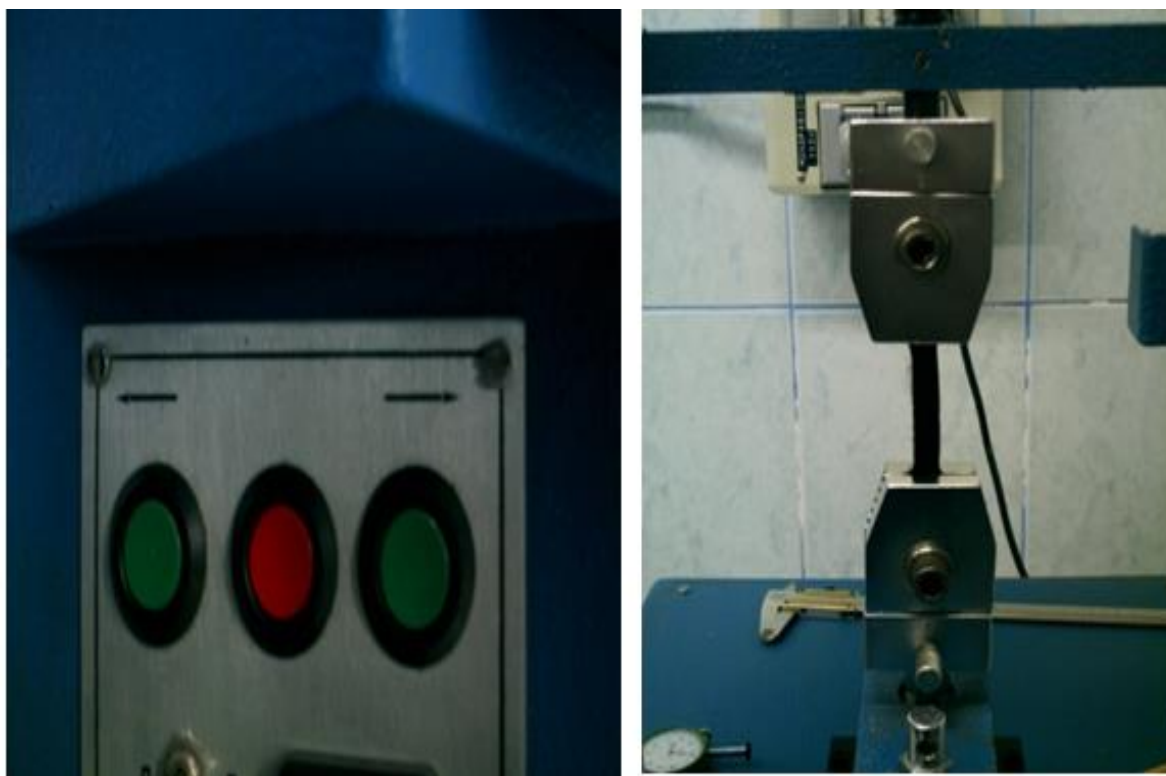
Fotografía 5. Colocación de la probeta de cuero entre las mordazas tensoras.

Posteriormente se encendió el equipo y procedió a calibrarlo. A continuación se elevó el display, presionando los botones negros como se indica en fotografía 5; luego se giró la perilla de color negro-rojo hasta encerrar por completo el display.



Fotografía 6. Encendido del equipo.

Luego se ubicó en funcionamiento el tensiómetro de estiramiento presionando el botón de color verde como se indica, en la ilustración de la (fotografía 6).



Fotografía 7. Puesta en marcha del prototipo mecánico para medir la resistencia a la tensión del cuero.

2). Porcentaje de elongación

El ensayo del cálculo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para resistir las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La elongación es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión. Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación. La característica esencial del ensayo es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo es más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones.

- Se cortó una ranura en la probeta.
- Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introdujeron en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas estuvieron fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaron a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarramiento del cuero hasta su rotura total.

b. Calificaciones sensoriales del cuero

1). Llenura, puntos

La valoración de la llenura fue realizada por un analista experimentado, el cual palpó el espesor del cuero y valoró el grado de llenado de la estructura fibrilar,

dándole valores de 1 a 5 (1 cueros nada llenos y 5 cueros muy llenos), en resumen para detectar la llenura que representa el enriquecimiento de las fibras colagénicas, se palpó suavemente con las yemas de los dedos toda la superficie para inspeccionar tanto los flancos como el lomo del cuero ovino , procurando realizar una evaluación más profunda y de esa manera procurar la mayor uniformidad posible durante el palpado de la superficie.

2). Blandura, puntos

La valoración de la blandura de los cueros fue realizada por un analista experto, el cual verificó con el tacto la sensación de suavidad que brinda el cuero al tacto. Para la calificación de las muestras de cuero se utilizó una escala que va desde 1 (cueros muy duros) a 5 (cueros muy blandos). La blandura está basada en la depresión que provoca la acción de una presión con las yemas de los dedos sobre la superficie del cuero, cuando se realiza el análisis de blandura se espera resultados similares tanto en la culata como en las faldas. la blandura de los cueros es difícil de conseguir, ya que en condiciones naturales las pieles de los animales son productos muy rígidos ya que esta característica les permite proteger a los animales de los fenómenos extremos como el frío, ralladuras por efecto de los alambres que se colocan alrededor en su crianza, por lo cual es natural de las pieles y para lograr mejorar esta sensación que no es agradable a los sentidos se necesita usar técnicas de acabado especializadas que logren hacer que las pieles no presenten ningún tipo de arruga.

3). Redondez, puntos

La valoración de la redondez fue realizada por un analista experto, el cual verificó y calificó la facilidad con que el cuero se adaptó a formas diferentes a la que toma en un plano horizontal debido a la aplicación de fuerzas deformantes. La valoración de la redondez se realizó a través de la observación visual, así como mediante la apreciación táctil para comprobar la capacidad que debe presentar el cuero caprino a sufrir deformaciones durante el paso de la forma plana a la espacial, cuando p.ej.

se está elaborando un determinado artículo: zapato. Las calificaciones más altas la obtienen aquellos cueros que, a pesar de ser llenos, se pueden moldear fácilmente.

c. Mediciones económicas

1). Relación beneficio costo, USD

La relación costo beneficio se cuantificó verificando el costo de producción vs el costo de venta del cuero y artículos terminados.

Relación Beneficio costo $\frac{\textit{ingresos totales}}{\textit{egresos totales}}$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DEL CUERO OVINO EVALUANDO LA INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE EL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO

1. Resistencia a la tensión

La evaluación de la resistencia a la tensión de los cueros ovinos no registró diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de la aplicación al acabado en húmedo del agua de diferente calidad (potable versus subterránea), estableciéndose que al utilizar el agua potable (T1), se reportó mejor resistencia a la tensión ya que las medias fueron de 1972,11 N/cm² en comparación de los cueros acabados con agua subterránea que establecieron resultados de 1607,36 N/cm², el valor central fue de 2077,61 N/cm² y 1762,50 N/cm²; para el tratamiento T1 y T2 respectivamente, mientras tanto que el error típico fue de 146,82 N/cm², y 131,99 N/cm²; para los dos casos estudiados, como se indica en el cuadro 7, y se reporta en el gráfico 2. Refiriéndose que existe poca dispersión de los datos en relación a la media, es decir los datos son relativamente homogéneos. Sin embargo se aprecia que al trabajar con agua potable se consigue elevar las fuerzas de las fibras de colágeno para que resistan mejor las tensiones a las que se encuentra sujeto el cuero ovino, por lo que se puede decir que este tratamiento corresponde a un cuero de alta calidad, sin la presencia de resquebrajamiento.

Lo que es corroborado con las apreciación de Soler, J. (2005), quien indica que el agua cumple una doble función en la industria del procesamiento de cueros la primera como materia prima para la disolución de los productos químicos de la fórmula del acabado en húmedo y como vehículo de evacuación de gran parte de los residuos generados, Esta segunda que hace que las características del agua utilizada se vean severamente alteradas tras su paso por la industria, impidiendo en numerosos casos su uso posterior. La forma más conveniente de llevar a cabo muchas reacciones químicas es hacer que transcurran en disolución y el agua es el disolvente más utilizado, la solubilidad de las sustancias en agua y otros líquidos

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DEL CUERO OVINO VALORANDO LA INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE EL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO.

ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS	RESISTENCIAS FÍSICAS			
	Resistencia a la tensión		Porcentaje de elongación	
	agua potable	Agua subterránea	agua potable	Agua subterránea
Media	1972,11	1670,36	103,75	100
Error típico	146,82	131,99	6,77	4,33
Mediana	2077,61	1762,50	108,75	101,25
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	87,5
Desviación estándar	415,27	373,33	19,13	12,25
Varianza de la muestra	172450,71	139378,16	366,07	150
Curtosis	-1,34	-0,03	-0,572	-2,01
Coefficiente de asimetría	-0,36	-0,54	0,071	-0,088
Rango	1176,47	1175,38	57,5	30
Mínimo	1323,53	1021,05	77,5	85
Máximo	2500,00	2196,43	135	115
Suma	15776,92	13362,89	830	800
Cuenta	8	8	8	8
Prueba de t student	0,074	ns	0,32	ns

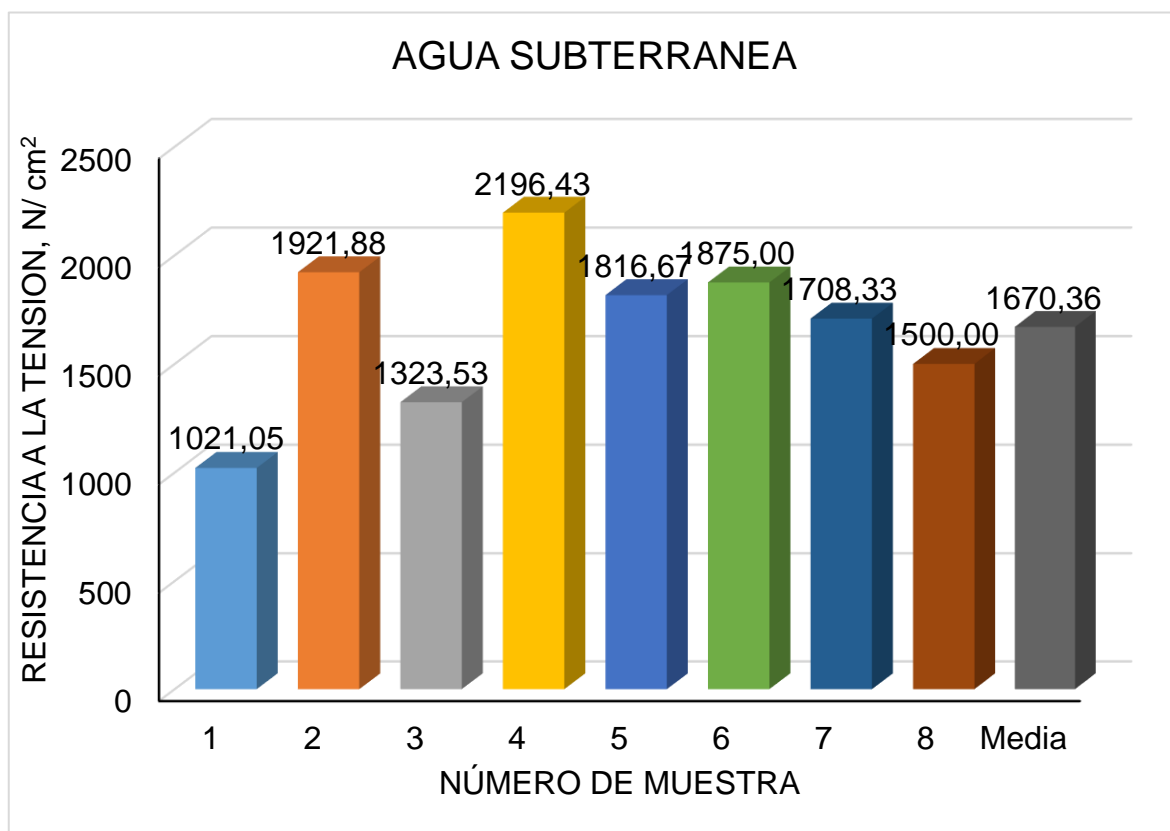
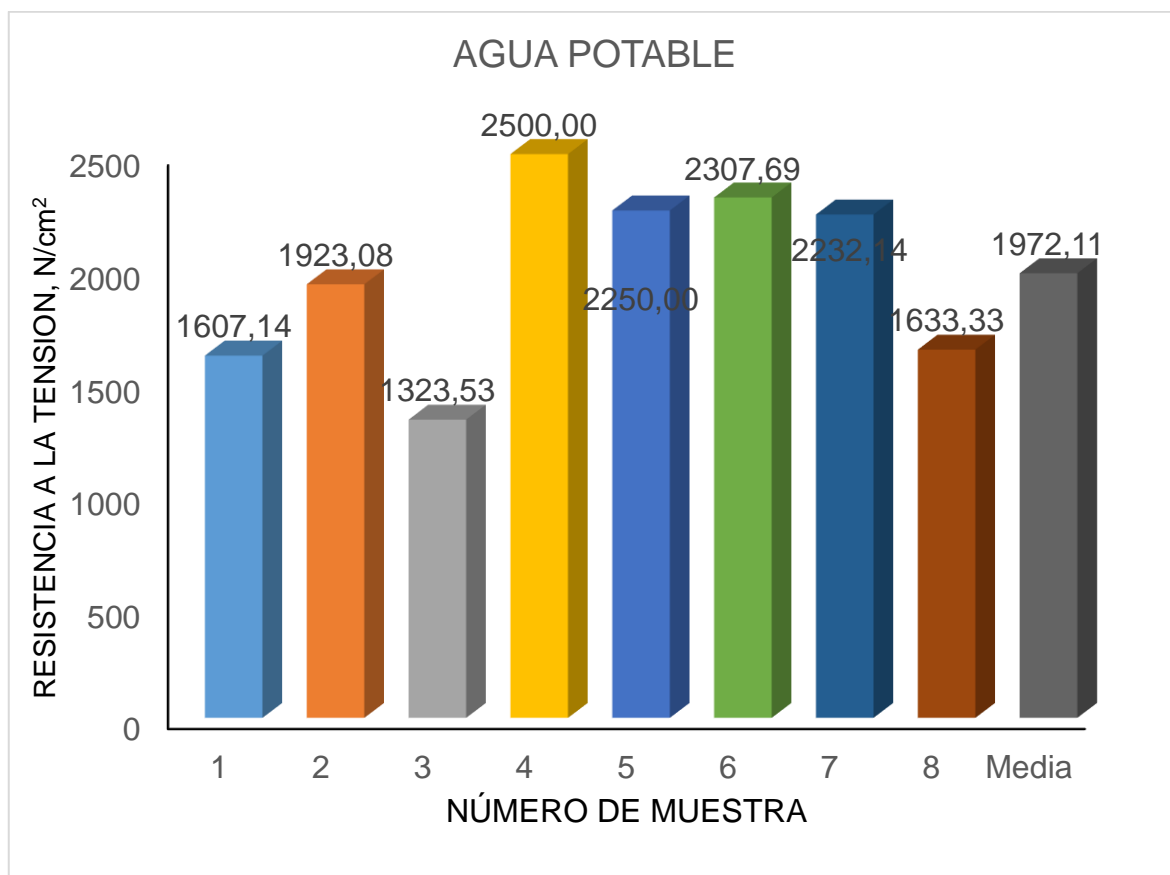


