



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“OBTENCIÓN DE CUERO GAMULÁN CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES
NIVELES DE FORMALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE
ALUMINIO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
Previa a la obtención del título de
INGENIERO ZOOTECNISTA**

AUTOR

DANILO FERNANDO ROMERO GUANOTASIG

RIOBAMBA- ECUADOR

2015

El trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing. Rafael Buenaño Núñez.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, Diciembre del 2015

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Danilo Fernando Romero Guanotasig, declaro que el presente trabajo de titulación es mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos contantes 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.

Riobamba, 10 de Diciembre de 2015

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Danilo Fernando Romero Guanotasig', with a stylized flourish underneath.

Danilo Fernando Romero Guanotasig
050284703-1

DEDICATORIA

A Dios el todo poderoso por haberme regalado el don de la vida.

De manera en especial a mi madre Elvia y mi padre José, por haber sido quien día a día me dieron su apoyo constantemente para alcanzar mi meta de convertirme en un profesional.

A mis hermanos Byron, Silvia, Gaby y Erika y mi abuelita Luz, siempre me apoyaron y estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos, quiero que sepan que los quiero mucho.

Y a todos mis queridos amigos con los cuales compartimos momentos y experiencias inolvidables.

Para todos ustedes este presente con mucho cariño.

DANILO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y vida, gracias a sus bendiciones he podido culminar con éxito una de mis metas planteadas, lo cual me ha servido para mi formación profesional.

A mi familia por su apoyo incondicional y único, que fue una motivación en mis momentos difíciles para luchar y salir adelante de las adversidades que se pusieron al frente en su momento, gracias nunca podre pagarte todo lo que has hecho por mí.

A La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a su vez a la Facultad de Ciencias Pecuarias y por su intermedio a la Escuela de Ingeniería Zootécnica por haberme acogido, formado profesionalmente y como persona.

Mis sinceros agradecimientos a cada uno de mis profesores que contribuyeron de una u otra manera con sus mejores conocimientos para mi formación académica y especialmente al Ing. Tatiana Sánchez Herrera, director de mi tesis; Ing. MS. C. Luis Hidalgo, asesor de tesis por su apoyo incondicional en la realización del trabajo de investigación.

Como olvidar a mis amigos que estuvieron siempre ahí en las buenas y las malas para darme aliento en los momentos tristes y disfrutar de los logros obtenidos durante el trascurso de mi vida estudiantil.

DANILO

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LA PIEL DE LOS ANIMALES COMO MATERIA PRIMA	3
1. <u>Partes de la piel en bruto</u>	4
a. Crupón	4
b. Cuello y faldas	5
B. PIEL OVINA	7
C. ESTUDIO DE LA PIEL OVINA	8
D. PROCESOS DE RIBERA DE LAS PIELES OVINAS	9
a. Remojo	10
b. Pelambre y calero	10
c. Descarnado	11
d. Dividido en tripa	12
e. Desencalado	13
f. Rendido	13
E. PROCESOS DE CURTICIÓN	14
a. Píquel	14
b. Curtición propiamente dicha	15
F. LOS TANINOS SINTÉTICOS	18
1. <u>Curtientes sintéticos con poder curtiente propio, llamados de sustitución</u>	20
2. <u>Curtientes sintéticos sin o con poco poder curtiente</u>	21
G. ALDEHÍDO	21
1. <u>Propiedades</u>	22
a. Propiedades físicas	22
b. Propiedades químicas	22
3. <u>Nomenclatura</u>	23
4. <u>Reacciones de los aldehídos</u>	24

5.	<u>Usos</u>	24
H.	FORMALDEHÍDO	25
1.	<u>Aplicaciones</u>	29
I.	CURTICIONES CON SALES DE ALUMINIO	30
1.	<u>Productos para la curtición con aluminio</u>	32
a.	Sales curtientes de aluminio	33
b.	Curtición con sulfato de aluminio	34
2.	<u>Curtición de pieles lanares con sulfato de aluminio</u>	35
J.	PELETERÍA LANAR	36
K.	CUEROS LANARES	37
1.	<u>Principales aspectos de la preservación de cueros lanares</u>	40
2.	<u>Clasificación de las pieles lanares</u>	41
3.	<u>Principales defectos de los cueros lanares</u>	43
L.	GAMULAN	45
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	50
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	50
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	50
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	51
1.	<u>Materiales</u>	51
2.	<u>Equipos</u>	51
3.	<u>Productos químicos</u>	52
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	53
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	54
1.	<u>Físicas</u>	54
2.	<u>Sensoriales</u>	55
3.	<u>Económicas</u>	55
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	55
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	55
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	59
1.	<u>Análisis sensorial</u>	59
2.	<u>Análisis de laboratorio</u>	60
a.	Resistencia a la tensión	60
b.	Porcentaje de elongación	61

IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	63
A.	EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORMALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO GAMULAN	63
1.	<u>Porcentaje de elongación</u>	63
2.	<u>Resistencia a la tensión</u>	68
B.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORMALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO GAMULAN	71
1.	<u>Naturalidad</u>	71
2.	<u>Blandura</u>	79
3.	<u>Tacto, puntos</u>	78
D.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES	82
E.	COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN	86
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	87
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	88
X.	<u>LITERATURA CITADA</u>	89
	ANEXOS	

RESUMEN

En las instalaciones del Laboratorio de Curtiembre de pieles de la FCP de la ESPOCH, se evaluó el efecto de tres niveles de formaldehído (4, 5, 6 %), más el 4% de sulfato de aluminio, en la curtición de 24 pieles ovinas para la producción de cuero gamulan, divididas en 3 tratamientos y 8 repeticiones, modeladas con un DCA simple, llegando a determinarse con el 6% de formaldehído el mejor porcentaje de elongación (54,69%), y resistencia a la tensión (1431,83 N/cm²), la mejor naturalidad (4,88 puntos); blandura (4,75 puntos) y tacto (4,63 puntos); es decir, el producto que se logró presenta una belleza visual, suavidad, caída y tacto agradable. El cuero gamulan es un producto muy difícil para la confección; puesto que, se debe cuidar que la lana no sufra debilitamiento del bulbo piloso de tal manera no se desprenda fácilmente al confeccionar o al utilizar el artículo. La evaluación económica determinó respuestas favorables al aplicar 6% de formaldehído ya que la relación beneficio costo fue de 1,30, o una ganancia del 30% que supera ampliamente con las de otras actividades similares pero con el beneficio de que la recuperación del capital es más rápida y su margen de riesgo es menor al de otras producciones. Por lo que se recomienda utilizar 6% de formaldehído para obtener cueros con buenas resistencias físicas y calificaciones sensoriales, indispensables para que los artículos confeccionados sean resistentes y sobre todo conserven tanto la belleza natural en el cuero como en la lana.

ABSTRACT

This research was carried out in the leather tannery lab of Livestock Science Faculty of ESPOCH, in order to determine the effect of formaldehyde (4, 5, 6 %) plus 4 % of aluminum sulfate to produce gamulán leather. It was tested to tan 24 sheepskin, the test consisted of 3 treatments and 8 repetitions modeled with DCA simple, which revealed that the treatment with a 6 % of formaldehyde is the best since it gave the best results in regarding elongation percentage equal to 58,13 % and the resistance to the tension equal to (1431,83 N/cm²); the natural consistency equal to (4,88 points); and the smoothness equal to (4,75% points); and touch equal to (4,63 points); therefore the target product kept visual beauty, a pleasant smoothness, falling, and texture. The gamulán leather from sheepskin is very difficult to be produced since the wool hairy bulb damage must be prevented in order to the wool were not easily detached at the very moment of prepare and make the final product. The economic assessment were carried out in regarding cost-benefit which determined that the treatment with a 6% of formaldehyde gives a 30% of profitability which represents a rate of return of 1,30 and which widely overcomes the profitability from other activities since the capital return faster and the margin of error is smaller than the other similar activities since the capital return is faster an margin of error is smaller than the other activities. Therefore is advisable to use the 6% formaldehyde to make the best sheepskin leather not only for the physical resistance but also for the sensorial quality features which is essential for the products made of gamulán leather were resistant and the well as wool natural beauty were well conserved.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL EN BRUTO.	4
2.	NOMENCLATURA DE LOS ALDEHÍDOS.	23
3.	PRODUCTOS PARA LA CURTICIÓN CON ALUMINIO.	32
4.	CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES LANARES.	41
5.	CLASIFICACIÓN DE LOS CUEROS LANARES Y SU DESTINO.	42
6.	FORMULACIÓN PARA UN CUERO GAMULAN.	46
7.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	50
8.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	54
9.	ESQUEMA DEL ADEVA.	54
10.	EVALUACIÓN DE LAS PRUEBAS FÍSICAS DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORMALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO GAMULAN.	64
11.	EVALUACIÓN DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORMALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO GAMULAN.	72
12.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE FORMALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO GAMULAN.	85

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Micrografía electrónica de fibrillas intactas de colágeno obtenidas de la piel.	16
2.	Cadena peptídica de un curtiente.	18
3.	Estructura del ácido Naftalensulfónico.	20
4.	Porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.	65
5.	Regresión del porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.	67
6.	Resistencia a la tensión de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.	69
7.	Naturalidad de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.	73
8.	Regresión de la naturalidad de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.	75
9.	Blandura de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.	77
10.	Regresión de la blandura de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.	78
11.	Tacto de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.	81
12.	Regresión del tacto de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.	83

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.
2. Resistencia a la tensión de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.
3. Naturalidad de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.
4. Blandura de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.
5. Tacto de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemorables el hombre ha tratado de guardar lo que le pueda servir para satisfacer una necesidad, las pieles no podían ser la excepción y se dan en ellas los primeros intentos de conservación con tratamientos bastante primitivos, tales como rociar las pieles con ceniza para suavizarlas un poco y que conservaran por más tiempo, hasta llegar a la época en que son descubiertos los taninos y utilizados para el curtido de manera más eficiente. Los ovinos poseen en la piel una estructura compuesta por folículos pilosos productores de fibras de lana y pelo, representa una barrera natural entre el organismo y el medio externo.

El proceso de curtido consiste en convertir la piel cruda del animal, un material altamente putrescible, en un material estable que puede utilizarse en la fabricación de una amplia gama de productos, llamado cuero. Este proceso incluye varias reacciones químicas complejas y diversos procesos mecánicos. Entre ellos, el curtido es la etapa fundamental en que la piel adquiere su estabilidad y carácter esencial. La tecnología en el subsector del cuero al igual que en la mayoría de las industrias ecuatorianas aún no pueden acceder a la alta tecnología utilizada en los países con un mayor nivel de desarrollo, su capacidad tecnológica industrial en las curtiembres cubre relativamente las necesidades del tamaño del mercado que actualmente capta; sin embargo, su producción es deficitaria con relación a la demanda del producto es por esta y varias razones más, la búsqueda de alternativas de producción para mejorar la calidad.