Gráfico 2. Resistencia a la tensión del cuero ovino evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.

Depende en gran parte de las fuerzas que se establecen entre las moléculas del disolvente y las del soluto. La diversidad y la complejidad de los procesos productivos, así como los elevados volúmenes de aguas residuales generados, han hecho que la capacidad de autodepuración de la naturaleza se haya visto, en ocasiones, totalmente desbordada. Algunas de las características típicas de las aguas subterráneas son turbidez débil, temperatura constante y composición química constante y generalmente ausencia de oxígeno. El agua subterránea en circulación puede ser de gran variación en la composición con la aparición de contaminantes y varios contaminantes. Adicionalmente, las aguas subterráneas son bastante puras desde un punto microbiológico. Es muy importante conocer la localidad del agua con la que se está trabajando para determinar sus efectos sobre las características físicas del cuero, el utilizar el agua potable que fue la que mejores resultados proporcionaron tiene la ventaja que presentan en su composición cloro que al ser un no metal no provoca dureza del agua por lo tanto permite que ingresen los productos del acabado en el tejido fibrilar por osmosis y sobre todo se impregnen e forma que no arrastren a los químicos que forman parte de la película del acabado proporcionan defectos difíciles de cubrir. En tanto que el agua subterránea puede arrastrar carbonatos que es lo que provoca se necesita que en todo el proceso el agua sea blanda para facilitar la penetración de los productos químicos al interior de la piel.

Los resultados expuestos de la resistencia a la tensión cumplen con las exigencias de calidad de la Asociación Española de la Industria del Cuero que en la norma técnica IUP 8 (2002); donde se manifiesta que para considerarse cuero de alta calidad deben presentar resistencias a la tensión de 800 a 1500 N/cm²; y si se supera este límite máximo se considera que el cuero es más resistente mientras tanto que al ser valores más bajos de 800 N/cm², el cuero puede romperse fácilmente. Las respuestas de a presente investigación son superiores a los resultados alcanzado por Taipe, C. (2012), quien al realizar la evaluación de tres niveles de complejo metálico en el proceso de teñido en cuero de ovino (*ovis aries*), registró la resistencia a la tensión de los cueros manchados valores de 980 N/cm² (valor mínimo de la Norma ISO 3376:2011).

2. Porcentaje de elongación

En el análisis que se realizó de las estadísticas descriptivas del porcentaje de elongación, se puede apreciar que el intervalo de confianza al 90% es amplio para los dos tratamientos en estudio (agua potable versus agua subterránea) , probablemente estos reportes equivalen a un alto margen de error típico que fue de 6,77 y 4,33 para el tratamiento T1 y T2 respectivamente (gráfico 3), , debido a la dispersión de los resultados que se detectaron, y que se expresan en los valores de la desviación estándar (19,13 y 12,25), lo cual denota una alta variabilidad entre estos reportes en relaciona la media que fue de 103,750%,para agua potable (T1) y de 100% para agua subterránea (T2), estableciéndose las respuestas más altas en los cueros que fueron acabados en húmedo con la solución de agua potable, que por su naturaleza tiene una dureza más baja que el agua subterránea por lo tanto diluye con mayor eficiencia los componentes del acabado en húmedo de las pieles ovinas.

Según Hinostrosa, L. (2017), al realizar el control de fabricación se mide el porcentaje de elongación para demostrar que los cueros poseen el alargamiento estructural suficiente, para los usos a que van a ser destinados y que las diferentes capas que forman el acabado en húmedo tienen la capacidad de fijarse con los diversos sustratos del cuero mediante grupos reactivos que elevan la elasticidad de las fibras colagénicas para que estén algo más pegadas entre sí y no se deformen tanto frente a las fuerzas exteriores.

En el proceso de acabado en húmedo se requiere de cantidades importantes de agua, por lo tanto se necesitara, conocer la cantidad de materiales con las que está cargada para que al utilizarlo de disolvente penetre profundamente entre las capas de colágeno proporcionándoles la elasticidad necesaria para que cumplan con las exigencias de calidad cuidar mucho su calidad. La industria por lo general suele necesitar y de hecho consume la mayor parte del agua potable destinado a los seres humanos. Infinidad de productos necesitan de grandes cantidades de agua para ser fabricados. La industria por su parte contamina y necesita del agua para diluir los contaminantes y expulsarlo.

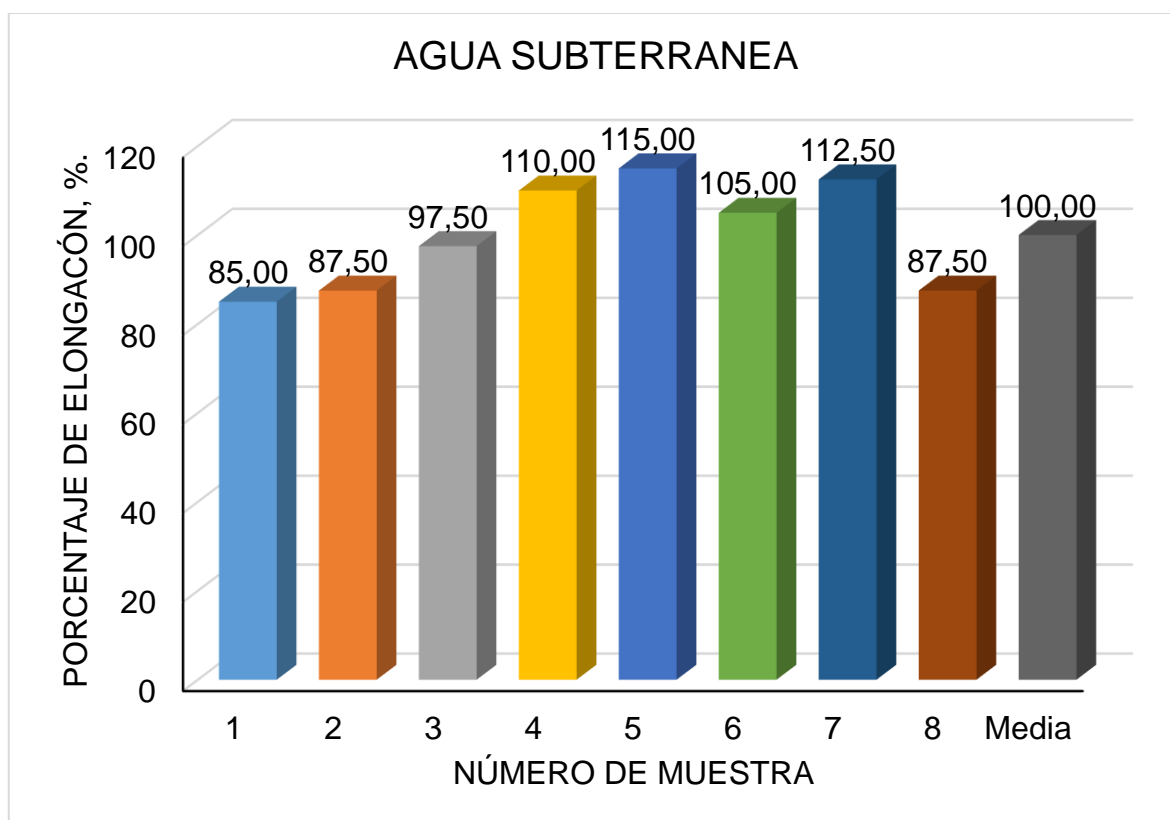
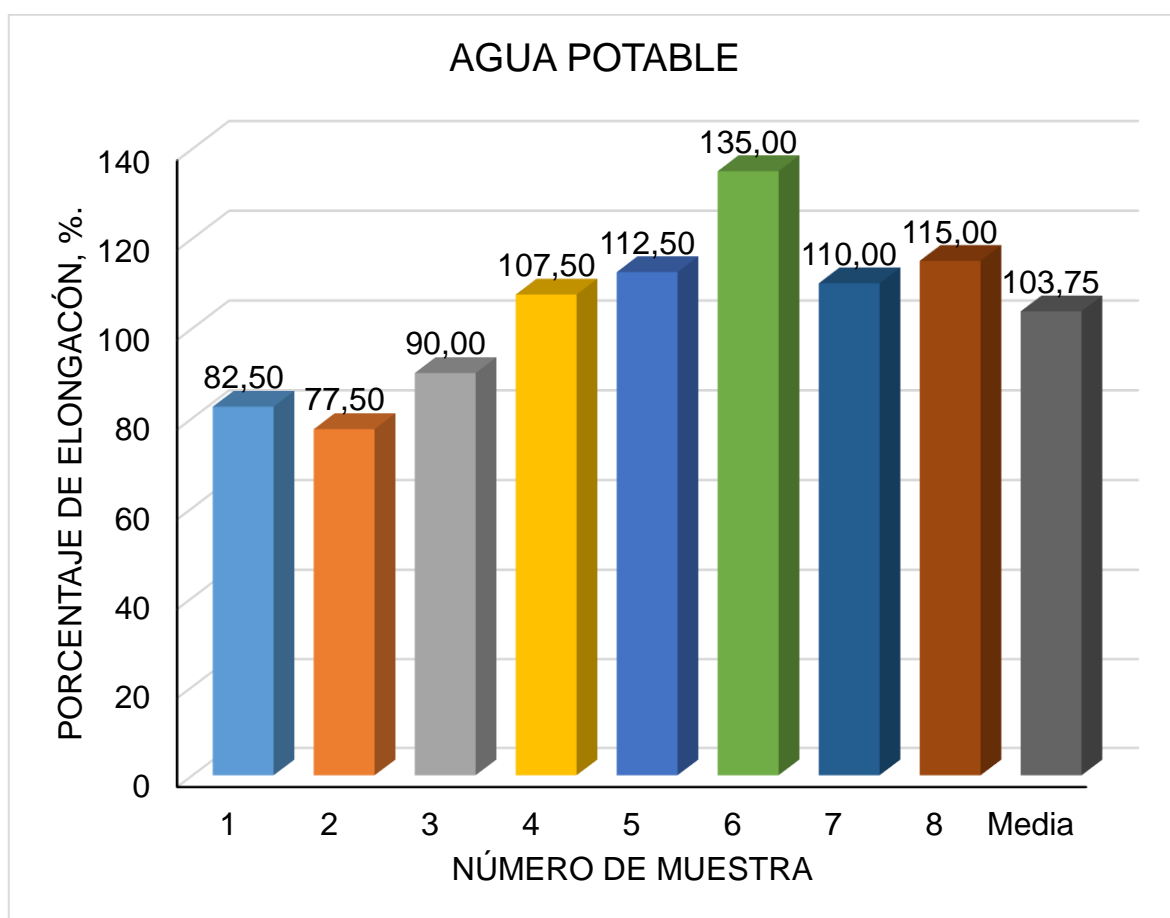


Gráfico 3. Porcentaje de elongación del cuero ovino evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.

Los valores observados del porcentaje de elongación de las pieles ovinas se encuentran dentro de los rangos exigidos por la Asociación Española en la Industria del Cuero que manifiesta en la norma técnica IUP 8 (2002), que la elongación debe estar entre 40 - 80 %, antes de que las fuerzas externas que actúen sobre la superficie del cuero provoquen el rompimiento de las fibras de colágeno, y con ello un descenso de la calidad , apreciándose que en los dos tratamientos comparados se cumple con esta exigencia siendo mayor en los cueros en los que se utilizó el agua potable para el proceso de acabado en húmedo, .

Los valores alcanzados en la presente investigación son superiores a los que reporta Taipei, C. (2012), quien al realizar la evaluación de tres niveles de complejo metálico en el proceso de teñido en cuero de ovino (*Ovis aries*).determino que El porcentaje de elongación (método estandarizado por IUP 8 2002), a la rotura del cuero ovino, fue del 60%.

B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO OVINO VALORANDO LA INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE EL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO

1. Llenura

Los valores reportados por la llenura de los cueros ovinos reportaron diferencias estadísticas por efecto de la inclusión de a la fórmula del acabado en húmedo de agua de diferente calidad, estableciéndose las respuestas más altas al utilizar el agua potable con 4,63 puntos y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2017), como se indica en el cuadro 8, y se ilustra en el gráfico 4, en comparación de los resultados de los cueros ovinos del tratamiento T2 (agua subterránea), que mencionaron medias de 3,63 puntos y calificación uy buena según la mencionada escala, además se aprecia que el error típico es relativamente bajo y corresponde a valores de 0,18 para los dos casos en estudio y que es un indicativo de que existe poca variabilidad en la dispersión de los resultados. Además existió una mediana y una moda de 5 puntos y 4 puntos para los tratamientos T1 (agua potable), y T2 (agua subterránea), respectivamente.

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LOS CUEROS OVINOS VALORANDO LA INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE EL PROCESO DE ACABADO EN HÚMEDO.

ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS	CALIFICACIONES SENSORIALES					
	Llenura		Blandura		Redondez	
	agua potable	Agua subterránea	agua potable	Agua subterránea	agua potable	Agua subterránea
Media	4,63	3,63	3,50	4,63	4,63	3,75
Error típico	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,16
Mediana	5,00	4,00	3,50	5,00	5,00	4,00
Moda	5,00	4,00	3,00	5,00	5,00	4,00
Desviación estándar	0,52	0,52	0,53	0,52	0,52	0,46
Varianza de la muestra	0,27	0,27	0,29	0,27	0,27	0,21
Curtosis	-2,24	-2,24	-2,80	-2,24	-2,24	0,00
Coefficiente de asimetría	-0,64	-0,64	0,00	-0,64	-0,64	-1,44
Rango	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mínimo	4,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00
Máximo	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	4,00
Suma	37,00	29,00	28,00	37,00	37,00	30,00
Cuenta	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Prueba de t student	0,001	**	0,000	**	0,002	**

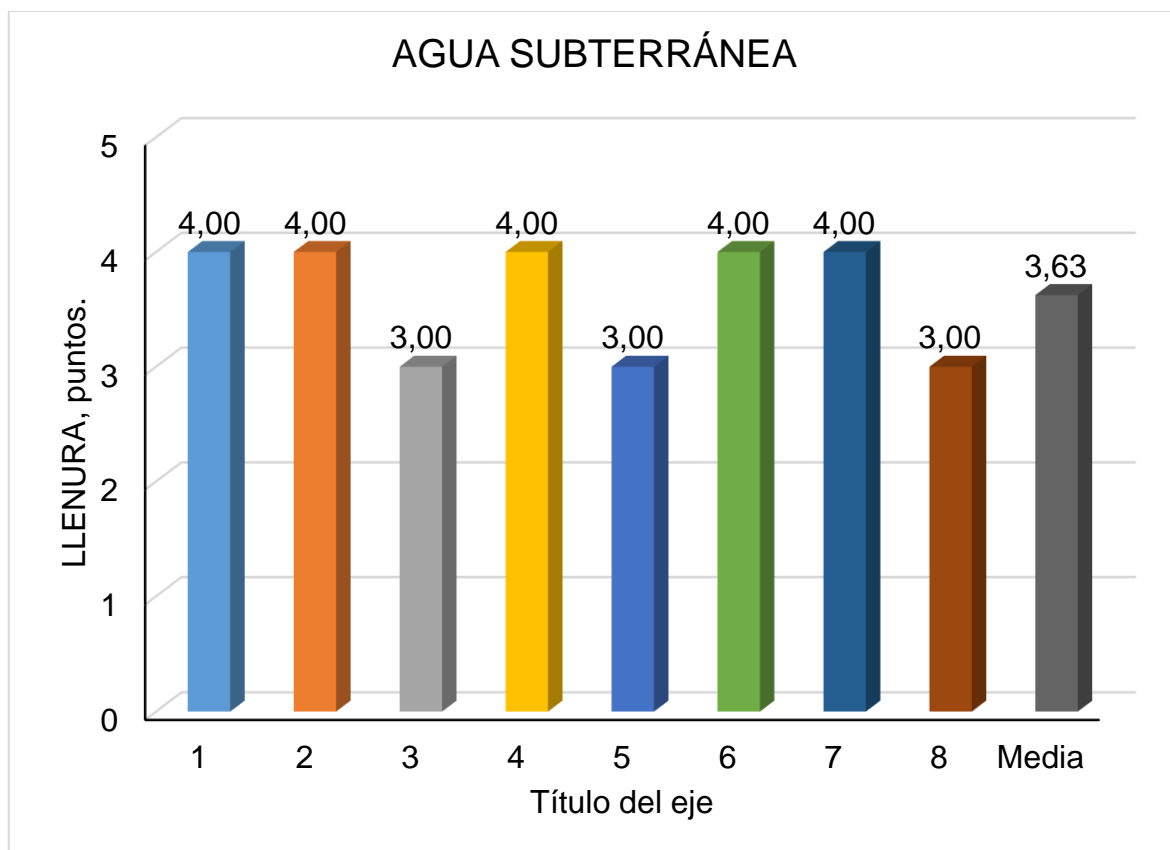
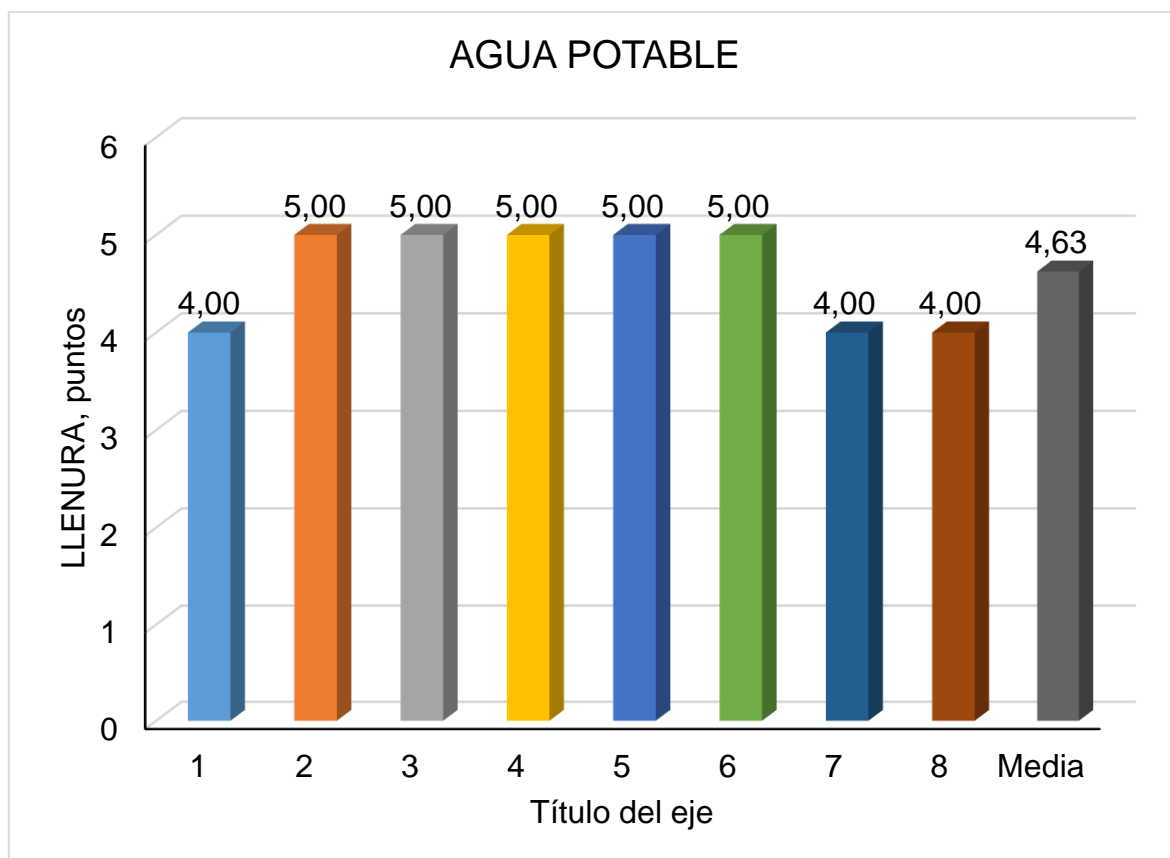


Gráfico 4. Llenura del cuero ovino evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.

De los resultados expuestos se indica que las respuestas más altas se consiguen al utilizar como diluyente de la fórmula del acabado en húmedo agua potable ya que existe un llenado adecuado de los espacios interfibrilares, de tal manera que el cuero se presente con una apariencia adecuada, fácil y moldeable evitando el efecto acartonado que produce molestias en la confección y el uso.

Lo que es corroborado según menciona Frankel, A. (2009), quien indica que la gran polaridad de las moléculas de agua y la existencia de enlaces de hidrógeno entre ellas son la causa del comportamiento peculiar del agua potable y de sus propiedades singulares: cambios de estado y disoluciones, enlace de hidrógeno, red de hielo y propiedades como disolvente, propiedades termodinámicas, características ácido básicas, autoionización, reacciones de hidrólisis y reacciones con distintos elementos y compuestos, específicamente los relacionados con el acabado en húmedo del cuero que tienen carácter aniónico o catiónico según el tipo de artículo que se requiera confeccionar, y del tipo de acabado producto ya que se proporcione al cuero, sea mate, abrillantable, pigmentado, entre otros. La llenura del cuero es una característica que tiene que ver directamente con la cantidad de producto ocupado en el tejido fibrilar, es necesario considerar que no es un buen cuero en el que se ha introducido grandes cantidades de producto ya que se produce el efecto acartonado o muy lleno que no permite el moldeo, más bien un cuero con buena llenura es aquel en el cual se ha introducido la cantidad adecuada de productos del acabado y sobre lo cual tiene influencia directa el tipo de solvente que al conjugarse con el colágeno de la piel forma un complejo muy estable y una abundancia de producto introducido sin el riesgo de lixiviado que ocasiona que las capas del acabado se desprendan fácilmente.

Los reportes de llenura de la presente investigación son similares a los expuestos por Balcazar, M. (2009), quien indica que la llenura del cuero ovino utilizando el 20% de cera y con agua potable fue de 5 puntos y calificación excelente, así como de Correa, L. (2012), quien al evaluar el cuero flor rectificada con la utilización de tres niveles de ligante de impregnación para la fabricación de calzado, estableció que al utilizar 250 g de ligante de impregnación (T3), determino valores de 4,60 puntos y calificación excelente.

2. Blandura

Los valores medios reportados por la calificación de blandura de los cueros ovinos registraron diferencias altamente significativa ($P < 0,01$), por efecto de la aplicación de agua de diferente calidad a la fórmula del acabado en húmedo. Estableciéndose las respuestas más bajas en el tratamiento T2 (agua subterránea), con calificaciones medias de 4,63 puntos y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2017), mientras tanto que las respuestas más bajas de blandura fueron reportadas en el lote de cueros del tratamiento T1 (agua subterránea), con medias de 3,50 puntos y calificación buena según la mencionada escala.

Además se aprecia que el error típico que fue de 0,19 y 0,18 es bajo demostrando homogeneidad en la dispersión de los datos. Prosiguiendo con el análisis de las estadísticas descriptivas se aprecia que el valor de la mediana y la moda del tratamiento T1 (agua subterránea), fue de 5 puntos mientras que para el caso el tratamiento T2 (agua potable), los resultados fueron de 3,50 puntos y 3 puntos respectivamente. De las respuestas expuestas de la variable sensorial blandura se aprecia que los resultados más altos se consiguen al utilizar en la fórmula del acabado en húmedo agua subterránea o sin tratar (T1).