El formaldehído se ha demostrado al día de hoy, ser la sustancia más eficiente en el curtido del cuero, muchos otros agentes curtientes fueron experimentados pero se obtuvieron resultados poco alentadores. Entre los demás aldehídos, el glioxal ha demostrado muchos límites y el mismo formaldehído, ha dado resultados discretos, no puede ser aplicado por problemas toxicológicos, en altas concentraciones; por lo que, al combinarse con el sulfato de aluminio se disminuirá su toxicidad y se mantendrá la naturalidad del cuero. Las pieles curtidas con formaldehído resisten bien a la acción de los álcalis, son sólidos al lavado con jabón y con detergentes, tienen una buena solides al frote, tanto en

húmedo como en seco. La producción de pieles ovinas no altera en absoluto el equilibrio ecológico del medio ambiente, debido a que no es un animal que se encuentra en peligro de extinción y que su alimentación se basa muchas veces en subproductos cuyo valor económico no es significativo por lo que la presente investigación tiene muchos campos de aplicación ya que el cuero producido es un material muy apetecido por los artesanos de nuestra localidad para la confección especialmente de prendas de vestir muy delicadas en la que se requiere de un material, bastante flexible, resistente a la tracción y con buenas prestaciones sensoriales. El curtiente mineral más empleado es el cromo, bajo la presentación de sulfato de cromo III. El alto contenido de cromo en el efluente final de la curtiembre, así como en los lodos de los pozos de sedimentación de la curtiembre, es un factor intranquilizante, tanto es así que en Europa es un factor que condiciona la existencia de la industria, por lo tanto se busca en la presente investigación minimizar estos efectos reemplazando el cromo por formaldehído que es un gas incoloro, de olor picante y soluble en agua. Por lo anotado anteriormente los objetivos fueron:

- Determinar el nivel más adecuado de formaldehído (4, 5 y 6%), en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, para curtir pieles ovinas y obtener un cuero Gamulan.
- Establecer las resistencias físicas del cuero Gamulan y comparar con las normas de calidad de la Asociación Española en la Industria del Cuero, para verificar si cumplen con las exigencias requeridas, para confección de vestimenta de alta calidad.
- Calificar la sensación que provoca a los sentidos el cuero Gamulan, que será curtido con diferentes niveles de Formaldehído en combinación con Sulfato de Aluminio y ubicarlas en una escala de apreciación sensorial, categorizada en puntos.
- Determinar los costos de producción por tratamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LA PIEL DE LOS ANIMALES COMO MATERIA PRIMA

Adzet, J. (2005), afirma que el material de partida para la preparación del cuero lo constituye la piel de los animales, su naturaleza es, sobre todo, adecuada al carácter del cuero obtenido. La piel en bruto se obtiene de toda clase de ganado vacuno como toros, bueyes, vacas, y terneros, además de las pieles de oveja, piel de cabra, piel de cerdo, piel de caballo y muchas pieles especiales de animales salvajes, animales acuáticas y reptiles. A esto hay que añadir los animales peleteros, animales salvajes y domesticados, cuyas pieles son dedicadas a ser curtidas y con ello valorizadas, la piel fresca recién obtenida, contiene un 50-70% de agua y constituye un buen medio alimenticio para las bacterias de la putrefacción. Si disminuimos la humedad por debajo del 30% se dificulta el crecimiento de dichas bacterias. Por esto una desecación hasta un 12 ó 15% de agua o una eliminación completa del agua mediante tratamiento con sal es suficiente para su conservación.

Bermeo, M. (2006), señala que la piel es la estructura externa de los cuerpos de los animales, es el órgano de mayor tamaño es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta con pelos o lana y formada por varias capas superpuestas. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ellas muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora: pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como:

- Regular la temperatura del cuerpo.
- Eliminar sustancias de desecho.
- Albergar órganos sensoriales que nos faciliten la percepción de las sensaciones térmicas, táctiles y sensoriales.
- Almacenar sustancias grasas y permite recibir información desde el exterior
- Proteger el cuerpo de la entrada de bacterias.

- Es una barrera selectiva para distintas formas de energía como son la temperatura y las radiaciones solares. En el cuadro 1, se describe la composición química de la piel en bruto.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL EN BRUTO.

Producto	Porcentaje
Agua	64%
Proteínas	33%
Grasas	2%
Sustancias minerales	0,5%
Otras sustancias	0,5%

Fuente: <http://www.curticiónpielovins.com>.(2013).

1. Partes de la piel en bruto

Adzet, J. (2005), reporta que la piel recuperada por desuello de los animales sacrificados, se llama "piel fresca" o piel en verde. En una piel fresca existen zonas de estructuras bastante diferenciadas en lo que respecta al espesor y la capacidad. Estos contrastes son sobre todo importantes en el caso de pieles grandes de bovinos. En una piel se distinguen 3 zonas:

- El crupón.
- El cuello.
- Las faldas.

a. Crupón

Artigas, M. (2007), informa que el crupón corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, tanto en espesor

como en estructura dérmica. Es además la más compacta y por lo tanto la más valiosa. Su peso aproximado es de un 46 % con relación al total de la piel fresca. La piel de la parte superior de la cabeza se conoce como testuz y las partes laterales se le llama carrillos.

b. Cuello y faldas

Ángulo, A. (2007), aduce que el cuello corresponde a la piel del cuello y la cabeza del animal. Su espesor y compacidad son irregulares y de estructura fofa. La superficie del cuello presenta profundas arrugas que serán tanto más marcadas cuando más viejo sea el animal. La piel del cuello viene a representar un 26% del peso total de la piel.

Bacardit, A. (2004), infiere que las faldas corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y las patas del animal. Presenta grandes irregularidades en cuanto a espesor, encontrándose en las zonas de las axilas las partes más fofas de la piel; las de las patas se encuentran algo cornificadas. El peso de las faldas corresponde un 28% del total. En una piel además se distinguen: el lado externo de la piel que contiene el pelaje del animal, y una vez eliminado este se llama lado de la flor. El lado interno de la piel, que se encontraba junto a la carne del animal se llama "lado de la carne". Las pieles se pueden trabajar enteras y en otros casos se cortan en diferentes partes según su uniformidad. Así tenemos:

- Cuando se cortan en dos mitades siguiendo la línea de la espina dorsal, a cada una de las mitades se le llama: "hoja".
- Cuando la piel se corta según las líneas se obtienen cuatro trozos: el cuello, un crupón entero y dos faldas.
- Cuando se separan solamente las faldas, entonces queda una pieza formada por el crupón entero y el cuello que se llama "dosset".

Artigas, M. (2007), afirma que mientras la naturaleza, ha creado en las fibras naturales, por ejemplo, algodón, lana, y seda, un modelo de macromoléculas mono dimensionales estructuradas, en lo que se refiere a estructura química y estructura fina en consideración a la resistencia y la aptitud de aislamiento del calor, la piel animal es la muestra de un buen material industrial, la piel de los mamíferos está constituida histológicamente por tres partes:

- La epidermis (piel superficial),
- El cutis o corium (piel propia del cuero) y el,
- Subcutis (tejido conjuntivo situado debajo de la piel).

Hidalgo, L. (2004), señala que solamente en peletería interesa el mantenimiento de los cabellos formados en la epidermis, y las escamas en el caso de los reptiles y animales marinos. En otros casos para la obtención del cuero hay que quitar la epidermis y de la misma forma el tejido conjuntivo situado debajo de la piel. El papel principal en la estructura de la piel productora del cuero lo juegan las escleroproteínas, de las cuales, los colágenos tienen la máxima importancia en la formación del cuero. Estos constituyen el 98% de la sustancia seca de la piel del cuero. Además pertenecen a ésta la elastina que igualmente interviene en el proceso de curtición formador del cuero, mientras que el tercer constituyente, la queratina, forma la parte principal de la lana y de los pelos y salvo en peletería, es eliminada.

Adzet, J. (2005), reporta que toda piel, una vez retirada del tronco del animal, pasa inmediatamente a un estado de tremenda labilidad, si no se toma una medida inmediata para deshidratar esa piel que está recubierta de gérmenes que producen en pocas horas la autólisis de esa piel. Si no se le somete a algún tratamiento que evite la hidrólisis de las proteínas que la componen, la piel estará perdida. La parte externa del animal tenía defensas hacia el exterior, es por lo tanto la parte de la piel que sucumbe lentamente al ataque de los microorganismos.

B. PIEL OVINA

En <http://www.estiloscueronet.com>.(2014), se menciona que 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.

En <http://www.edym.com>.(2014), se dice que en las razas productoras de lanas finas, la piel es más delgada y con mayor número de folículos y glándulas, tanto sudoríparas como sebáceas, que en las razas carniceras. Otra característica distinta es que la piel forma pliegues o arrugas en el cuello, denominados corbatas o delantales, y en algunos se encuentran estas arrugas en parte o en la totalidad de la superficie corporal. La piel ovina está constituida por las siguientes partes: Los folículos son invaginaciones de la piel en las cuales se originan las hebras pilosas y lanosas. En el interior se encuentra la raíz de la hebra con el bulbo pilífero que rodea a la papila que lo nutre y que origina el crecimiento. Las secreciones sudoríparas tienen forma de tubos y desembocan en un poro de la piel por medio de un conducto excretor. Las glándulas sebáceas aparecen como racimos cuyo conducto excretor se abre en la parte interior y superior del folículo, poco antes de que la fibra aparezca en la superficie de la piel. Las secreciones glandulares de la piel se unen originando la grasa de la lana, también llamada suarda, que la lubrica y protege de los agentes exteriores. La fibra de lana consta a su vez, de dos partes: una interna o raíz incluida en el interior del folículo y otra externa, libre, que constituye la fibra de lana propiamente dicha.

En <http://www.vet-uy.com>.(2014), se indica que la piel de los ovinos está constituida por dos tipos de tejido diferentes. Una capa externa delgada, llamada epidermis y por debajo de ésta una más gruesa y compleja conocida como dermis o corium, formada por tejido conectivo que contiene abundantes fibras de colágeno. En la dermis, a su vez, se distinguen dos zonas bien diferenciadas: una superior llamada papilar, provista de numerosos vasos y fibrillas nerviosas, que cumplen una importante función en la regulación de la temperatura corporal y otra llamada reticular, formada por un tejido con fibras de colágeno.

C. ESTUDIO DE LA PIEL OVINA

Sánchez, A. (2006), reporta que las propiedades de la piel curtida, su resistencia, flexibilidad y la textura del afelpado dependen de la estructura fibrosa; es decir, de la delgadez de sus fibras individuales y de su entretelado. El curtidor, por su forma de trabajar, puede variar la finura de la fibra del haz y la firmeza del tejido, de forma que se pueden producir, de un solo tipo de material bruto, curtidos con variaciones en la suavidad, caída y tacto. Su habilidad se centra en elegir una piel y producir un curtido con las propiedades especiales requeridas para un fin específico. Las propiedades requeridas para la confección son bastante diferentes a las utilizadas para el empeine. Sin embargo, hay variaciones naturales en una misma piel y en las pieles del mismo tipo de animal que el curtidor poco puede hacer para modificarlas. Es esencial tener conocimiento de dichas variaciones para obtener resultados satisfactorios al cortar una piel para confección. Las pieles varían en su espesor y en la proporción entre la capa de flor y el corium. Por ejemplo, en el cuero bovino la capa de flor ocupa aproximadamente la sexta parte de su espesor; en la piel ovina, la mitad; pero en la porción no hay diferenciación de capas, pues el poco pelo que hay atraviesa todo su espesor. El cuero bovino es excesivamente grueso para la confección de prendas, por lo que se exfolia en dos capas. La capa *flor*, con una parte del *corium*, es separada para producir curtido de flor o napa. La capa carne es tratada para la producción del ante o afelpado, y la superficie dividida se raspa para formar el afelpado. Los haces son más grandes en el cuero bovino, por lo que el *ante* de este tipo es bastante más fino que el del ovino.