Lo que es corroborado con las apreciaciones de Degremont, F. (2009), quien manifiesta que en el país hay incontables actividades productivas y de servicios que solo son posibles gracias a la explotación del agua subterránea, que tiene la ventaja primordial de que una de estas ventajas la gran constancia de sus propiedades físico-químicas en el tiempo. Salvo excepciones (como el fenómeno artificialmente inducido de intrusión salina), las aguas subterráneas tienen una composición química prácticamente constante en el tiempo. Esto no debe significar que se descuide su monitoreo o control periódico. En su estado natural las aguas subterráneas presentan una composición química que las hace utilizables sin tratamiento previo en, prácticamente, todos los usos a los que se les destina. Puede que algunas aguas subterráneas estén excedidas en algunos compuestos, pero son la excepción.

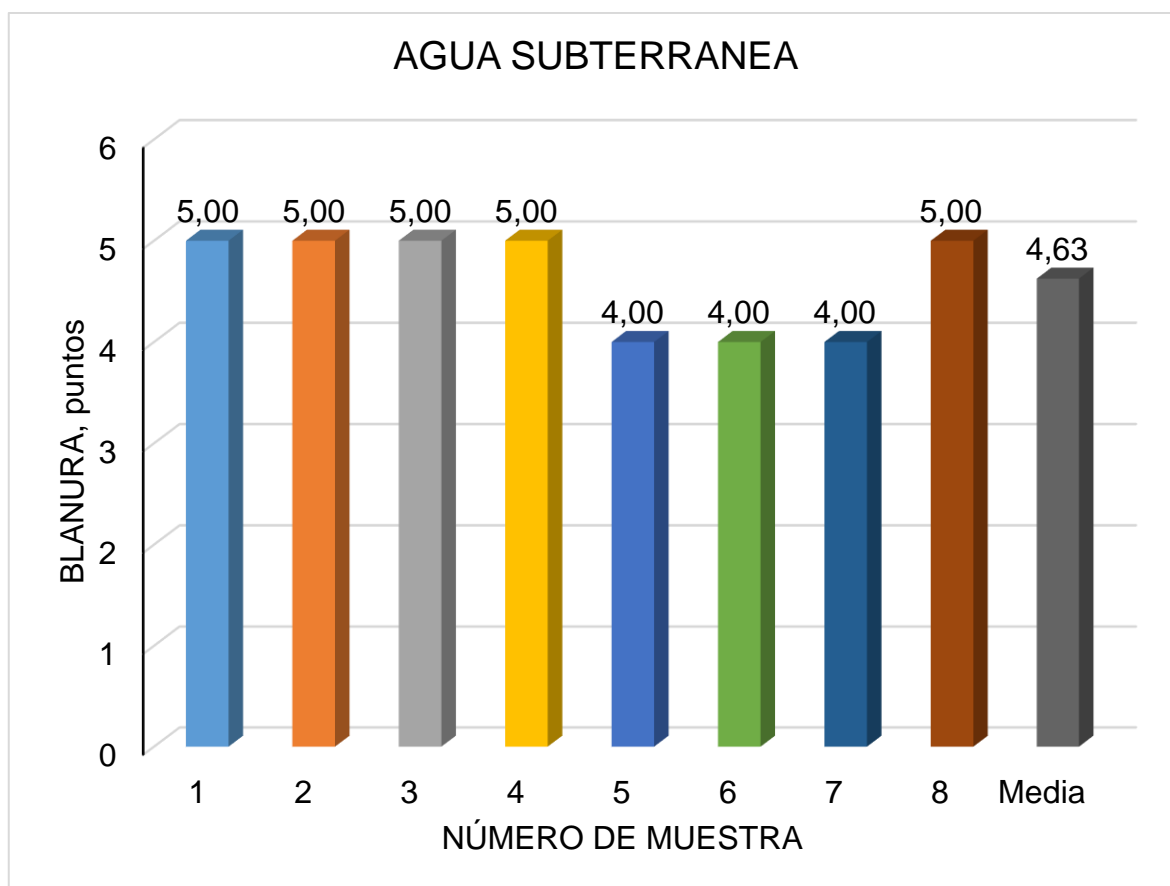
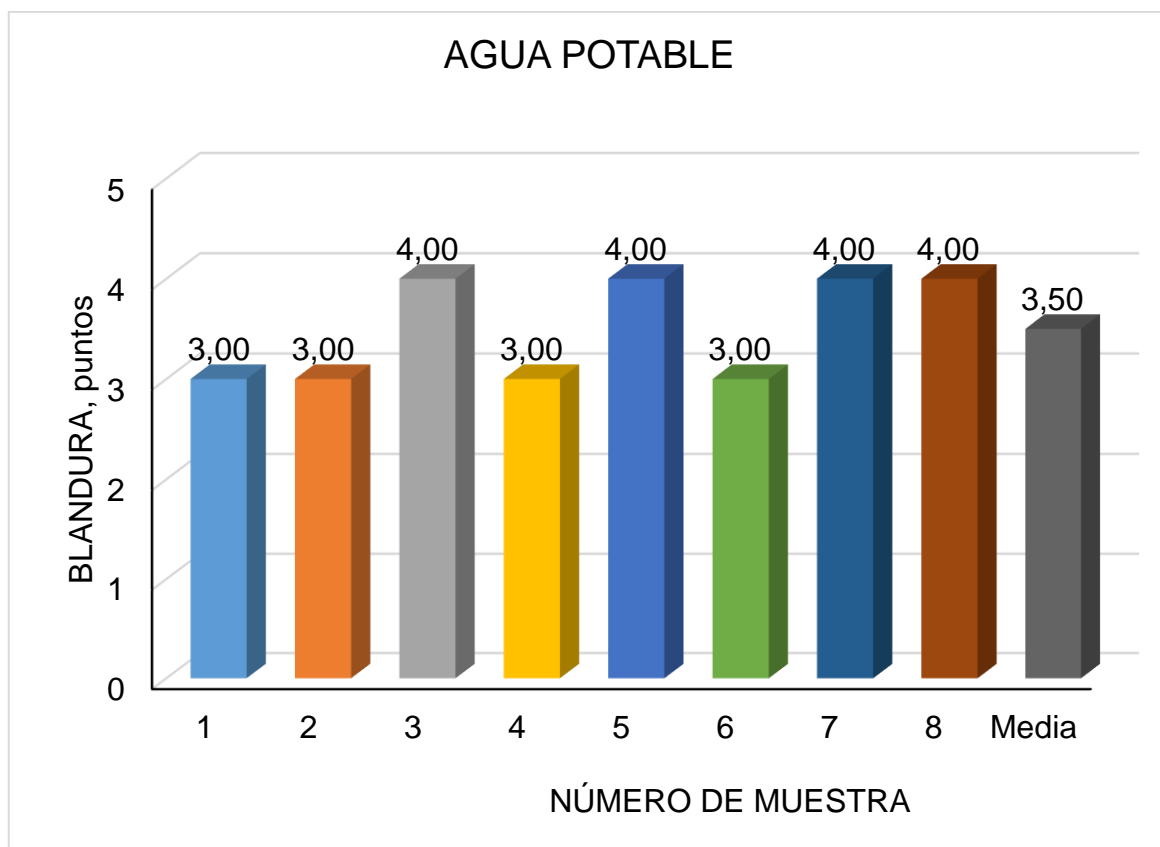


Gráfico 5. Blandura de elongación del cuero ovino evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.

El agua al ser utilizada en la fórmula del acabado en húmedo permite que los compuestos formen una película constante que se ubica entre las fibras de colágeno para que puedan desplazarse, sin problema y proporcionen una blandura constante que puede ser percibida el momento de deslizar el cuero sobre la palma de la mano, presentando una caída y suavidad ideal para la confección de los más exigentes artículos de cuero y sobre todo en el momento del uso no ocasionen molestias, la blandura es una característica sensorial muy importante y sin temor a equivocarse la que más exigen las empresas curtidoras sin embargo hay agentes de tacto que pueden modificar la sensación provocada a los sentidos.

Las ponderaciones de blandura de la presente investigación son similares a estudios realizados en condiciones normales de trabajo es decir con agua subterránea que es la calidad que comúnmente se utiliza en el laboratorio de curtición de la FCP, específicamente de Balcazar, M. (2009), quien al realizar la evaluación de tres niveles de ligante butadieno en el acabado de alta cobertura para cuero destinado a la confección de calzado, registro con el 20% de cera una blandura de 5 puntos y calificación excelente

3. Redondez

La evaluación de la variable redondez de los cueros ovinos determinaron diferencias estadísticas ($P < 0,01$), por efecto de la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo, identificándose las respuestas más altas al utilizar agua potable (T1); ya que los registros fueron de 4,63 puntos y calificación excelente e acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2017), en comparación con las respuestas del lote de cueros ovinos acabados con agua subterránea, cuyas medias fueron de 3,75 puntos y condición muy buena según la mencionada escala, (gráfico 6), con un error típico de 0,18 y 0,16 para los casos en mención y que representan poca variabilidad entre los tratamientos, además se aprecia que el valor de la mediana y de moda en el primer caso es de 5 puntos y para el tratamiento T2, de 4 puntos, identificándose por lo tanto que es aconsejable realizar los procesos de acabado en húmedo con agua potable ya que los beneficios sensoriales son positivos, produciendo un cuero muy suave y moldeable.

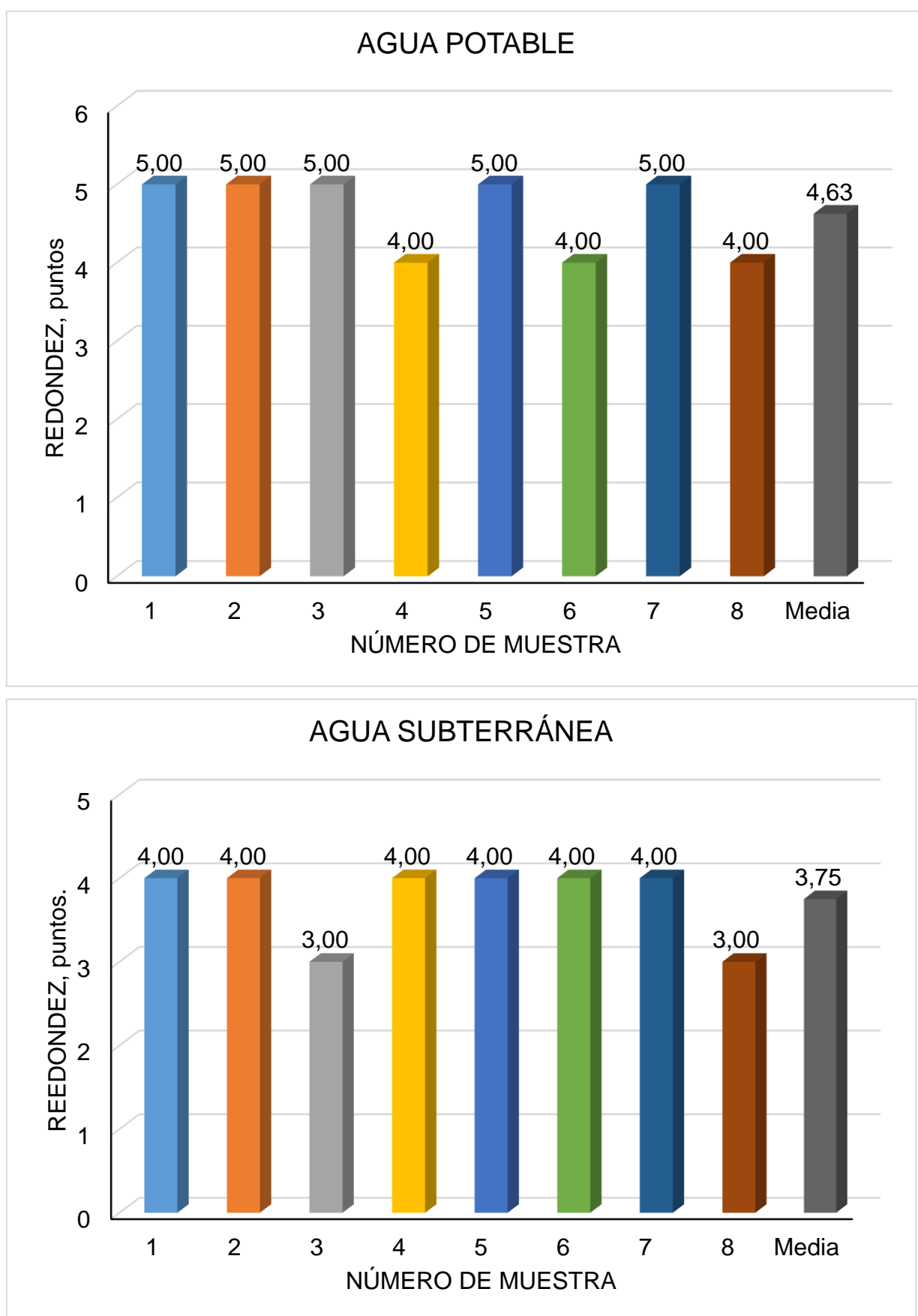


Gráfico 6. Redondez del cuero ovino evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.

Lo que es corroborado según Pérez, M. (2016), quien indica que para conocer la influencia que tiene la calidad de las aguas sobre los proceso de acabado en húmedo de los cueros es necesario conocer su dureza y se refiere a la cantidad de sales de calcio y magnesio disueltas en el agua, corresponde a la suma de las concentraciones de cationes metálicos excepto los metales alcalinos y el ion hidrógeno. Para las aguas subterráneas la dureza depende en gran medida del tipo de depósito geológico que el agua ha atravesado en su camino al acuífero. Puede o no contener minerales o sales disueltas, gases, materia orgánica, microorganismos solos o mezclados entre sí. Todos estos factores tienen influencia directa sobre la calidad sensorial del cuero, ya que mientras más dura se presente el agua existirá menor reacción con los productos del acabado y no se introducirán correctamente entre el tejido fibrilar por lo tanto no existirá una buena curvatura y moldeo del cuero que es representado por la redondez.

Las respuestas de redondez de la presente investigación son superiores a los reportes de Balla, L. (2012), quien al obtener cuero box calf, con la aplicación en el acabado en húmedo de diferentes niveles de pigmento para calzado escolar, alcanzo una puntuación de redondez de 4,67 puntos al utilizar 200 g,de cera.

C. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA UTILIZADA EN EL ACABADO EN HÚMEDO DE LAS PIELES OVINAS

1. pH

Al realizar el análisis de la calidad de agua específicamente en la prueba pH, el cual evalúa la inversa logarítmica de la concentración de hidrogeno, se reportó que para el primer tratamiento (agua potable), se alcanzó una media de 1,978 y para el segundo tratamiento (agua subterránea), la media fue de 1,969; como se indica en el cuadro 9, estos valores se obtuvieron después de los distintos procesos de acabado en húmedo, por lo que las medias obtenidas son resultado de los diferentes agentes químicos que forman parte de cada una de las formulaciones establecidas en el proceso.

Cuadro 9. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA UTILIZADA EN EL ACABADO EN HÚMEDO DE LAS PIELS OVINAS.

T1	Agua residual de curtiembre Tratamiento 1 (Agua potable)	<i>pH</i>	<i>unid</i>	1.978
		<i>Conductividad</i>	miliSiems/cm	59.6
		<i>Oxígeno disuelto</i>	<i>mg/l</i>	< 0.10
T2	Agua residual de curtiembre Tratamiento 2 (Agua subterránea)	<i>pH</i>	<i>unid</i>	1.969
		<i>Conductividad</i>	miliSiems/cm	63.0
		<i>Oxígeno disuelto</i>	<i>mg/l</i>	<0.11

Para determinar si la calidad del agua es contaminante o no, se debe comparar de acuerdo a la normativa nacional establecida en el Texto Unificado de Legislación Secundaria, del Medio Ambiente (libro TULAS libro VI anexo 1), donde indica que el pH permitido para el vertido de agua al alcantarillado público debe ser igual a 5-9, de acuerdo a estos valores el agua de los dos tratamientos no cumple con la normativa por lo cual habrá que analizar que procedimiento se le puede realizar antes de ser vertida para evitar que genere impactos negativos a la naturaleza, ya que en la actualidad las normativas ambientales en el Ecuador deben cumplir con los procedimientos que no generen contaminación en el ambiente, esto se debe a diferentes fenómenos y variables que afectan en general a la calidad de agua, por lo que evaluando las dos respuestas se puede mencionar que el primer tratamiento es menos ácido en comparación al segundo tratamiento, pero esta diferencia no es significativa, como se ilustra en el gráfico 7.

Lo que es corroborado según Pimentel, N. (2016), quien manifiesta que el problema de no controlar el pH del agua es la reactividad que se genera cuanto más ácido es el agua, ya que se encuentran ácidos disueltos que serán reactivos con los diferentes iones presentes en la naturaleza por efecto de sus ciclos

antropogénicos. El problema general del aumento del pH viene relacionado con la cantidad de sustancias químicas que se emplean en el acabado del cuero, y que se encuentran disueltos en el agua, en este proceso se emplean el 80% del total de los productos químicos, y constituye un inconveniente relacionado al ambiente, debido a que el agua es el solvente universal y la mayoría de sustancias químicas en la naturaleza se pueden combinar y disolverse en ella, y que al estar en el seno de reacción, se aumenta la complejidad del tratamiento del agua, y que al vertido y al análisis de las diferentes pruebas para determinar la calidad del agua, pueden generar respuestas no deseadas y que se tenga que enfrentar problemas de daños en el ambiente, ya que el pH normal del agua en los ríos y en la naturaleza está en un intervalo de 6-8, lo cual si se vierte el agua con otro valor de este pH, genere una reacción negativa, esto lo que ocasiona es que los iones normales en la naturaleza reaccionen de manera diferente y formen compuestos, que afectan a la flora y fauna, debido a que la composición en la que se desarrolla normalmente no es la misma, que se crea a partir de las reacciones del agua, por lo que es importante no generar un impacto negativo a la naturaleza y daños irreversibles a los componentes bióticos y abióticos del ecosistema.

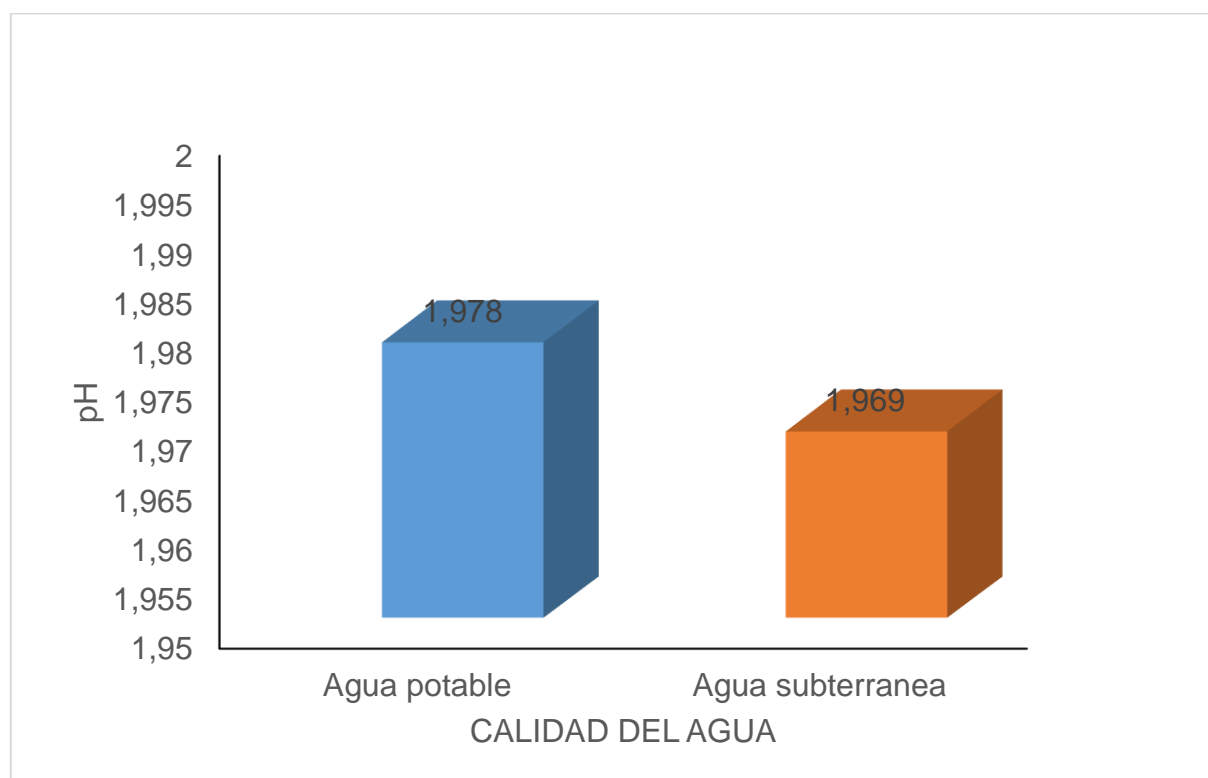


Gráfico 7. pH del agua evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.

2. Conductibilidad eléctrica

Una de las pruebas que determinan la calidad de las agua que se obtiene después de cualquier procedimiento industrial, es la conductividad eléctrica que indica la resistencia del paso de la energía eléctrica y se evalúa con un conductor, esta resistencia se compara con la del agua en estado natural que presenta un índice bajo, en el análisis se incluyeron dos tratamientos donde se compararon la curtición de pieles ovinas con la utilización de agua potable en comparación con el segundo tratamiento en donde para los procesos de transformación se utilizó agua subterránea, en esta comparación las medias del primer tratamiento, fueron de 59,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y para el segundo tratamiento se reportaron medias de 63.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, como se ilustra en el gráfico 8.

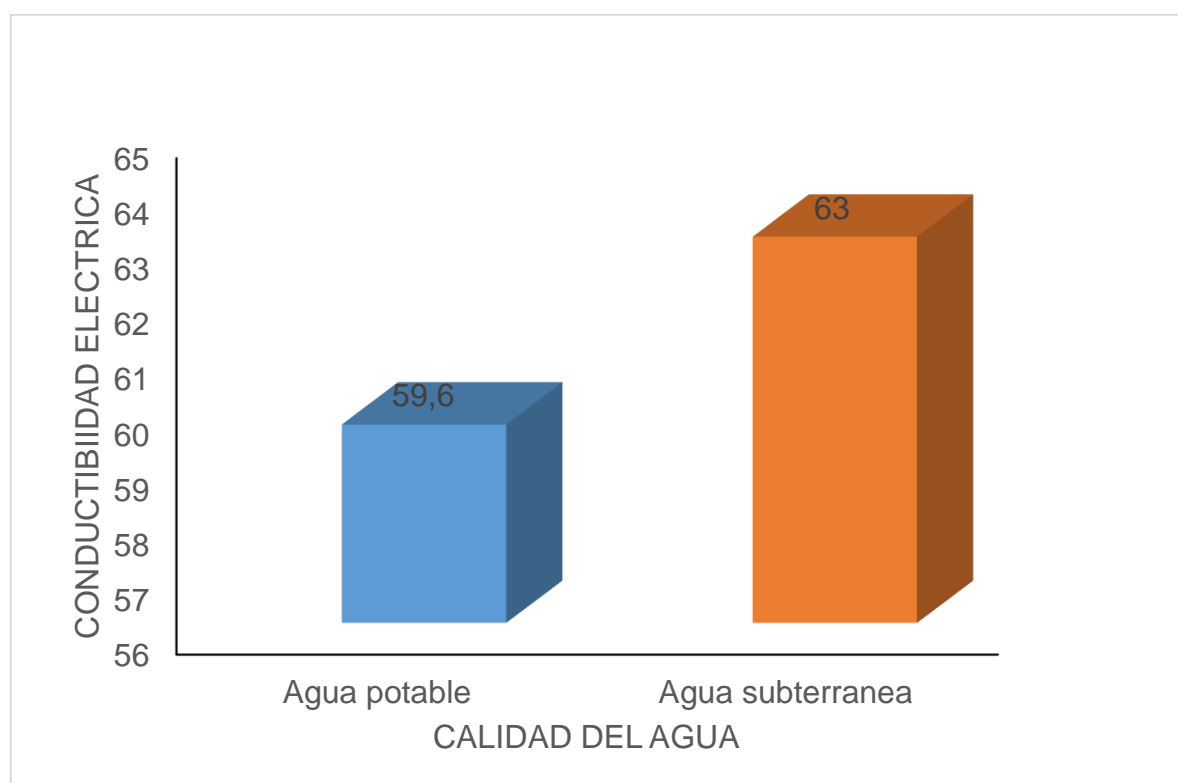


Gráfico 8. Conductibilidad eléctrica del agua evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.

Una vez determinada la conductibilidad eléctrica de las aguas del proceso de acabado en húmedo de los cueros ovinos se procedió a comparar con la resistencia eléctrica que reporta la normativa ecuatoriana (libro TULAS libro VI anexo 1), y que refiere valores de 50-80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo cual se afirma que al utilizar el agua tanto

potable como subterránea, se cumplen con la normativa internacional, es decir que la calidad del agua no ha sido alterada en su totalidad, debido a que la prueba de la conductividad mide los iones disueltos en el agua que permiten el paso de la corriente eléctrica disminuyendo su conductividad mientras mayor sea su resistencia.