Belda, A. (2006), reporta que con excepción de la *gamuza*, las pieles ovinas no son divididas, sino procesadas en *napa* (cuando la superficie de *flor* es tratada con un acabado) o en *afelpado* (cuando el lado *carne* es raspado para formar el afelpado). La gamuza se obtiene de la capa *corium* ovina. Hay muchos tipos de pieles de ovejas: desde el merino, de lana fina, al europeo de montaña, de lana gruesa; el cordero de pelo, típico de países tropicales y muy poco diferenciado de las cabras, de las que se obtienen las pieles más ligeras para la confección. Éstas generalmente tienen la piel más pequeña pero con estructura más compacta, con excepción del tipo *El Cabo*, que es grande y también compacta. Estas variaciones se reflejan en la apariencia y en el tacto del curtido. En las pieles de los corderos de pelo y de las cabras, los pelos están espaciados, lo cual permite que las fibras de la *flor* se introduzcan en el *corium*. En estas pieles, la capa de flor está fuertemente unida al *corium* y tiene poca tendencia natural a separarse. Sin embargo, si esta discontinuidad innata (que da a la superficie su especial atractivo) es acentuada, puede producir una excesiva flojedad que origina un deterioro de su calidad.

Sánchez, A. (2006), reporta que en las ovejas de lana los pelos son más abundantes; por lo tanto, el tejido que une la flor con el *corium* está interrumpido por pelos y glándulas, disminuyendo su unión. Además, este tipo de animal tiene tendencia a retener grasa entre las raíces de los pelos en el punto de unión de la flor con el *corium*. Cuando se quita la grasa durante la curtición, sus células vacías debilitan el tejido, con lo cual algunas pieles procedentes de las ovejas de lana tienen tendencia innata a la flojedad de la *flor*. Esto se evidencia al doblar la piel curtida, ya que los pliegues de la superficie, *napa* o *ante*, son bastante más gruesos. Para la confección de una prenda, los cortes deben ser idénticos y uniformes en cuanto a textura y largo de *afelpado*, y hechos en la misma dirección de éste.

D. PROCESOS DE RIBERA DE LAS PIELES OVINAS

Adzet, J. (2005), manifiesta que los procesos de ribera de las pieles caprinas son el conjunto de operaciones mecánicas, procesos químicos, físico-químicos y

enzimáticos que tienen como fin eliminar de la piel los componentes no adecuados para la obtención de cuero, y preparan la estructura fibrosa del colágeno para la fase de curtición. Muchos autores consideran la ribera hasta la operación de piquel, pero como ésta muchas veces se realiza junto con la curtición, la consideraremos dentro de los procesos de curtición.

a. Remojo

Adzet, J. (2005), manifiesta que el remojo es uno de los denominados trabajos de ribera, los trabajos de ribera se caracterizan por emplearse en ellos grandes cantidades de agua, de lo cual deriva su nombre, es la primera operación a la que se someten las pieles en el proceso de fabricación, consiste en tratarlas con agua. El objetivo del remojo es limpiar las pieles de todas las materias extrañas (estiércol, sangre, barro, microorganismos), y productos usados en la conservación (sal), disolver parcialmente las proteínas solubles y sales neutras y devolverlas al estado de hidratación que tenían como pieles frescas. Los remojos de las pieles en bruto (frescas o recién desolladas, saladas y secas), dependen del tipo de conservación y el tiempo en que haya sido sometida después del sacrificio y antes de llegar a la curtiembre para su transformación en cuero. En el caso de una piel fresca que procede directamente del matadero, sin tratamiento previo de conservación, no hay mayores dificultades, pues un remojo simple (de limpieza), y remojo alcalino controlado (generalmente menos horas), hace posible pasar a las siguientes etapas de fabricación.

b. Pelambre y calero

Palomas, J. (2005), indica que luego de la operación de remojo, las pieles suficientemente hidratadas, limpias, con algunas proteínas eliminadas de su estructura, pasan a las operaciones de pelambre, donde fundamentalmente se pretende, por un lado eliminar del corium, la epidermis junto con el pelo o la lana, y por otro aflojar las fibras de colágeno con el fin de prepararlas apropiadamente para los procesos de curtido, eliminando parte del tejido conjuntivo y adiposo. En general, la concentración de los productos químicos involucrados así como el

tiempo y tipo de proceso fueron determinantes del tipo de curtido, y particularmente de la blandura y resistencia físico-mecánica de los artículos finales. El calero consiste en poner en contacto los productos alcalinos $\text{Ca}(\text{OH})_2$, (el de mayor concentración), NaS_2 , NaHS , aminas, y todos los otros productos involucrados, sales, tensoactivos, peróxidos, entre otros, disueltos en agua con la piel en aparatos agitadores (fulones, -bombos- batanes, molinetes, mezcladores, etc.). Durante un tiempo más o menos largo, hasta conseguir la acción de los productos del calero en toda la sección de la piel, y el grado de ataque (físico-químico), deseado. Los efectos del calero son:

- Provocar un hinchamiento de las fibras y fibrillas del colágeno.
- Ataque químico por hidrólisis de la proteína-piel aumentando los puntos de reactividad, y si el efecto drástico llega a la disolución de las fibras las convierte en una semi pasta pre-gelatina.
- Ataque químico a las grasas, productos sementantes, raíces del pelo, etc., facilitando mediante su disolución en agua su eliminación.

c. Descarnado

Cotance, A. (2004), establece que el descarnado es una operación mecánica que elimina de la piel restos de tejido subcutáneo y adiposo. Las pequeñas cantidades de agua de escurrido tendrán la misma composición que las aguas de calero diluidas por el agua aportada por la máquina. Los subproductos principales son sólidos: carnazas. El descarnado es necesario pues en la endodermis (parte de la piel en contacto con el animal) quedan, luego del cuereado, restos de carne y grasa que deben eliminarse para evitar el desarrollo de bacterias sobre la piel. La piel apelambrada se descarna a mano con la "cuchilla de descarnar" o bien a máquina. Con ello se elimina el tejido subcutáneo (subcutis=carne). El proceso someramente descrito consiste en pasar la piel por medio de un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales muy filosas. La piel circula en sentido contrario a este último cilindro, el cual está ajustado de tal forma que presiona a la piel, lo suficiente, como asegurar el corte (o eliminar definitivamente), sólo del tejido subcutáneo adherido a ella.

d. Dividido en tripa

Herfeld, H. (2004), menciona que el estado de la piel para ser dividida es tradicionalmente en estado de tripa descarnada, para dividir en verde (antes del pelambre), las máquinas deben tener una gran precisión para absorber todas las imperfecciones. Además, la piel debe tener pelo corto porque se anuda y hace fallas. Permite un ahorro considerable de productos porque se pela sólo la flor (que es la que tiene pelo), y se aprovechan los subproductos (colágeno puro), estos cueros deben ser previamente trinchados antes de dividir. El realizarlo en uno u otro estado de la piel tiene sus ventajas e inconvenientes. El cuero curtido se divide en dos capas napa y descarne. El descarne es la parte inferior del cuero y se puede dividir una o más veces. En el dividido en tripa se obtiene un lado de flor más delgado que la piel de que procede y fue más fácil realizar las operaciones químicas que siguen al mejorar la penetración de los productos. Hay un menor riesgo de formación de H_2S en el piquelado, si queda sulfuro ocluido. Se logra una mejor calidad del cuero terminado y mayor superficie al existir una menor tendencia al encogimiento en la curtición.

Cotance, A. (2004), establece que los recortes del descarne pueden utilizarse para la obtención de gelatina. A partir de este momento se pueden tratar el cuero y el descarne por separado obteniéndose una mayor flexibilidad en la fabricación. No se consume cromo en la parte del descarne, que al dividir en cromo fue recorte con poco valor. Pero, requiere más mano de obra, se manejan pieles más pesadas y húmedas y es más difícil ajustar el grosor del dividido al espesor del artículo final, debido al estado de hinchamiento que tiene la piel. Al dividir en tripa la velocidad de la operación es de unos 15-18 metros/min. La relación entre el grosor del cuero dividido y el cuero acabado depende del tipo de piel y del grado de hinchamiento a que se halla sometido en el calero, pero en general puede decirse que se debe dividir a un espesor algo menor del doble del que se quiere obtener el cuero terminado.

e. Desencalado

Para <http://wwwcurticionpielcaprina.com>. (2013), el desencalado sirve para la eliminación de la cal (unida químicamente, absorbida en los capilares, almacenada mecánicamente), contenida en el baño de pelambre y para el deshinchamiento de las pieles. La cal que se ha agregado al proceso durante la operación de pelambre, se encuentra en la piel en tres formas:

- Combinada con la misma piel.
- Disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y depositados en forma de lodos sobre las fibras, o como jabones cálcicos formados por la saponificación de las grasas en la operación de pelambre.

Frankel, A. (2004), manifiesta que parte de la cal eliminada por el lavado con agua y luego por medio de ácidos débiles, o por medio de sales amoniacales (sulfato de amonio o cloruro de amonio) o de sales ácidas (bisulfito de sodio). Los agentes químicos de desencalado dan sales ácidas solubles de fácil eliminación con agua y no deben producir efectos de hinchamiento sobre el colágeno. Los objetivos del desencalado son:

- Eliminar la cal adherida o absorbida por la piel en su parte exterior.
- Eliminar la cal de los espacios interfibrilares.
- Eliminar la cal que se hubiera combinada con el colágeno.
- Deshinchar la piel dándole morbidez.
- Ajustar el pH de la piel para el proceso de purga.

f. Rendido

Herfeld, H. (2004), menciona que en el rendido se pretende conseguir un aflojamiento y una ligera pectización del colágeno y como efecto secundario la limpieza de restos de epidermis, pelo y grasa. Se usan enzimas proteolíticas. El consumo de agua de las dos operaciones conjuntas, desencalado y rendido, está

alrededor de 7 m³/t, con unos efluentes con sulfito sódico, sales amoniacaes, ácidos orgánicos, proteínas y enzimas. El rendido o purga, es un proceso mediante el cual a través de sistemas enzimáticos derivados de páncreas, colonias bacterias u hongos, y muy frecuentemente en el mismo baño de desencalado, se promueve el aflojamiento de las fibras de colágeno, deshinchamiento de las pieles, aflojamiento del repelo (raíz de pelo anclada aún en folículo piloso), y una considerable disociación y degradación de grasas naturales por la presencia de lipasas. Cuánto más suelto, caído y suave deba ser el cuero, más intenso deberá ser la intensidad de rendido.

E. PROCESOS DE CURTICIÓN

Fontalvo, J. (2009), establece que con la piel limpia se procede a la curtición con la finalidad de estabilizar la materia orgánica para impedir putrefacciones. Los procesos de curtición comprenden las siguientes operaciones:

a. Píquel

El mismo Fontalvo, J. (2009), afirma que el píquel complementa al desencalado e interrumpe definitivamente el efecto de rendido, preparando la piel para una posterior curtición. Como efecto secundario ataca las membranas de las células grasas. Se usa cloruro sódico, ácidos minerales y orgánicos. La finalidad de éste proceso es acidular hasta un determinado pH, las pieles en tripa antes de la curtición al cromo, al aluminio o cualquier otro elemento curtiente. Con ello se logra bajar los niveles de astringencia de los diversos agentes curtientes. En realidad se hace un tratamiento con sal y ácido que se regula en la piel en tripa en general a un valor < 3,8 de pH, para evitar por ejemplo que en la siguiente etapa del curtido (por ej. al cromo), las sales de curtientes eleven su basificación por la todavía residual alcalinidad de los procesos de purga y de desencalado. Si esta alcalinidad no se eliminara tendríamos una curtición en superficie, que conduciría a modificaciones de la flor (quebradiza y tacto áspero), del cuero. El piquelado también se emplea como método de conservación o almacenamiento.

fundamentalmente se aplica el piquel de conservación en pieles de oveja deslanadas, pero también para pieles grandes y de cabra depiladas.

b. Curtición propiamente dicha

Bacardit, A. (2004), reporta que la mayor estabilidad química y biológica que posee el cuero comparado con las pieles frescas es el resultado de la curtición. Casi todo el curtido se hace con materias curtientes vegetales o con sales básicas de cromo. Hay también procedimientos de curtir con alumbre, hierro, circonio, formaldehído y compuestos orgánicos sintéticos. En general, la curtición vegetal se usa para producir suela, cuero para bandas o pieles para tapicería partiendo de las pieles más gruesas, bien que este método se emplea mucho para hacer cuero con las pieles de avestruz, cocodrilo, serpiente, tiburón, etc. La curtición al cromo se utiliza para pieles ligeras, especialmente pieles para palas de zapatos. Los otros procedimientos de curtición se usan para fines especiales; por ejemplo: con circonio se hacen pieles blancas o pastel. La curtición es por definición una transformación de cualquier piel en cuero. Esta transformación está dada por una estabilización de la proteína.

Hidalgo, L. (2004), reporta que las pieles procesadas en la ribera son susceptibles de ser atacadas por las enzimas segregadas por los microorganismos, y aunque esa putrescibilidad puede eliminarse por secado, no se consigue llegar a un material utilizable por cuanto las fibras se adhieren entre sí y dan un material córneo y frágil, además de carecer de resistencia hidrotérmica. Por lo anterior queda claro que salvo excepciones, no encuentra aplicación si no se modifican algunas de sus propiedades. La modificación a lograr implica que el producto a obtener: no se cornifique al secar sea resistente a la acción enzimática microbiana en húmedo, sea estable a la acción del agua caliente. Esa modificación de la piel para dar un producto que reúna esas propiedades se llama "curtición", y al producto logrado se le llama "cuero". Este proceso de curtición involucra el tratamiento de la piel en tripa con un agente curtiente, que, por lo menos en parte, se combine irreversiblemente con el colágeno que es un término derivado del idioma griego que significa, sustancia productora de cola.

Belda, A. (2006), reporta que la estabilidad de la proteína, que mencionamos anteriormente, está dada por la formación de enlaces transversales, en los que participa el agente curtiente dando lugar a una reticulación de la estructura. Como consecuencia de lo anterior, se nota una disminución de la capacidad de hinchamiento del colágeno, además de un aumento de la temperatura de contracción (TC) que es aquella en la que se inicia la gelatinización del colágeno. Durante este último proceso tiene lugar una rotura de la estructura molecular ordenada, o sea una rotura principalmente de los puentes de hidrógeno dispuestos entre grupos peptídicos de las tres cadenas que constituyen una molécula de colágeno. En el gráfico 1, se ilustra el modelo helicoidal de Rich y Crick.

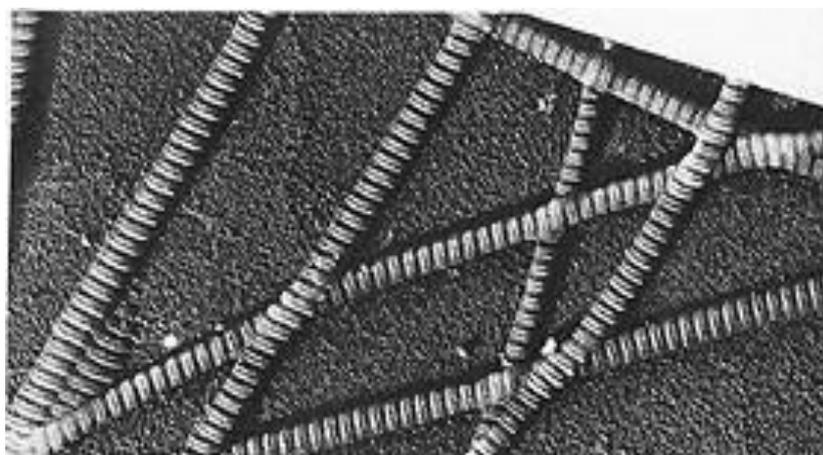


Gráfico 1. Micrografía electrónica de fibrillas intactas de colágeno obtenidas de la piel.

Para <http://www.veterinaria.org>.(2014), como dato experimental, se tiene que luego de la curtición se necesitan mayores temperaturas para iniciar la gelatinización del colágeno, vemos que en esa curtición hubo una reticulación, la cual además repercute en una elevada resistencia de la piel al ataque enzimático. Sin duda que el aumento de la estabilidad de la piel frente a la acción de microorganismos es uno de los signos más evidentes de que hubo un efecto curtiente. El aumento de la firmeza de la estructura micelar del colágeno está dada por la unión de cadenas peptídicos. Las moléculas de los agentes curtientes deben ser capaces no solamente de combinarse con uno de los grupos funcionales de la proteína de la piel, sino por lo menos con dos de ellos que pertenezcan a distintas cadenas, ya que de acuerdo al tipo de curtiente se puede

pensar en enlaces electrovalentes, covalentes, coordinados, por puentes de hidrógeno, por uniones bipolares, etc. En general y para no profundizar demasiado, diremos que los enlaces iónicos no son capaces de contribuir al establecimiento de uniones transversales en el proceso de reticulación, ya que se rompen fácilmente por la presencia de agua. Por otro lado, se ha demostrado que el aumento del carácter iónico de un agente curtiente, disminuye su capacidad como curtiente (por ej. una elevada bisulfitación del extracto de quebracho reduce el poder curtiente del producto.) Los enlaces covalentes no iónicos entre la proteína del colágeno y el curtiente da una curtición llamada de condensación y sus enlaces se caracterizan por una estabilidad frente a los álcalis (es el caso de la curtición con formaldehído y parafinas sulfocloradas). El enlace covalente semi-polar o coordinado es menos estable que la que tiene lugar por enlace covalente puro. Este tipo de enlace es el que da por ejemplo con sales trivalentes de cromo, aluminio, hierro y las tetravalentes de circonio. La estabilidad varía mucho de una sal metálica a otra.

Hidalgo, L. (2004), señala que la reacción entre el colágeno y el producto curtiente influye directamente sobre la reactividad de los grupos funcionales del colágeno involucrados en la reacción química de curtición, modificándose en conjunto la capacidad de reacción de la sustancia piel. Prueba de ello es que los curtientes, al combinarse con la piel, desplazan el punto isoeléctrico de ésta hacia valores más altos o más bajos y hacen al carga superficial de las fibras de la piel más negativa y o más positiva. Así por ejemplo, por curtición con curtientes vegetales, curtidos sintéticos fenólicos, formaldehído o complejos de Cromo enmascarados (aniónicos), el punto isoeléctrico del colágeno (pH 5.2 aprox.), se desplaza hacia la zona ácida y la carga superficial de las fibras pasa a ser negativa, mientras que por curtición con sulfato básico de cromo o curtientes a base de resinas (catiónicos), el punto isoeléctrico se desplaza hacia la zona alcalina y la carga superficial pasa a ser positiva. Viendo las variaciones de carga posible en la cadena peptídica tenemos las que se ilustran en el gráfico 2.

Bermeo, M. (2006), informa que las proteínas presentan tamaños moleculares muy variables (desde unos pocos miles de daltons a más de un millón). Algunas

proteínas están formadas por una sola cadena de aminoácidos, mientras que otras, llamadas proteínas oligoméricas, están formadas por varias cadenas individuales denominadas protómeros o subunidades. Se ha podido comprobar que en la mayor parte de los casos las cadenas individuales de aminoácidos presentan pesos moleculares que oscilan entre los 12.000 y los 36.000 daltons, lo que se corresponde con una longitud de *entre 100 y 300 restos aminoácidos*. Sin embargo existen moléculas proteicas más pequeñas como la *insulina* (51 aminoácidos y 5.700 daltons) y mucho más grandes como la *apolipoproteína B*, una proteína transportadora de colesterol, con 4.536 aminoácidos y 513.000 daltons, que representa la cadena individual de aminoácidos más grande conocida hasta la fecha. Las proteínas de mayor tamaño están formadas invariablemente por varias cadenas de aminoácidos.

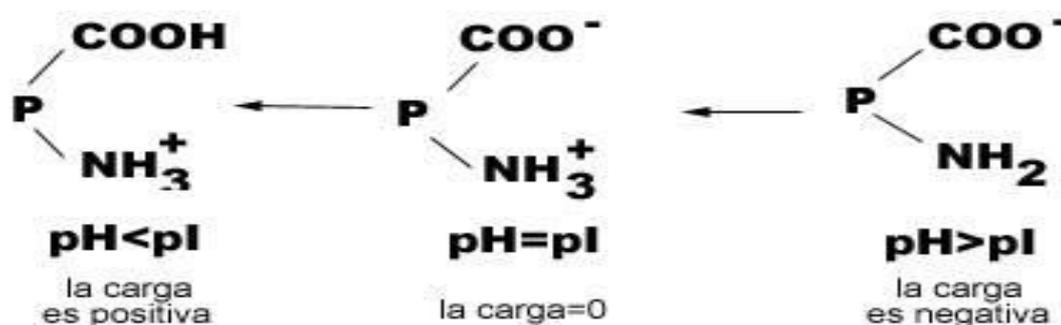


Gráfico 2. Cadena peptídica de un curtiente.

F. LOS TANINOS SINTÉTICOS

Según [http://wwwes.silvateam.com/Productos.\(2014\)](http://wwwes.silvateam.com/Productos.(2014)), los curtientes o taninos sintéticos orgánicos son productos de condensación de formol con los ácidos sulfónicos del fenol y de la naftalina, son químicos orgánicos sintetizados, no naturales, que transforman la piel del animal en cuero estable a la putrefacción por medio de un proceso de curtición, es decir, modificando químicamente el colágeno. Ahora bien, en la práctica se llaman "curtientes sintéticos orgánicos" o "sintanes" a toda una serie de productos sintéticos orgánicos que se usan en el proceso de tratamiento de la piel y que actúan de diferentes maneras. Así, pueden actuar como curtientes, recurtientes, blanqueantes, dispersantes, etc. El detonante que impulsó las primeras síntesis de taninos sintéticos fue el

descubrimiento, en el año 1850, de la presencia de ácido gálico en algunos taninos naturales y el convencimiento de que este producto era un elemento determinante en la curtición. Cabe señalar que aún no se conocía la curtición al cromo y por lo tanto, la importancia de la curtición vegetal era mucho mayor que hoy en día. Un paso importante en la historia de la síntesis de los taninos sintéticos fue la condensación de fenoles con formaldehído realizada por Bayer en el año 1875. Stiasny dio el paso decisivo al patentar el año 1911 el Neradol D, un producto curtiente obtenido por condensación de ácido p-fenolsulfónico con formol. El grupo sulfónico se introdujo para que el producto fuese soluble en agua. La Primera Guerra Mundial impulsó el uso de los taninos sintéticos a escala industrial y, a partir de entonces, fue evolucionando la industria química dedicada a la obtención de productos "curtientes" orgánicos de síntesis.