Manosalvas, P. (2016), indica que la naturaleza del agua subterránea, es que en su composición tienen una gran cantidad de iones, ya que se obtiene mediante la infiltración del agua superficial, donde se carga de iones libres, lo cual cambia la naturaleza de la conductividad eléctrica, en general los iones que se encuentran en la solución acuosa son los de calcio y magnesio, que por su composición natural y su ciclo antropogénico se depositan en el suelo, y mientras el agua se encuentra fluyendo por la superficie para su infiltración, arrastra en su composición naturales, cambian su estado normal, que por lo general es tener una alta conductividad eléctrica, por los iones en la solución, mientras que el segundo tratamiento se empleó agua potable cuya composición es menos cargada de iones. Es necesario analizar después de que procesos de transformación se originaron los efluentes del líquido, por lo que hay que tener en cuenta que cualquier agua que se obtenga después de la actividad industrial, debido a que se adiciona sustancias químicas, que cambian, la composición normal del agua residual saturándose de un contenido de sustancias ajenas a la naturaleza del agua, y desmejorando su conductividad eléctrica siendo necesario tratamientos de aguas más complejos que resultan costosos.

Además es necesario analizar que en el acabado en húmedo de las pieles ovinas se utiliza gran cantidad de sustancias químicas que en el agua se disocian, y cambian la estructura de la piel logrando su transformación, y con lo cual se refuerza el aumento en la conductividad eléctrica, un ejemplo de esto es el proceso de acabado en húmedo de las pieles, que incluye la recurtición, neutralización y tintura, en el primer proceso mencionado, se utilizan sales de cromo para aumentar la fijación del agente curtiente, está ocasiona que el residuo generado aquí sea el ion Cr^{3+} , lo cual disminuye la resistencia eléctrica, en el proceso de neutralización en general se usan sales que generan que la acidez de

la piel disminuya por la neutralización del ácido sulfúrico, en general se utiliza sales de sodio, que es muy reactivo y se ionice en el agua residual, disminuyendo la resistencia eléctrica, estos dos procesos citados anteriormente son los que ocasionan el cambio normal del agua en los procesos de acabado de las pieles, con el cambio de la conductividad eléctrica, disminuye la calidad del agua esto es conocido como contaminación pero debido a que según los análisis de laboratorio para la presente prueba los dos tratamientos cumplen con la normativa ecuatoriana, no se tendrá que realizar un tratamiento al agua residual, ya que no se generará contaminación notables en el agua, pero para asegurar que este parámetro no afecte a otra prueba de calidad de agua, será necesario que en la formulación del acabado se examinen el exceso de agentes químicos que se depositan en el agua y cambia la composición normal del agua residual.

3. Oxígeno disuelto

El análisis estadístico del oxígeno disuelto alcanzó valores medios de < 0.10 , en el caso del uso de agua potable (T1), mientras que al utilizar agua subterránea para efectuar los procesos de acabado en húmedo de las pieles se alcanzaron medias de $< 0,11$, y sin registrarse diferencias estadísticas entre tratamientos, pero se puede apreciar que existe un mayor contenido de oxígeno en el primer proceso (T1), como se ilustra en el gráfico 9. Para la comparación de la calidad del agua se utiliza la norma técnica que se resume en el TULAS, libro 6, Anexo I, que indica que el agua debe tener un valor >0.5 ppm de oxígeno disuelto, por lo que no se está cumpliendo con la normativa, esto debido al exceso de carga contaminante que se tiene en el proceso de acabado en húmedo de las pieles ovinas, el uso de agentes químicos que no reaccionan en su totalidad es un problema notorio así como también el depósito de materia orgánica que se desprende en los diferentes procesos todo esto afecta a la calidad del agua y genera contaminación, al afectar el contenido de oxígeno disuelto.

Según Cárdenas, M. (2017), la prueba de oxígeno disuelto es fundamental para determinar si las efluentes industriales afectarían a la calidad del agua es decir, mide el grado de afectación a la flora y fauna del medio, ya que es fundamental que

exista oxígeno disuelto en el agua para efecto de alimentación y de fotosíntesis de las plantas, el cambio de la composición del agua, especialmente cuando existe una disminución en el contenido de oxígeno disuelto, se genera consecuencias nocivas y tóxicas para el ambiente y por ende contaminación, que puede derivar en la muerte de la flora y fauna que existen en los cuerpos dulces, lo cual no es recomendable, ya que el índice de impacto ambiental del agua es elevado. El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir.

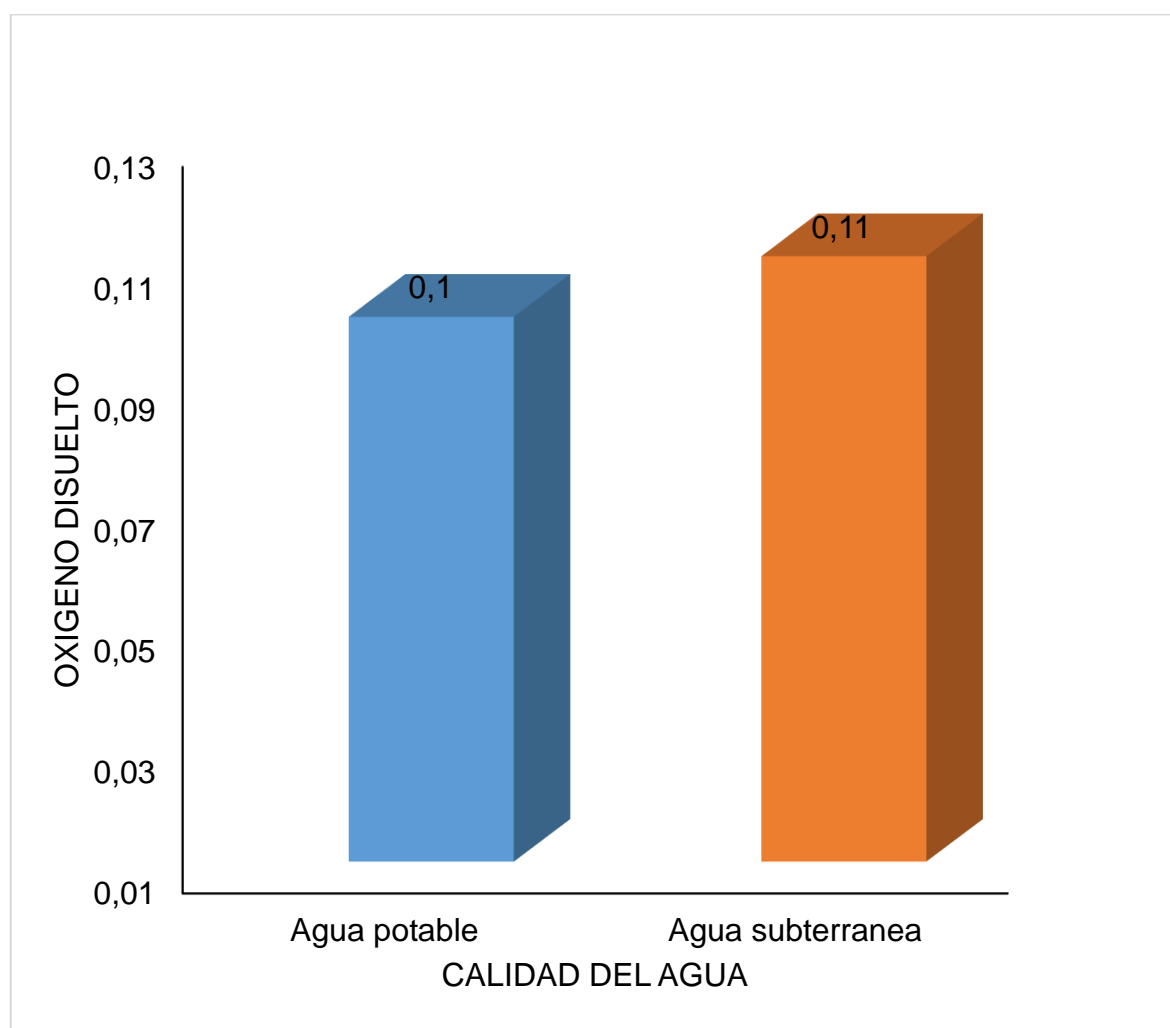


Gráfico 9. Oxígeno disuelto del agua evaluando la influencia de la calidad del agua sobre el proceso de acabado en húmedo.

Además, según Pérez, P. (2017), manifiesta que la cantidad de oxígeno que puede disolver el agua (OD) depende de la temperatura es decir el agua más fría puede guardar más oxígeno en ella que el agua más caliente. Una diferencia de los niveles de Oxígeno disuelto puede detectarse en el sitio de la prueba si se hace temprano en la mañana cuando el agua esta fría y luego se repite en la tarde en un día soleado cuando la temperatura del agua haya subido. Asimismo, una diferencia de los niveles de oxígeno disuelto puede ser aparente a las diferentes profundidades del agua si hay un cambio significativo en la temperatura del agua.

Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 - 18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5-6 ppm para soportar una diversidad de vida acuática. Los niveles de oxígeno disuelto por debajo de 3 ppm dañan la mayor parte de los organismos acuáticos y por debajo de 2 o 1 ppm los peces mueren. Además, los niveles de oxígeno disuelto a veces se expresan en términos de porcentaje de saturación estableciéndose una escala que indica que de 5-6 ppm Suficiente para la mayor parte de especies, menores a 3 ppm, son dañinos para la mayor parte de las especies acuáticas y menor a 2 ppm, es fatal a la mayor parte de especies.

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al realizar la evaluación económica de la producción de cueros ovinos se determinó como egresos producidos por la compra de pieles, productos químicos para cada uno de los procesos tanto de ribera como de curtición y acabado valores de 192,29 dólares americanos en el caso de las 8 pieles a las que se aplicó en la formulación del acabado en húmedo con agua potable (T1), mientras que para las 8 pieles del tratamiento T2 (agua subterránea), las respuestas fueron de 194,92 dólares. Una vez que se obtuvo cueros de los dos diferentes tratamientos se procesó a la confección de artículos para validar la calidad de los cueros y el excedente se procedió a comercializar en el precio vigentes, registrándose respuestas de 223 dólares y 244 dólares americanos en los cueros del tratamiento T1 y T2 respectivamente, como se indica en el cuadro 10.

Cuadro 10. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN.

CONCEPTO	CALIDAD DEL AGUA	
	Agua Potable	Agua Subterránea
	T1	T2
Compra de pieles ovinas	8	8
Costo por piel ovina	3	3
Valor de pieles ovinas	24	24
Productos para el remojo y pelambre	10,25	10,25
Productos el desencalado y piquelado	14,85	14,50
Productos para el curtido	16,25	16,25
Raspado de las pieles	1,36	1,36
Productos para el neutralizado	17,15	17,15
Productos para el recurtido	16,50	16,30
Productos para el acabado	14,56	12,48
Alquiler de la maquinaria	20	20
Confección de los artículos	60	60
TOTAL DE EGRESOS	194,92	192,29
INGRESOS		
Total de cuero producido	81	74
Costo cuero producido pie 2	1,67	1,79
Cuero utilizado en confeccion	53	53
Excedente de cuero	28	21
Venta de excedente de cuero	84	63
Venta de artículos confeccionados	160,00	160,00
Total de ingresos	244,00	223,00
Beneficio costo	1,25	1,16

Es de conocimiento de las personas que comercializan cueros que la calidad es el factor predominante sobre el precio en el mercado por lo tanto se aprecia que al producir cueros de mejor calidad su costo será mayor y se reflejara inclusive sobre el precio del articulo final, por lo tanto al dividir los ingresos sobre los egresos se aprecia una relación beneficio costo de 1,25 para los cueros del primer tratamiento es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 25 centavos mientras tanto que en el segundo tratamiento (agua subterránea) la relación fue de 1,16 es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancias de 16 centavos. Las respuestas mencionadas determinan ganancias que va de 16 a 25% y que son muy alentadoras ya que superan ampliamente con los índices de rentabilidad de industrias similares inclusive mayores que las ofertadas por la banca comercial.

De los reportes económicos establecidos se aprecia que al utilizar agua potable se produce un cuero de mejor calidad ya que en el agua subterránea se acarrea un sinnúmero de elementos que necesitan filtrados y el costo por tratamiento aumentaría sin embargo, no es descartable la formulación con este tipo de agua pues de acuerdo a las normativas el cuero si cumple con las exigencias requeridas y si la única fuente de agua que dispone la empresa tiene esta naturaleza es indudable que se la pueda seguir utilizando sin problema.