Según <http://www.toroza.com.mx/>(2014), las bases químicas aromáticas que constituyen los taninos sintéticos son del tipo benceno, naftaleno, naftol, toluol, cresol, etc. y como agentes de condensación se usan formol, acetaldehído, benzaldehído, la mezcla urea-formol, etc. La magnitud molecular necesaria se consigue por la condensación y las relaciones químicas con el colágeno las establecen los grupos hidrosolubilizantes (carboxilo, sulfónico) y los grupos hidroxílicos. Una característica importante es que, en general, mientras que la solidez a la luz de los curtientes sintéticos naftalensulfónicos es muy baja, los fenólicos la tienen bastante mejor. Seguramente la aplicación más usual de los taninos sintéticos sea la recurtición del cuero curtido al cromo. En esta operación se busca modificar propiedades como la blandura, la plenitud, la grababilidad, el tono y la igualación de la tintura, etc. Esto da una idea de la gran versatilidad y utilidad de los curtientes sintético y no debe extrañar la gran importancia que hoy en día tienen dentro del mundo de curtidos. Se pueden obtener una gran cantidad de curtientes sintéticos con propiedades muy específicas. Por ejemplo según sea la magnitud molecular se obtendrá más o menos plenitud.

Hidalgo, L. (2004), reporta que los tipos de condensación más habitual son por puentes metilénicos, con formaldehído, como se ilustra en el gráfico 3. Los productos así obtenidos presentan su máxima fijación en la piel a valores de pH

entre 1 y 2.5. Al aumentar el pH dicha fijación disminuye hasta anularse al alcanzar valores de pH entre 5 y 6, en los cuales el colágeno tiene carga negativa ($\text{NH}_2\text{-P-COO}^-$).

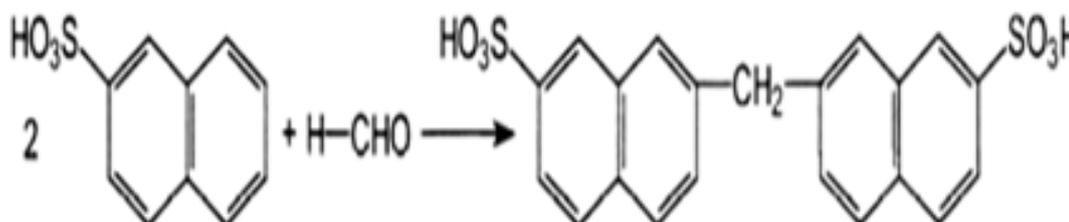


Gráfico 3. Estructura del ácido naftalensulfónico.

Para <http://www.cromogenia.com>(2014), los curtientes sintéticos se obtienen al tratar sustancias aromáticas del tipo fenol, resorcina, pirocatequina, piragalol, ácidos lignosulfónicos, naftol etc. con formaldehído para condensarlas y posteriormente hacerlas solubles al agua con ácido sulfúrico introduciéndoles grupos sulfónicos. Entre las características de los curtientes sintéticos que influyen sobre su capacidad curtiembre está el tamaño de las moléculas, siendo importante un peso molecular promedio. Cuando se condensa el fenol con el formaldehído se forma una resina termoestable, cuya dureza y peso molecular dependen de la relación con el agente condensador (formaldehído) ya que a mayor cantidad de formaldehído, mayor será el peso molecular. Si la molécula es demasiado pequeña se obtiene una acción curtiembre deficiente y si por el contrario, es demasiado grande hay una deficiente penetración en el cuero. Los sintéticos comerciales de base fenólica tienen un peso molecular de 400-800, los de mayor peso molecular se fijan poco sobre los grupos reactivos del colágeno, pero pueden tener un efecto rellenante cuando se aplican sobre la piel. Los curtientes sintéticos pueden ser:

1. Curtientes sintéticos con poder curtiembre propio, llamados de sustitución

Para <http://www.cromogenia.com>.(2014),son taninos sintéticos cuya estructura química es semejante a la de los taninos naturales porque contienen grupos hidroxílicos fenólicos y por lo tanto tienen la capacidad de reaccionar con la

proteína del cuero produciendo cuero curtido, es decir que se pueden utilizar como curtientes únicos. Tienen las siguientes características:

- Mayor solidez a la luz y a la oxidación también, mientras que los curtientes vegetales tienden a oscurecerse con la luz y a oxidarse con el oxígeno del aire.
- Aclaran más el color del cuero.
- Aclaran más las pinturas posteriores porque al ser altamente aniónicos ocupan el lugar que ocuparían las anilinas al teñir.
- Sus agregados de moléculas y partículas son de menor tamaño, con un coloide menor que los taninos vegetales naturales por lo que dan un cuero menos relleno. Por ejemplo una acacia o un quebracho tienden a rellenar mucho más un cuero que los taninos sintéticos de sustitución, pero en contrapartida también se logran cueros mucho más blandos.
- Son menos sensibles al hierro y a los electrólitos.

2. Curtientes sintéticos sin o con poco poder curtiente

Para <http://www.edym.net>. (2014), los curtientes sintéticos sin o con poco poder curtiente son llamados auxiliares, se utilizan para facilitar el proceso de curtición a otros productos curtientes o modificar el comportamiento de los extractos vegetales o de los sintéticos de sustitución, sirven para apoyar curticiones especiales, como la disolución de lodos en los baños de curtición vegetal, distribución de curtiente o regulaciones del valor de pH.

G. ALDEHÍDO

Para <http://www.quimicaorganica.org>.(2014), los aldehídos poseen un grupo carbonilo (C=O) unido a una cadena carbonada y un átomo de hidrógeno.

Los aldehídos son compuestos orgánicos caracterizados por poseer el grupo funcional -CHO. Se denominan como los alcoholes correspondientes, cambiando la terminación -ol por -al. Etimológicamente, la palabra aldehído proviene del latín científico alcohol de hydrogenatum (alcohol deshidrogenado). Los más utilizados son el formaldehído y el glutaraldehído, aunque actualmente se sustituyen a veces por productos que son otros aldehídos modificados. Con estos productos se intenta obtener cueros muy blandos. Al final de la recurtición es conveniente lavar bien los cueros con bisulfito sódico para eliminar los restos de aldehído que quedan sobre el cuero sin reaccionar, ya que podría polimerizar y provocar poca firmeza de flor, falta de resistencia y amarilleo.

1. Propiedades

a. Propiedades físicas

Según <http://www.quimicaorganica.org>.(2014), la doble unión del grupo carbonilo son en parte covalentes y en parte iónicas dado que el grupo carbonilo está polarizado debido al fenómeno de resonancia. Los aldehídos con hidrógeno sobre un carbono sp^3 en posición alfa al grupo carbonilo presentan isomería tautométrica. Los aldehídos se obtienen de la deshidratación de un alcohol primario con permanganato de potasio, la reacción tiene que ser débil, las cetonas también se obtienen de la deshidratación de un alcohol, pero estas se obtienen de un alcohol secundario e igualmente son deshidratados con permanganato de potasio y se obtienen con una reacción débil, si la reacción del alcohol es fuerte el resultado será un ácido carboxílico.

b. Propiedades químicas

Para <http://recursostic.educacion.es>(2014), se comportan como reductor, por oxidación el aldehído de ácidos con igual número de átomos de carbono. La reacción típica de los aldehídos y las cetonas es la adición nucleofílica.

3. Nomenclatura

Según <http://www.quimicaorganica.org> (2014), se nombran sustituyendo la terminación -ol del nombre del hidrocarburo por -al. Los aldehídos más simples (metanal y etanal) tienen otros nombres que no siguen el estándar de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) pero son más utilizados formaldehído y acetaldehído, respectivamente, estos últimos dos son nombres triviales aceptados por la IUPAC. La serie homóloga para los siguientes aldehídos es: $H-(CH_2)_n-CHO$ ($n = 0, 1, 2, 3, 4$). En el cuadro 2, se indica la nomenclatura de los aldehídos.

Cuadro 2. NOMENCLATURA DE LOS ALDEHÍDOS

Número de carbonos	Nomenclatura IUPAC	Nomenclatura trivial	Fórmula	P.E. °C
1	Metanal	Formaldehídos	HCHO	-21
2	Etanal	Acetaldehído	CH ₃ CHO	20,2
3	Propanal	Propionaldehído Propilaldehído	C ₂ H ₅ CHO	48,8
4	Butanal	<i>n</i> -Butiraldehído	C ₃ H ₇ CHO	75,7
5	Pentanal	<i>n</i> -Valeraldehído Amilaldehído <i>n</i> -Pentaldehído	C ₄ H ₉ CHO	103
6	Hexanal	Capronaldehído <i>n</i> -Hexaldehído	C ₅ H ₁₁ CHO	100.2
7	Heptanal	Enantaldehído Heptilaldehído <i>n</i> -Heptaldehído	C ₆ H ₁₃ CHO	48.3
8	Octanal	Caprilaldehído <i>n</i> -Octilaldehído	C ₇ H ₁₅ CHO	desconocido
9	Nonanal	Pelargonaldehído <i>n</i> -Nonilaldehído	C ₈ H ₁₇ CHO	62.47
10	Decanal	Caprinaldehído <i>n</i> -Decilaldehído	C ₉ H ₁₉ CHO	10.2

Fuente <http://www.salonhogar.net/quimica>(2014).

4. Reacciones de los aldehídos

Para [http://www.salonhogar.net/quimica\(2014\)](http://www.salonhogar.net/quimica(2014)), los aldehídos aromáticos como el benzaldehído se dismutan en presencia de una base dando el alcohol y el ácido carboxílico correspondiente:



Con aminas primarias dan las iminas correspondiente en una reacción exotérmica que a menudo es espontánea:



Para [http://www.quimicaorganica.org.\(2014\)](http://www.quimicaorganica.org.(2014)), en presencia de sustancias reductoras como algunos hidruros o incluso otros aldehídos pueden ser reducidos al alcohol correspondiente mientras que oxidantes fuertes los transforman en el correspondiente ácido carboxílico. Con cetonas que portan un hidrógeno sobre un carbono sp^3 en presencia de catalizadores ácidos o básicos se producen condensaciones tipo aldol. Con alcoholes o tioles en presencia de sustancias higroscópicas se pueden obtener acetales por condensación. Como la reacción es reversible y los aldehídos se recuperan en medio ácido y presencia de agua esta reacción se utiliza para la protección del grupo funcional.

5. Usos

Hidalgo, L. (2004), señala que los aldehídos se utilizan principalmente para la fabricación de resinas, plásticos, solventes, pinturas, perfumes, esencias. Los aldehídos están presentes en numerosos productos naturales y grandes variedades de ellos son de la propia vida cotidiana. La glucosa por ejemplo existe en una forma abierta que presenta un grupo aldehído. El acetaldehído formado como intermedio en la metabolización se cree responsable en gran medida de los

síntomas de la resaca tras la ingesta de bebidas alcohólicas. El formaldehído es un conservante que se encuentra en algunas composiciones de productos cosméticos. Sin embargo esta aplicación debe ser vista con cautela ya que en experimentos con animales el compuesto ha demostrado un poder cancerígeno. También se utiliza en la fabricación de numerosos compuestos químicos como la baquelita, la melanina, etc. Los aldehídos son funciones de un carbono primario, en los que se han sustituido dos hidrógenos por un grupo carbonilo. En dicho grupo el carbono se halla unido al oxígeno por medio de dos enlaces covalentes. Nomenclatura: la terminación ol de los alcoholes se sustituye por al. Sin embargo los primeros de la serie son más conocidos por sus nombres comunes.

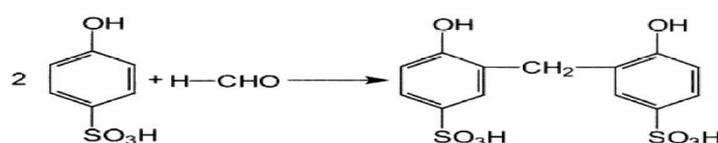
- Metanal : formaldehído
- Etanal: acetaldehído
- El aldehído aromático se llama benzaldehído.

H. FORMALDEHÍDO

Según <http://www.quimicaorganica.org>.(2014), el formaldehído es un gas incoloro, de olor picante y soluble en agua. Es un agente curtiente que se utiliza desde hace tiempo y que por lo general se usa como auxiliar de algún otro curtiente. Tiene la capacidad de reaccionar con muchas sustancias orgánicas dotadas de un átomo de hidrógeno activo, siendo típicas sus acciones en la fabricación de sintanes. Se considera que la reacción predominante entre el formaldehído y las proteínas del cuero se produce con un grupo amino del aminoácido básico, la lisina. Se trata de una típica reacción de amina-formaldehído con formación de los derivados del metilol. Esta reacción puede continuar con la de otro grupo amino para formar una reacción de condensación. En el curtido esto se traduciría en un enlace cruzado de la proteína y la estabilización de la curtición y por lo general se admite que en el enlace cruzado sólo podría estar involucrada una porción del formaldehído fijado. La reacción del formaldehído con una amina para formar un compuesto de metilol se ve

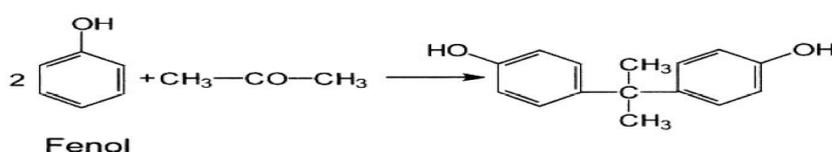
favorecida por la presencia de la amina en el estado sin carga. Por esto la reacción de la curtición al aldehído tiene lugar con mayor rapidez y en un grado mayor ante un pH elevado y en la mayoría de los casos se obtiene la máxima fijación del formaldehído en una gama de pH 7,0 a pH 8,0. La cantidad de formaldehído que se fija en la piel en medio ácido es muy reducida. A valores de pH muy bajos tiene lugar preferente sobre los grupos amida. Entre valores de pH 3-6 el formaldehído reacciona muy poco con la piel.

Bacardit, A. (2004), si se trabaja a valores pH demasiado elevados se puede obtener una sobre curtición de la flor dificultando su penetración y la flor puede crispar. Cuando se hace reaccionar el formaldehído sólo con la proteína del cuero, la temperatura de contracción puede aumentar hasta 32° C y en combinación con otros agentes curtientes puede tener un efecto curtiente adicional. Con las sustancias curtientes minerales se puede usar ya sea como agente precurtiente o como agente recurtiente, siendo este último el método preferido. El formaldehído aumenta la temperatura de contracción de la mayoría de los cueros curtidos por sistemas minerales y se emplea regularmente en el curtido al alumbre para cueros de guantes y para pieles de peletería, siendo el efecto de poca importancia en los cueros curtidos al cromo, la recurtición de cuero curtido por métodos vegetales mediante el uso de formaldehído puede provocar un aumento de hasta 17° C en la temperatura de contracción y aumenta la resistencia a la transpiración de las plantillas obtenidas por este método combinando de curtido.



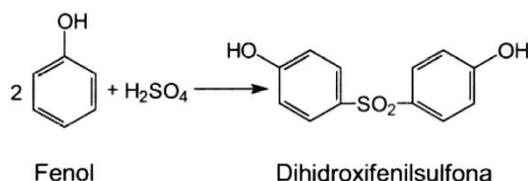
Ácido fenolsulfónico

a2) Por puentes metilénicos con acetona:

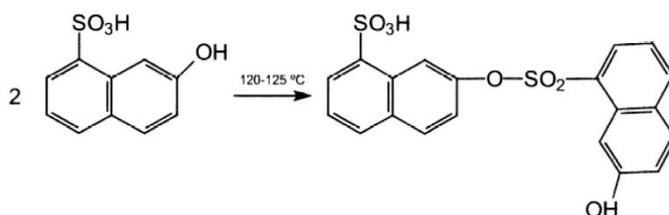


Fenol

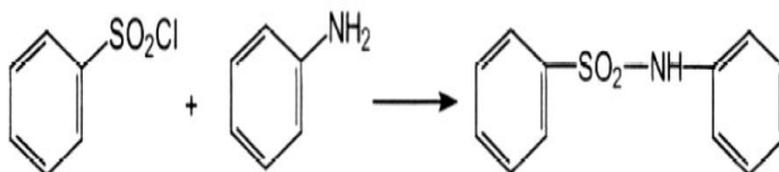
Por puentes de sulfona.: El grupo sulfona aumenta la afinidad por el colágeno y estos sintéticos actúan más independientemente del pH:



c) Por puentes de éster:



Por puentes sulfonamídicos: Se utiliza la condensación entre ácido sulfónico y un grupo amínico para obtener sintanes de alta calidad, totalmente blancos y resistentes a la luz:



En la práctica se usan en las síntesis de "sintanes" las funciones fenol y naftol, el grupo sulfónico para solubilizar y el formol para condensar. También se forma el puente sulfona debido a la reacción entre fenol y ácido fenolsulfónico. Sus propiedades más destacadas son:

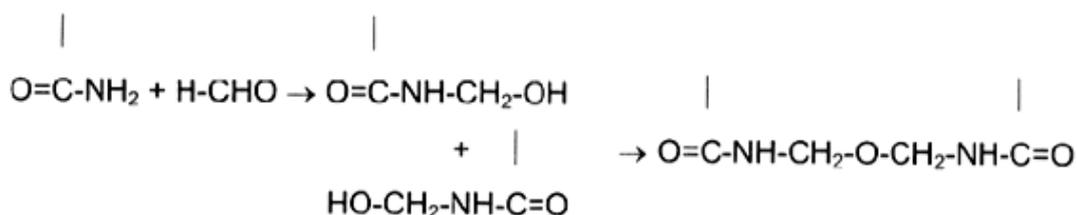
- En medio fuertemente ácido se polimeriza formando el trioxano.
- Se hidroliza casi al 100% en solución acuosa diluida formando el metilenglicol:

$$\text{H-CHO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HO-CH}_2\text{-OH}$$

Bermeo, M. (2006), explica su gran estabilidad frente a la oxidación. El formaldehído también se llama formol o formalina cuando está en forma comercial, es decir en solución de aproximadamente el 40%. Se debe usar

cuidadosamente ya que puede perjudicar a los ojos y a la piel. Tanto el formol como los demás aldehídos pueden envejecer y entonces baja su rendimiento como curtiente o recurtientes. Según sea el pH, el formaldehído reacciona con los diferentes grupos del colágeno que contienen una amina o una amida. Se cree que, a valores ácidos de pH, el formol reacciona preferentemente con los grupos peptídicos de la piel y, a valores neutros y alcalinos, lo hace con los grupos básicos. De hecho, es a valores de pH superiores a 6 cuando empieza a ser apreciable el efecto curtiente del formaldehído. Las principales reacciones que intervienen pueden producirse por un sólo punto o por dos y entonces se forman enlaces transversales covalentes. Se dan:

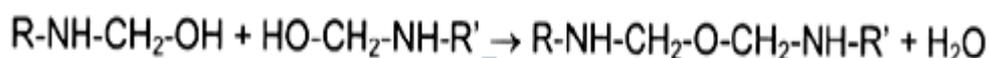
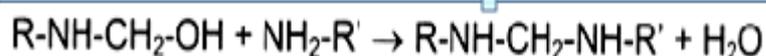
- Entre los grupos amida y el formaldehído:



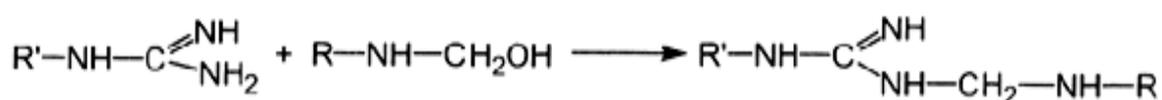
- entre los grupos amina sin carga de las cadenas laterales y el formaldehído



Y aparecen entonces dos posibilidades de enlace



Entre los grupos arginino de las cadenas laterales del colágeno en medio básico y el producto de reaccionar formaldehído y un grupo amino



También influyen en la curtición la presencia de sales (unas ayudan y otras perjudican), la temperatura (30 - 45°C), el tiempo y la oferta de formaldehído (3%).

1. Aplicaciones

Según <http://www.estiloscuero.net.com>.(2014), el formol se puede usar fundamentalmente en las siguientes fases de la curtición:

Como antiséptico en el remojo.

- Al precurtir pieles de estructura vacía (Nueva Zelanda).
- En la fabricación de artículos para guantería.
- Como auxiliar de recurtición en la fabricación de cueros blancos.
- Para fijar la caseína en los acabados abrillantares.
- Para fijar el pelo en peletería.

Para <http://www.edym.com>.(2014), los cueros curtidos con formaldehído son de color blanco, sólidos ahí lavado y a los álcalis y bastante vacíos. La temperatura de contracción de estos cueros puede llegar a 89°C. Un ejemplo de empleo en curtición puede ser:

- Se piquelan las pieles desfloradas o serrajes en tripa hasta pH = 4-5.
- Se añade un 3% de formaldehído en baño corto y a 30°C. Se rueda 4-5 horas y se deja hasta el día siguiente.
- Se neutraliza hasta pH = 8 pero vigilando no pasarse porque se podría crispar el cuero por sobrecurtición de flor.
- Se lava con sales amónicas para eliminar el formaldehído no fijado que podría polimerizar y endurecer el cuero. Se engrasa, se seca y se ablanda. Se obtiene una gamuza blanca para guantería lavable.

- En recurtición se puede usar el formaldehído con resinas de melanina, diciandiamida, etc. Se ajusta el pH según la resina, se deja absorber por la piel y se añade el formol, produciéndose una condensación "in situ" y así se llenan las zonas de la piel de estructura más vacía. Su uso está prohibido en algunos países por razones toxicológicas.

I. CURTICIONES CON SALES DE ALUMINIO

La Casa Química Bayer. (2007), manifiesta que la curtición con sales de aluminio ya se utilizaban en tiempo de los romanos para la transformación de pieles y es probable que ya se emplearan en tiempo de los egipcios, hasta principios de siglo la curtición al aluminio era la base para la obtención de cueros para guarnecería empeine guantes y vestuario. La piel curtida con sales de aluminio, es de color blanco, opaco y de aspecto suave, se la llama también curtición glasé. A pesar de su buen tacto por simple lavado se transforma de nuevo en una piel sin curtir. Según sea el sistema de curtición se pueden alcanzar temperaturas de curtición se pueden alcanzar temperaturas de constricción que oscilen entre 65 - 85 °C. En curtición única. Ya que presenta la gran ventaja de ser una curtición incolora que no modifica el color del pelo de las pieles. Además esta curtición proporciona un adobo delgado y flexible que en peletería es muy importante.