V. CONCLUSIONES

- La calidad del cuero es un factor muy importante a ser considerado el momento de la adquisición tanto de la materia prima como del artículo confeccionado ya que existe una competencia desleal con productos sobre todo de origen asiático que resultan menos costosos.
- El proceso de acabado en húmedo resulta más eficiente al realizarlo con agua potable, ya que las resistencias físicas sobre todo de tensión (1972,11 N/ cm²), y porcentaje de elongación (103,75%), indican índices superiores a las exigencias de calidad de la Asociación Española del Cuero, es decir es un indicativo de producir un material muy resistente pero al mismo tiempo con un alargamiento ideal para la confección de los artículos de moda más exigentes.
- La ponderación sensorial del cuero ovino determinó las calificaciones más altas y que corresponden a excelente en los cueros del tratamiento T1 (agua potable), ya que se registró la mejor llenura y redondez (4,63 puntos), es decir cueros muy moldeables, suaves y con un cuerpo definido para la confección de los artículos de vestimenta los cuales requieren mayores prestaciones sensoriales que para otros fines que se da la materia prima como es calzado o marroquinería.
- La evaluación de la calidad del agua determino que para los parámetros de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto no existe un cambio significativo, en su naturaleza ya que al ser vertidos a cuerpos de agua dulce no se aprecia mayores índices que los establecidos en las normas ambientales sin embargo es necesario el monitoreo frecuente para evitar daños irreversibles.
- La evaluación económica al relacionar ingresos con egresos, permitió establecer que la mejor rentabilidad se registra al realizar el acabado con agua potable ya que se aprecia una relación beneficio costo de 1,25 para los cueros del primer tratamiento es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 25 centavos mientras tanto que en el segundo tratamiento (agua

subterránea) la relación fue de 1,16 lo que determinan ganancias que va de 16 a 25% y que son muy alentadoras ya que superan ampliamente con los índices de rentabilidad de industrias similares inclusive mayores que las ofertadas por la banca comercial.

VI. RECOMENDACIONES

Las conclusiones establecidas permiten derivar las siguientes recomendaciones:

- Para mejorar la calidad del cuero es recomendable que la formulación del acabado en húmedo se lo realice con agua potable, para producir un cuero con una competitividad necesaria que pueda ser posicionado no solo en mercados nacionales sino también en internacionales.
- Se recomienda utilizar agua potable para no influir sobre las reacciones ocurridas en los diferentes procesos de acabado en húmedo de las pieles ovinas ya que la naturaleza de este tipo de agua es compatible con la piel y no influye sobre las resistencias físicas y la calidad sensorial del cuero.
- Es aconsejable replicar las formulaciones de la presente investigación pero en otro tipo de cueros, sean estos caprinos, vacunos o de especies menores para validar si los resultados son confiables.
- Para permitir que exista un expansión de las empresas curtidoras, y artesanales del cuero es recomendable utilizar agua potable para mejorar la calidad del cuero y por ende el precio por decímetro cuadrado.

VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET J. 2006. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 215.
2. ANGULO, A. 2010. Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa. 1a ed. Barcelona, España. Edit Nikken. pp 30 – 43.
3. ARMENDÁRIZ, Z. (2017). El pH del agua potable. Descrito en la página web: <http://www.marionkuprat.com/el-ph-del-agua-potable/> pp 8-10.
4. ARTIGAS, M. 2007. Manual de Curtiembre. Avances en la curtición de pieles. 2a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. pp 36 – 39.
5. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
6. BALCAZAR, M. 2009. Obtención de Cuero con Efecto Envejecido con la Utilización de Tres Diferentes Niveles de Cera para Elaboración de Calzado. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
7. BALLA, L. 2011. Obtención de cuero box calf con la aplicación de diferentes niveles de pigmento para calzado escolar. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Zootécnica. ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
8. BELDA, A. 2006. Merinos precoces y razas afines en España. Madrid, España. Edit. Gráficas Valencia. pp 23 – 29.

9. BOAZ, T. 2005. Nutrición de las ovejas. 1a ed. Zaragoza, España Edit. Acribia. pp 81 – 98.
10. BOHÓRQUEZ, E. 2016. El tratamiento de las aguas servidas. Disponible en el sitio web: <http://www.lenntech.es/agua-subterranea/propiedades.htm#ixzz4q4ZUaZPJ>.
11. CORREA, L. 2012. Obtención de Cuero Flor Rectificada con la Utilización de tres niveles de Ligante de Impregnación para la Fabricación de Calzado. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
12. CÁRDENAS, S. Química y ambiente. 2000. 1 .2. ed. Santa Fé de Bogotá-Colombia: Edit. Mc Graw-Hill; pp.199-214 .
13. DEGREMONT, F. 2009. Manual Técnico de Depuración de Aguas. 4a ed. Bilbao, España. Edit Grafo. pp 24 -33.
14. DURÁN, C. 2005. Anatomía, fisiología de la reproducción e IA en ovinos. Montevideo, Uruguay. Edit. Hemisferio Sur. pp 9 – 11.
15. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2016. Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
16. ESPINOZA, T. (2016). Desde agua potable municipal hasta agua ultrapura para el uso industrial. Recuperado del sitio: <https://www.fluencecorp.com/es/tratamiento-agua-soluciones/>.
17. FRANKEL, A. 2009. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.

18. GARCÍA, G. 2006. Producción ovina. 1a ed. Santiago de Chile, Chile Edit. Universidad de Chile. pp 30 – 36.
19. GANSSEER, A. (2006). Sistemas de tratamiento de aguas. Recuperado de: <http://www.greywaternet.com/sistemas-tratamiento-aguas.html>.
20. GÓMEZ, J. 2014. Agua cruda o en estado natural (sin tratamiento). Disponible en el sitio web: <http://www.biblioteca.org.ar>.
21. GROZZA, G. 2007. Curtición de Cueros y Pieles Manual práctico del curtidor. 1a ed. Barcelona, España. Edit., Sintes. S.A. pp 19,21 ,84.
22. HERFELD, H. 2004. Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero. Rusia, Moscú. 2a ed. Edit. Chemits. pp. 157 – 173.
23. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
24. HIDALGO, L. 2017. Escala de calificación de los cueros ovinos curtidos con agua de diferente procedencia. Riobamba, Ecuador.
25. HINOSTROSA, L. (2017). La duresa del agua. Disponible en el sitio web: http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/leip/valenzuela_m_td/capitulo3.pdf.
26. JOAN, B. 2002. Aguas residuales de curtido. 2 a ed. Igualada, España. Edit. Mc Graw-Hill. pp 212 - 231.
27. METCALF . E. 2002. Ingeniería de aguas residuales, tratamiento vertido y reutilización. 3a ed. Madrid, España. Edit Mc Graw-Hill. pp 231, 251, 280, 281.

28. MONTUFAR, T. 2016. La clasificación del agua, y sus características. Disponible en el sitio web: <http://www.filtrosdeaguaalcalina.com>.
29. PÉREZ, M. 2016. la dureza del agua y su influencia en los procesos industriales. Disponible en el sitio web: http://www.qtrue.com.ar/download/Calidad_del_agua_de_emulsion_es.pdf.
30. PIMENTEL, N. 2016. La contaminación en la industria de curtiembre Disponible en el sitio web: <http://181.65.181.124/bitstream/handle/UNH/104/TP%20-%20UNH%20AGROIND%20%20001.pdf?sequence=1&isAllowed=>
31. ROBINSON, R. 2004. Manual de sistema de gestión medio ambiental. 1a. ed. Madrid, España. Edit. Dossat S.A. pp 662 - 679.
32. RAMALHO, R. 2001 Tratamiento de las aguas residuales. Quebec, Canada. Edit. Reverte, S. A: pp 301 - 305.
33. SHREVE, R. 2004. Industrias de proceso químico. Madrid, España. . 2a ed. Edit. Dossat, S.A. pp 45 -63.
34. TAIPE, L. 2016 Evaluación de tres niveles de complejo metálico en el proceso de teñido en cuero de ovino (ovis aries). <http://www.lennotech.es/agua-ubterranea/propiedades.htm#ixzz4q4ZUaZPJ>.

ANEXOS

Anexo 1. Resistencia a la tensión del cuero ovino.

Procesos con agua potable				
Tratamiento	Muestra	Valor obsr	Obs - esper	(obs - espe) ²
1	1	1607,14	-364,97	133204,45
1	2	1923,08	-49,04	2404,70
1	3	1323,53	-648,59	420662,89
1	4	2500,00	527,89	278662,88
1	5	2250,00	277,89	77220,23
1	6	2307,69	335,58	112612,32
1	7	2232,14	260,03	67614,64
1	8	1633,33	-338,78	114772,82
	Media	1972,11		1207154,94
			Desviacion	172450,71
			Varianza	415,27
Procesos con agua sin tratar				
Tratamiento	Muestra	Valor obsr	Obs - esper	(obs - espe) ²
2	1	1021,05	-951,06	904519,08
2	2	1921,88	-50,24	2524,03
2	3	1323,53	-648,59	420662,89
2	4	2196,43	224,31	50316,71
2	5	1816,67	-155,45	24164,09
2	6	1875,00	-97,11	9431,27
2	7	1708,33	-263,78	69580,62
2	8	1500,00	-472,11	222892,30
	Media	1670,36		1704090,98
			Desviación	243441,57
			Varianza	493,40

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	1972,115	1670,361
Varianza	172450,706	139378,161
Observaciones	8,000	8,000
Varianza agrupada	155914,434	
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	14,000	
Estadístico t	1,528	
P(T<=t) una cola	0,074	ns
Valor crítico de t (una cola)	1,761	
P(T<=t) dos colas	0,149	
Valor crítico de t (dos colas)	2,145	

Anexo 2. Porcentaje de elongación del cuero ovino.

Procesos con agua potable				
Tratamiento	Muestra	Valor obsr	Obs - esper	(obs - espe) ²
1	1	82,50	-21,25	451,56
1	2	77,50	-26,25	689,06
1	3	90,00	-13,75	189,06
1	4	107,50	3,75	14,06
1	5	112,50	8,75	76,56
1	6	135,00	31,25	976,56
1	7	110,00	6,25	39,06
1	8	115,00	11,25	126,56
	Media	103,75		2562,50
			Desviación	366,07
			Varianza	19,13

Procesos con agua sin tratar

Tratamiento	Muestra	Valor obsr	Obs - esper	(obs - espe) ²
1	1	85,00	-18,75	351,56
1	2	87,50	-16,25	264,06
1	3	97,50	-6,25	39,06
1	4	110,00	6,25	39,06
1	5	115,00	11,25	126,56
1	6	105,00	1,25	1,56
1	7	112,50	8,75	76,56
1	8	87,50	-16,25	264,06
	Media	100,00		1162,50
			Desviación	166,07
			Varianza	12,89

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable	
	Variable 1	2
Media	103,75	100
Varianza	366,071429	150
Observaciones	8	8
Varianza agrupada	258,035714	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	0,46689729	
P(T<=t) una cola	0,32387823	ns
Valor crítico de t (una cola)	1,76131014	
P(T<=t) dos colas	0,64775647	
Valor crítico de t (dos colas)	2,14478669	

Anexo 3. Llenura del cuero ovino

Procesos con agua potable				
Tratamiento	Muestra	Valor obsr	Obs - esper	(obs - espe) ²
1	1	4,00	-0,63	0,39
1	2	5,00	0,38	0,14
1	3	5,00	0,38	0,14
1	4	5,00	0,38	0,14
1	5	5,00	0,38	0,14
1	6	5,00	0,38	0,14
1	7	4,00	-0,63	0,39
1	8	4,00	-0,63	0,39
	Media	4,63		1,88
			Desviacion	0,27
			Varianza	0,52

Procesos con agua sin tratar

Tratamiento	Muestra	Valor obsr	Obs - esper	(obs - espe) ²
1	1	4,00	-0,63	0,39
1	2	4,00	-0,63	0,39
1	3	3,00	-1,63	2,64
1	4	4,00	-0,63	0,39
1	5	3,00	-1,63	2,64
1	6	4,00	-0,63	0,39
1	7	4,00	-0,63	0,39
1	8	3,00	-1,63	2,64
	Media	3,63		9,88
			Desviación	1,41
			Varianza	1,19

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	4,625	3,625
Varianza	0,26785714	0,26785714
Observaciones	8	8
Varianza agrupada	0,26785714	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	3,86436713	
P(T<=t) una cola	0,0008591	**
Valor crítico de t (una cola)	1,76131014	
P(T<=t) dos colas	0,0017182	
Valor crítico de t (dos colas)	2,14478669	

Anexo 4. Blandura de los cueros ovinos.

Procesos con agua potable				
Tratamiento	Muestra	Valor obsr	Obs - esper	(obs - espe) ²
1	1	3,00	-0,50	0,25
1	2	3,00	-0,50	0,25
1	3	4,00	0,50	0,25
1	4	3,00	-0,50	0,25
1	5	4,00	0,50	0,25
1	6	3,00	-0,50	0,25
1	7	4,00	0,50	0,25
1	8	4,00	0,50	0,25
	Media	3,50		2,00
			Desviación	0,29
			Varianza	0,53

Procesos con agua sin tratar

Tratamiento	Muestra	Valor obsr	Obs - esper	(obs - espe) ²
1	1	5,00	1,50	2,25
1	2	5,00	1,50	2,25
1	3	5,00	1,50	2,25
1	4	5,00	1,50	2,25
1	5	4,00	0,50	0,25
1	6	4,00	0,50	0,25
1	7	4,00	0,50	0,25
1	8	5,00	1,50	2,25
	Media	4,63		12,00
			Desviacion	1,71
			Varianza	1,31

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	3,500	4,625
Varianza	0,286	0,268
Observaciones	8,000	8,000
Varianza agrupada	0,277	
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	14,000	
Estadístico t	-4,277	
P(T<=t) una cola	0,000	
Valor crítico de t (una cola)	1,761	
P(T<=t) dos colas	0,001	
Valor crítico de t (dos colas)	2,145	

Anexo 5 Redondez de los cueros ovinos.