Según <http://www.podoortosis.com>. (2010), la curtición con sales de aluminio es muy antigua, ya la utilizaban los romanos y posiblemente también los egipcios. Antiguamente era la única forma para poder producir cueros para empeine, guantes y vestimenta presenta las ventajas de un trabajo delicado y blanco. El curtido al alumbre se efectúa con esta sal de aluminio en solución y en presencia del cloruro de sodio (sal). La verdadera función de la sal en este género de curtido, no ha sido aún bien aclarada y tampoco se puede precisar qué cantidad de sal es la más indicada; no obstante esto, la sal es necesaria para un perfecto curtido. Las pieles se introducen en el baño curtiente y según el grueso de las mismas, el proceso puede durar de 3 a 20 días. Durante este tiempo las pieles deben moverse con frecuencia por medio de un palo, a fin de que el baño se mantenga activo conviene una temperatura media de 30°C. Las pieles curtidas

con estas sales tienen un color blanco, opaco y un tacto suave, pero que con un simple lavado se descurte con facilidad. A pesar de este inconveniente, las sales de aluminio tienen la ventaja de ser incoloras y se emplean aún hoy en la producción de pieles de peletería. Dada su insuficiente estabilidad su aplicación es en curticiones combinadas con extractos vegetales, sales de cromo, aldehídos, etc. La curtición mixta vegetal-aluminio se utiliza para la fabricación de plantilla vegetal porque se logra una mayor solidez a la transpiración y una mayor estabilidad a la deformación. El cuero que fue curtido primeramente al vegetal, se le incorpora entre un 2,5-3% de óxido de aluminio calculado sobre peso seco en forma de sales enmascaradas. Esto disminuye la cantidad de materias lavables del cuero y forma lacas con los taninos. El cuero logrado alcanza una temperatura de contracción de alrededor de los 107°C y tiene mejor resistencia al desgaste.

Lacerca, M. (2003), manifiesta que las sales de aluminio también se incorporan en una curtición al cromo con el fin de conseguir un aumento en la firmeza del cuero y facilitar el esmerilado. Además este tipo de curtición mixta favorece el agotamiento del baño de cromo. Las sales de aluminio poseen una afinidad mayor que el cromo por el cuero a niveles menores de pH; por lo tanto, se pueden incorporar en una curtición al cromo para proporcionar una precurtición liviana en las etapas iniciales. El aluminio reacciona con la proteína del cuero y el enlace resultante no es tan fuerte como el que se produce con el cromo, por lo que la estabilización de las proteínas o la curtición por el aluminio no es suficiente, bajo circunstancias normales, para producir un cuero con una temperatura de contracción de ebullición plena. El aluminio difiere del cromo en el sentido de que la alcalinidad del primero va desde el punto neutro a 100% básico sobre una gama de pH relativamente estrecha. Con bastante frecuencia se emplea formaldehído como curtición suplementaria, Los parámetros de la curtición al aluminio son:

- Fuerte formación de hidrólisis en solución para lavados como sales de cromo. Se debe curtir en baños lo más cortos posible y observar el contenido de sal neutra en el baño, y fuertes precipitaciones.

- Los enlaces de las fibras de la piel se dan rápido y en combinación con curtientes de cromo fuertemente en la superficie. La temperatura de encogimiento es menor que la de los cueros curtidos al cromo (aproximadamente 80-90°C).
- Añadidos en parte a la curtición al cromo mejoran el grado de agotamiento de cromo en el baño restante.
- En la curtición al aluminio pura, conviene trabajar en baños relativamente cortos para lograr una proporcionada absorción y unión de los curtientes.
- La curtición con aluminio es más utilizada para el caso de peletería lanar pues no deteriora la calidad de la lana.

1. Productos para la curtición con aluminio

Libreros, J. (2003), reporta que en el tratamiento de las pieles con sales de aluminio los productos más empleados son los siguientes que se describen en el cuadro 3:

Cuadro 3. PRODUCTOS PARA LA CURTICIÓN CON ALUMINIO.

Productos	Formulas	Peso mol	Solubilidad en agua	
			Fría	Caliente
Alumbre potásica o de roca	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$	948.7	57	
Alumbre sódico	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$	915.6	106	146
Alumbre amónico	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$	906.6	3,9	
Sulfato de aluminio	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$	664.4	86,9	114
Cloruro de aluminio	$\text{Al Cl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	241.4	400	Muy soluble

Fuente: Libreros, J. (2003).

Bacardit, A. (2004), agrega que aparte de estos productos existen en el mercado cloruros de aluminio de elevada basicidad que se presentan en forma de soluciones límpidas. Este producto tiene una elevada astringencia y uno de sus méritos más sobresalientes es su capacidad para dar firmeza a la estructura fibrosa. Este producto es fuertemente catiónico y aumenta la fijación y reduce la penetración, en los productos aniónicos. Los compuestos de orden superior como los alumbres ya no se consideran como compuestos complejos, sino como sales dobles, que poseen una constante de estabilidad relativamente pequeño. Los alumbres y las otras sales de aluminio al disolverlas en agua proporcionan soluciones muy ácidas, ello es debido a la hidrólisis que forma sulfatos básicos y ácido sulfúrico. La acidez de una solución de sulfato de aluminio preparada en frío al llevarla a ebullición aumenta, lo cual significa que en caliente la hidrólisis progresa. Si la solución calentada se deja enfriar a la temperatura ambiente su valor de pH disminuye alcanzando un valor que casi es igual al de la solución inicial.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que las conclusiones a las que llegaron fue que las soluciones de sulfato de aluminio, en presencia de sales neutras, no forman complejos sin carga independiente de la basicidad de la solución y de sus concentraciones de sales neutras. Los complejos catiónicos que contienen grupos sulfatos sólo se forman en cantidades importantes en las soluciones de sulfato de aluminio cuya basicidad es del 20% y que además contenga una concentración relativamente elevada de sales neutras.

a. Sales curtientes de aluminio

La Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador. (2004), menciona que a pesar de que las sales de aluminio se han utilizado como productos curtientes desde hace casi tanto tiempo como las materias curtientes vegetales, el cuero obtenido tiene el defecto que su acción curtiente es reversible simplemente por lavado del cuero con agua. Por ello, la curtición con aluminio solo se utiliza para propósitos muy concretos como es el de curtir pieles ovinas.

b. Curtición con sulfato de aluminio

En <http://www.colvet.es>.(2010), manifiesta que el sulfato de aluminio ha sido utilizado históricamente para tratar todo tipo de aguas, ya sea para el consumo humano como para mejorar la calidad de los efluentes industriales o cloacales, como mordiente en tintorerías y otros usos. En la actualidad se utiliza predominantemente en tratamiento de aguas. El sulfato de aluminio libre de hierro es requerido mayormente por la industria papelera como encolante en método ácido. Se comercializa sólido con concentraciones de 16 % ó 17% expresado como Al_2O_3 y líquido con concentraciones que varían entre 7 y 8% de Al_2O_3 .

<http://www.cueronet.curticiondepielesdeconejo.com> (2005), indica que la fórmula a base de sal y alumbre, requiere preparar una solución de 117g de alumbre amoniacal (sulfato de amonio y aluminio) o de alumbre potásico (sulfato de potasio y aluminio) en un litro de agua; y otra 75g de carbonato de sodio cristalizado y 15g de sal común en medio litro de agua. Se vierte la solución de sal y carbonato lentamente sobre la solución de alumbre, removiéndola constantemente. La solución combinada se mezcla para usarla con suficiente harina para formar una pasta clara mezclando primero la harina con un poco de agua para evitar que se formen terrones.

Hidalgo, L. (2015), manifiesta que la piel limpia y blanda, como se ha descrito antes, debe sujetarse bien estirada con la parte carnosa hacia arriba, sobre una tabla se cubre con una capa de 3 ml de espesor, aproximadamente de la pasta curtiente, protegiendo con una hoja de papel o tela, colocada de modo que no establezca un contacto demasiado íntimo con la pasta. Al siguiente día, raspar la mayor parte de la pasta y aplicar una nueva capa de la misma, repitiendo esta misma operación durante 2 o 3 días más, según el grosor de la piel. Finalmente, se raspa la piel y se sumerge en agua de bórax, se lava y se comprime y después se estira. Lo siguiente se lleva a cabo del mismo modo que en las otras técnicas. Enseguida, se procede a sacarla del curtiente, escurriéndolas de la manera en que se describió antes para que se sequen lo más posible (dejándolas solo húmedas) y proceder al siguiente paso.

2. Curtición de pieles lanares con sulfato de aluminio

Lacerca, M. (2003), reporta que al tratar la piel con soluciones básicas de aluminio se comprueba que la cantidad de óxido de aluminio absorbido aumenta al incrementarse la basicidad del baño de curtición. Realmente la piel absorbe ácido sulfúrico e hidróxido de aluminio es decir sales básicas. A pesar que observe una cantidad importante de los componentes de baño de curtición, al sacar la piel se obtiene un cuero duro y corneo por consiguiente es una curtición deficiente. Si tratamos la piel con soluciones básicas de sulfato de aluminio, pero en presencia de cloruro sódico, encontramos que las pieles secas, opacas, suaves y con un tacto de cuero. Este cuero presenta una resistencia a la hidrólisis y su temperatura ha aumentado de 47-65 grados centígrados. No obstante debemos recordar que esta temperatura de contracción es muchísimo más baja que la del cuero curtido al cromo y que el cuero curtido con sulfato de aluminio no resiste al lavado con agua fría. El factor basicidad que tiene un papel importante en la curtición al cromo, es sólo una característica secundaria en la curtición con sulfato de aluminio. En esta curtición es más importante la presencia y concentración con sales neutras que la basicidad de la solución curtiente.

Para <http://www.slideshare.net>.(2010), es la curtición más empleada en pieles finas, ya que no altera el color de la lana y permite obtener cueros blandos y esponjosos con capacidad de ceder "pretant", se utiliza normalmente alumbre potásico o amonio basificado con carbonato sódico, formiato y acetato sódico, logrando temperaturas de contracción de 75 – 80 °C, lo que permite la tintura ácida a 65°C, por la baja estabilidad de esta curtición a la temperatura y al lavado. También queda dificultado el engrase posterior en baño por esta misma razón por lo que un tal tipo de curtición acostumbra a engrasarse en el mismo baño o normalmente en el caso de pieles compactas y de calidad donde quiere lograrse una suavidad máximo se lo consigue en el batan de martillos, con una grasa especial neutra poco hidrófila y sin baño. Para compensar la falta de solidez al lavado de las pieles curtidas al aluminio es relativamente frecuente un tratamiento con formaldehído antes, durante o después de la curtición mineral, las relaciones

de baño a la que obliga una piel tratada con lana frente a una piel encalada tiene menor influencia en la curtición al aluminio que en el caso de la curtición al cromo.