Procesos con agua potable				
Tratamiento	Muestra	Valor obsr	Obs - esper	(obs - espe) ²
1	1	5,00	0,38	0,14
1	2	5,00	0,38	0,14
1	3	5,00	0,38	0,14
1	4	4,00	-0,63	0,39
1	5	5,00	0,38	0,14
1	6	4,00	-0,63	0,39
1	7	5,00	0,38	0,14
1	8	4,00	-0,63	0,39
	Media	4,63		1,88
			Desviación	0,27
			Varianza	0,52

Procesos con agua sin tratar				
Tratamiento	Muestra	Valor obsr	Obs - esper	(obs - espe) ²
1	1	4,00	-0,63	0,39
1	2	4,00	-0,63	0,39
1	3	3,00	-1,63	2,64
1	4	4,00	-0,63	0,39
1	5	4,00	-0,63	0,39
1	6	4,00	-0,63	0,39
1	7	4,00	-0,63	0,39
1	8	3,00	-1,63	2,64
	Media	3,75		7,63
			Desviación	1,09
			Varianza	1,04

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	4,625	3,75
Varianza	0,268	0,214
Observaciones	8,000	8
Varianza agrupada	0,241	
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	14,000	
Estadístico t	3,564	
P(T<=t) una cola	0,002	
Valor crítico de t (una cola)	1,761	
P(T<=t) dos colas	0,003	
Valor crítico de t (dos colas)	2,145	

Anexo 6. Receta del proceso de ribera del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO
w (35)kg	BAÑO	Agua	300	105	kg	25	12 h.
Remojo Estático		Detergente	0,5	175	g		
		Cloro 1 sachet	0,01	270	ml		
Botar baño							
Pelambre / Embadurnado	BAÑO	Agua	5	4,27	kg	40	12 h.
		Ca (OH)2 (cal)	3,5	2,99	Kg		
		Na2S (Sulfuro de Na)	2,5	2,13	Kg		
Botar baño							
w(24)kg	BAÑO	Agua	100	24	Kg	25	30 min.
		Na2S (Sulfuro de Na)	0,7	168	g		
Na2S (Sulfuro de Na)		0,7	168	g	25	30 min.	
NaCl (sal)		0,5	120	g		10 min.	
Na2S (Sulfuro de Na)		0,5	120	g		30 min.	
Ca (OH)2 (cal)		1	240	g			
Agua		50	12	Kg			
Na2S (Sulfuro de Na)		0,5	120	g			
Ca (OH)2 (cal)		1	240	g			30 min.
Ca (OH)2 (cal)		1	240	g			3 h.
REPOSO							
GIRAR 10 MIN Y DESCARNAR 3-4 HORA POR							20 h.
Botar baño							

Anexo 7. Receta del proceso de descarnado, desencalado y piquelado I y desengrase del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).

Proceso	Oper.	Producto	%	Cantidad	En g/kg	T°	Tiempo			
W (29,3 kg)										
Descarnado		Agua	200	58,6	kg	25	30 min.			
		Bisulfito de Sodio	0,2	58,6	g					
W (27,8 kg)										
Desencalado	BAÑO	BOTAR BAÑO								
		Agua	100	27,8	kg	30	30 min.			
		(Bisulfito de Na)	1	278	g					
		Formiato de Sodio	1	278	g					
		Rindente	0,1	27,8	g		60 min.			
		Rindente	0,02	55,6	g		10 min.			
	Botar baño									
	LAVAR	Agua	200	55,6	kg	25	20 min.			
	Botar baño									
	Piquelado I	BAÑO	Agua	60	16,68	kg	Ambiente	10 min.		
NaCl (sal)			10	2,78	kg					
1:10(Ac. Formico)			1			92,67		g	30 min.	
1 parte (Diluida)									30 min.	
2 parte									60 min.	
3 parte						0,4		37,06	g	30 min.
1:10(Ac. Fórmico)										30 min.
1 parte (Diluida)										30 min.
2 parte										60 min.
3 parte										
Botar baño										
W (25,2 kg)										
Desengrase	BAÑO	Agua	100	25,2	kg	30	60 min.			
		Detergente	2	504	g					
		Diésel	4	1008	g					
	Botar baño									
	BAÑO	Agua	100	25,2	kg	35	40 min.			
		Detergente	1	252	g					
	Botar baño									
	LAVAR	Agua	200	50,4	Kg	Ambiente	20 min.			
Botar baño										

Anexo 8. Receta del proceso de piquelado II y curtido del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).

PROCESO	OPER .	PRODUCTO	%	CANTIDA D	En g/k g	T°	TIEMP O		
W (25,2 kg)									
Piquelado II	BAÑO	Agua	60	25,2	Kg	Ambiente	10 min.		
		NaCl (sal)	10	2,52	kg				
		HCOOH1:10(A c. Formico) 1 parte (Diluida)	1		84		g	30 min.	
		2 parte			84		g	30 min.	
		3 parte			84		g	30 min.	
		HCOOH1:10(A c. Formico) 1 parte (Diluida)	0,4		33,6		g	30 min.	
		2 parte			33,6		g	30 min.	
		3 parte			33,6		g	30 min.	
		REPO SO							12 h.
			RODA R						
Curtido		Cromo	7	1,76	kg		60 min.		
		BASIFICANTE 1/10	0,3				60 min.		
		1 parte			25,2		g	60 min.	
		2 parte			25,2		g		
		3 parte			25,2		g		
		AGUA	100	15,12	kg		60	30 min.	
Botar Baño									
CUERO WET BLUE									
Perchar y Raspar Calibre 0,8 mm.									

Anexo 9. Receta para acabados en húmedo del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).

PROCESO	OPER.	PRODUCTO	%	CANTIDAD	En g/kg	T°	TIEMPO
w(6,4 Kg)	BAÑO	Agua	200	12,8	kg	25	20 min.
ACABADO H		Detergente (Ac. Fórmico)	0,2	12,8	g		
		Deslizante	0,2	12,8	g		
		Botar baño					
w(9 Kg)	BAÑO	Agua	80	7,2	kg	40	40 min.
NEUTRALIZADO		Cromo	2	180	g		
		Gluta Aldehido	2	180	g		
	Botar baño						
	BAÑO	Agua (Formiato de Na)	100	9	kg	40	30 min.
Bicarbonato de Sodio		1,5	135	g	60 min.		
Botar baño							
BAÑO	Agua	300	27	kg	40	40 min.	
	Botar baño						
w(10,7 Kg)	BAÑO	Agua	50	5,35	kg	40	60 min.
RECURTIDO		Rellenante de Faldas	4	428	g		
		Resina Acrilica 1/10	2	214	g		
		Estireno Maleico	4	428	g		
		Anilina	3	321	g		40 min.
		MEZCLAR 1/10 DILUIR	Agua	150	16,05		kg
	Ester fosfórico		10	1,07	Kg		
	Parafina sulfoclorada		4	428	g		
	Lanolina		2	214	g		
	BAÑO	HCOOH (Ac. Fórmico) 1:10	0,7	74,9	g	Ambiente	10 min.
HCOOH (Ac. Fórmico) 1:10		0,7	74,9	g	10 min.		
Cromo		1,5	160,5	g	20 min.		
REPOSO					12 h.		
LAVADO	Agua	200	21,4	Kg	Ambiente	30 min.	
Botar baño							
Perchar (apilar flor con flor y tapar con fundas negras)							
REPOSO				12 HORAS			
Secar y Estacar							

Anexo 10. Receta para acabados en del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).

PROCESO (10 kg)	PRODUCTO	(%)		
Acabado en seco	Uretano de anclaje	200 partes	Mezclar	
	H2O	800 partes		
	Una aplicada reposo 12 horas			
	Prensado a 80°C de 120 atm. De presión 3 segundos			
	Compacto	300 partes	Mezclar	
	Pigmento preparado	200 partes		
	Uretano de anclaje	100 partes		
	Uretano de cobertura	100 partes		
	Cera	60 partes		
	Agua	240 partes		
		100 partes (1Kg)		
	2 a 3 Aplicaciones			
	Secar			
	Hidrolaca	300 g	Mezclar	
	H2O	650 g		
	Cera	50 g		
	1 aplicación			

Anexo 11. Evidencia fotográfico del trabajo de campo del cuero ovino utilizando en el acabado agua de diferente naturaleza (potable versus subterránea).

Transporte del Agua potable



Pesar las pieles



Remojo estático



Pelambre por embadurnado



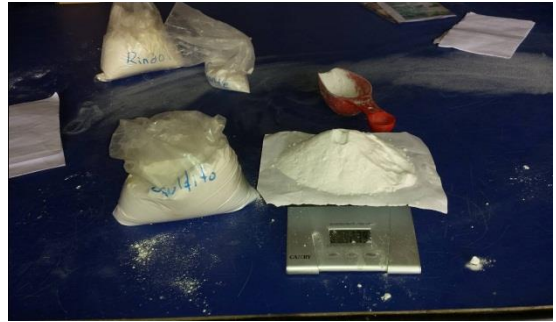
Pelambre en bombo



Descarnado



Desencalado



Piquelado 1



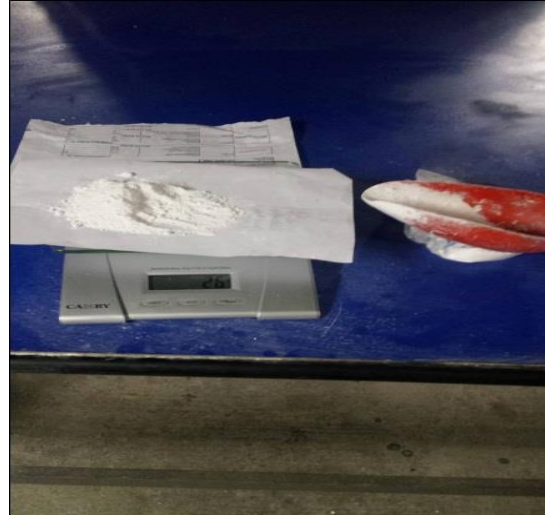
Desengrase



2do piquelado



Curtido



Cuero en Wet Blue



Raspar



Acabado en humedo



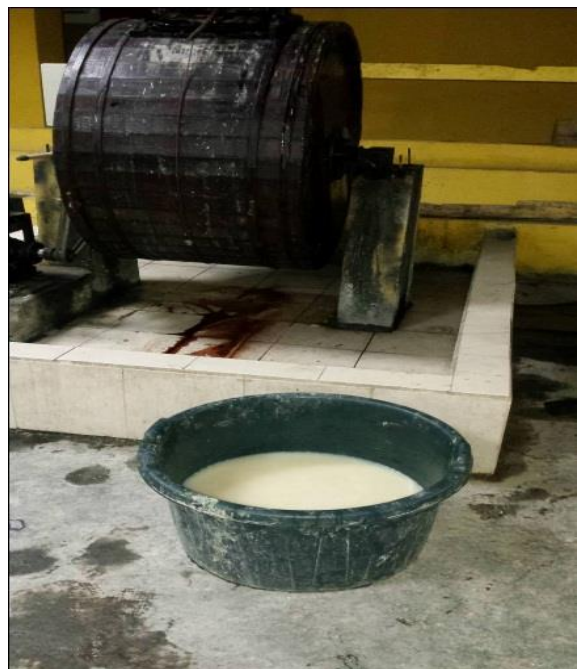
Neutralizado



Lavado



Recurtido



Reposo y Secar



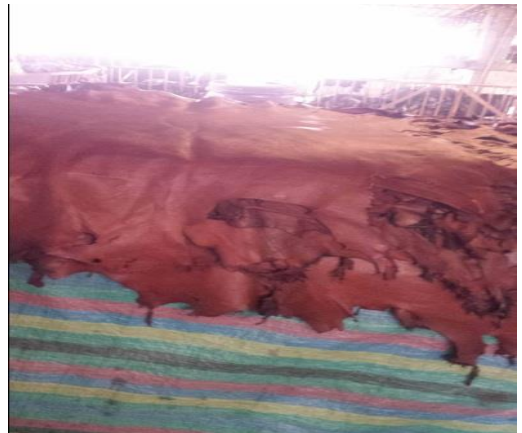
Preparacion del compacto



Pintado



Estacado y cortado



Cuero de Ovino