J. PELETERÍA LANAR

Borrelli, P. y Oliva, G. (2001), manifiestan que se entiende por peletería el tratamiento de pieles que deban ir acabadas con lana o pelo, el proceso requiere especial cuidado para que no incida de una manera negativa sobre ellas, al mismo tiempo deberemos obtener un cuero con las características de suavidad ligereza y elasticidad que exige el artículo acabado en este sentido se diferencia del resto de la fabricación de curtidos, donde ya en las primeras etapas se somete a la piel a un depilado. El que la piel vaya con su pelo o lana y que no haya sufrido ni pelambre ni calero diferencia ampliamente los dos tipos de fabricación ya que en la piel de peletería llegara al estado de piquel y curtición con aluminio sin habersele eliminado la epidermis y sin hidrólisis del colágeno , hinchamiento, separación de fibras, saponificación parcial de las grasas y eliminación de proteínas hidrosolubles que harían que su punto isoeléctrico y su reactividad respecto a la curtición engrase y tintura sean distintos. Los efectos de apertura se obtienen por otros caminos que no alteren la estabilidad y características de la lana, todas las operaciones tendrán diferente acción sobre la piel de peletería no encalada. Dentro de la peletería lanar también cabe distinguir dos grandes grupos:

- Pieles en donde la lana más o menos transformada deberá ser la parte visible de la prenda y el cuero actué solamente de soporte, como es el caso de foquinas y mouton, o pieles para la elaboración de alfombras.
- Pieles en donde el lado cuero sea igual o más o menos importante que la lana por ser destinado a la parte exterior y más visible de la prenda, como es el caso del double face o antilan.

Boaz, T. (2005), reporta que la importancia que ha adquirido este tipo de peletería en nuestro país que se ha situado en la cabeza de la producción mundial en calidad y cantidad hace que trataremos a parte las características de la piel en bruto que influyen en la fabricación de peletería y la estructura de la lana así como un proceso tipo de producción de este artículo. Los lanares son criados fundamentalmente por su lana y son protegidos primeramente por esta, por lo que la función de la piel es un soporte para el crecimiento de la lana que un órgano protectorio propiamente dicho. La piel lanar es más abierta y porosa y tiene pocas fibras estructurales. Debido a la gran concentración de materia grasa entre los fardos de colágeno, sobre todo a partir de la zona de la raíz del folículo piloso, hace que los cueros lanares sean más débiles estructuralmente. Dentro de los lanares, aquellas pieles provenientes de razas que dan lanas gruesas y de poca densidad, tienen una estructura de cuero más resistente. La razón es que se aproximan o tienden más al tipo de estructura de las cabras que tienen mucho menos pelo y una estructura muy firme. Las pieles de razas como la Rommey o los cueros "criollos" dan cueros de excelente resistencia.

K. CUEROS LANARES

Borrelli, P. y Oliva, G. (2001), explican que interesa estudiar, en primera instancia, la estructura general de la piel, para establecer las diferencias estructurales que tiene la piel lanar con otras pieles o cueros. La función principal de la piel o el cuero de un animal es protegerlo de los daños físicos y bacteriales del medio ambiente, pero esta no es la única función. La piel cumple una función de regulación de la temperatura corporal y es además el órgano por el cual se eliminan al exterior productos tóxicos o residuos a través de las glándulas sudoríparas. Pero es sin duda la función de protección de la piel la que más interesa desde el punto de vista de los curtidores, porque esta función de protección es la que determina las características físicas que va a tener el cuero terminado. El folículo piloso que alberga al pelo o a la lana. El pelo propiamente dicho tiene una larga raíz con forma de bulbo; la base con forma de pipa tiene una estructura blanda. A medida que la lana va creciendo, las células que se van formando en la base o la raíz se mueven hacia la superficie y al tiempo que las

fibras de la lana han alcanzado la superficie de la piel estas células son estiradas en largas y finas estructuras.

Azzarini, M. (2003), reporta que dentro de la lana la superficie exterior consiste en materiales proteicos que gradualmente se endurecen a medida que la lana crece, de manera que cuando emerge de la superficie de la piel a través del folículo piloso, las capas exteriores han desarrollado una apariencia dura. La lana está constituida fundamentalmente por queratina. Cerca de la superficie de la piel la estructura de fibras tiene una disposición que es paralela al folículo piloso. Cuando se llega al área de la raíz del pelo o lana en la base del folículo piloso, las fibras cambian su orientación y tienen un ángulo de aproximadamente de 45 grados, haciéndose más densa, más pesada y enredada, hasta que al llegar a la endodermis esa estructura de fibras se vuelve paralela a la superficie interior del cuero aproximándose a la horizontal. La red de fibras de colágeno que tiene una estructura fina en la superficie llena y pesada en el medio da al cuero sus propiedades en la manufactura. Existe además otra red de fibras, casi químicamente inerte, la elastina, que sirve para mantener aún más la resistencia del cuero. Los espacios entre los "fardos" de colágeno son ocupados, en muchos animales, como área de almacenamiento de exceso de grasa. La deposición grasa en los cueros tiene fundamentalmente dos destinos: aquellas grasas usadas para funciones fisiológicas de la piel (lubricación del pelo, regulación termostática) y aquellas usadas como reserva de alimento. Si analizamos la piel de diferentes animales vamos a encontrar diferencias estructurales a partir de este esquema. A su vez para cada especie la estructura depende de:

- Ámbitos de vida del animal.
- Estación del año.
- Edad, raza y sexo.
- En un cuero lanar vamos a encontrar una gran cantidad de glándulas sebáceas, porque cada folículo piloso tiene asociado una glándula sebácea.

Borrelli, P. y Oliva, G. (2001), reportan que como ya se dijo anteriormente, la grasa existente en el cuero tiene dos funciones: una como grasa de almacenamiento, como grasa de reserva alimenticia del animal, constituida por grasas de elevado punto de fusión y otra como grasa de bajo punto de fusión, más parecida a aceites que la encontramos en las glándulas sebáceas y cumplen la función de lubricar el pelo y la epidermis. Los contenidos de materia grasa en un cuero vacuno oscilan normalmente alrededor del 2% y en los lanares entre el 5% y el 39% dependiendo de la raza y edad del animal. Así que la grasa constituye en el cuero lanar un aspecto fundamental a tener en cuenta y gran parte del trabajo de curtiduría en los lanares está basado en la eliminación de la materia grasa, que no permite trabajar adecuadamente en toda la red de colágeno. Dijimos anteriormente que la estación del año influye en las características estructurales del cuero. En efecto, la función de protección de la piel en un lanar está dada, en primera instancia por la lana y no por el cuero en sí. Cuando tenemos que el cuero es el que realiza fundamentalmente la función de protección, encontramos que toda la estructura del colágeno es normalmente mucho más firme y apretada que en el caso de un lanar donde la función de protección fundamental es dada por la lana.

Azzarini, M. (2003), señala que los que trabajan en curtiembres de lanares habrán podido observar una diferencia apreciable en el espesor del cuero según la época del año en que se realizan las compras. Los cueros pelados, pelusa y tronquitos (es decir con altura de lana desde 0 a 12mm) son normalmente cueros más gruesos y más firmes que los cueros provenientes de $\frac{3}{4}$ lana o lana entera (60 mm arriba). La estructura de la piel varía así con la época del año, adaptándose a las circunstancias; cuando la lana crece, la piel no tiene que hacer toda la función de protección ya que la "capa" de la lana realiza esa función primariamente y en el cuero se afina. Lo mismo pasa con las razas que son de lanas abiertas; la función de protección si bien es ejercida en parte por la lana, necesita que la estructura del cuero sea suficientemente fuerte como para proteger al animal del medio ambiente.

Para <http://www.infodriveindia.com>.(2010), el mejoramiento de razas en los lanares se ha hecho fundamentalmente con vistas a la lana, siendo las lanas finas las preferidas. El cuero en los lanares es un aspecto secundario. Con respecto a la edad y el sexo de los animales y su influencia en la estructura de la piel pueden hacerse análisis similares. En los lanares pasamos de los corderitos de estructura firme y apretada, por los borregos de estructura abierta firme y apretada, por los borregos de estructura abierta y menos resistente, a los adultos capones de estructura más firme, cueros más gruesos y grasientos.

1. Principales aspectos de la preservación de cueros lanares

Durán, C. (2005), reporta que la parte interior del cuero de un animal vivo contiene bacterias y otros microorganismos mantenidos bajo control por las defensas metabólicas del animal. Cuando este muere, el proceso de putrefacción comienza inmediatamente: la velocidad con que procese esta degradación no es la misma en todas partes. A los efectos de ver qué áreas se atacan primero, podemos considerar el cuero constituido por tres grandes grupos de componentes:

- Proteínas fibrosas: queratina, colágeno, elastina.
- Proteínas solubles o globulares o blandas: albúmina, globulina, mucoproteínas.
- Compuestos raros: grasa fisiológica, grasa de reserva.

García, G. (2006), explica que de estos materiales los más resistentes al ataque químico y bacterial son las proteínas fibrosas, lana y elastina. El siguiente en resistencia es el colágeno y los menos resistentes son las mucoproteínas, albúmina y globulina. La descomposición inicial toma lugar en áreas de gran actividad metabólica y aquellos conteniendo material soluble. La sangre en las venas y las proteínas blandas en el folículo piloso son los primeros lugares de descomposición significativa. Como las proteínas blandas en el folículo piloso comienzas a descomponerse primero, la lana comienza a perderse, fenómeno llamado "solapadura". La segunda área de descomposición es el colágeno en sí. Los daños iniciales del colágeno van a tener lugar en la unión entre la flor (a la

altura de la raíz de la lana) y el corium, zona en la que se producen cambios estructurales, cambios de dirección de fibras y que tienen alguna debilidad mecánica, una estructura más abierta.

Azzarini, M. (2003), manifiesta que cuando la descomposición ha llegado a este punto, no se desprende el pelo o la lana sola, sino que se desprende con un trozo de flor. La acción bacteriana sobre las grasas causa la degradación de algunas de las grasas insaturadas liberando ácidos grasos de la cadena más corta, resultando en un amarillamiento general de las grasas. Otros cambios pueden resultar de la naturaleza del sistema proteico. Algunas de las proteínas solubles coagularán por calor o gelatinizarán dentro del cuero. También están los cambios inducidos por enzimas metabólicas, dentro del propio cuero, que continúan su actividad y provocan una descomposición auto lítica de la piel aún en condiciones estériles.

2. Clasificación de las pieles lanares

Durán, C. (2005), explica que las pieles lanares se clasifican en primera instancia, por su tamaño de acuerdo a la edad del animal faenado. La siguiente tabla establece las diferentes categorías por edad como se indica en el cuadro 4:

Cuadro 4. CLASIFICACIÓN DE LAS PIELES LANARES.

CATEGORÍA	EDAD
Corderitos	0-4 semanas
Borreguito	4-12 semanas
Cordero	3-6 meses
Borregos	6 meses-1 año
Capones u ovejas	1 año en adelante

Fuente: Durán, C. (2005).

Boaz, T. (2005), señala que las pieles de corderitos son extraídas de los animales recién nacidos muertos en la época de aparición de las ovejas. Son pieles de

estructura firme y suave destinadas a vestimenta, con un tamaño que oscila entre 1 1/2 y 2 pies cuadrados como máximo. Las pieles de borreguito también provienen de mortandad natural. Son pieles de escaso valor comercial ya que la estructura de la piel se ha vuelto débil y la industria curtidora no las procesa. Los cueros de corderos provienen fundamentalmente de frigoríficos de animales que son faenados en la época de zafra por el interés de su carne en los mercados internacionales. Son cueros con mejor estructura de piel, primera lana (lo que asegura lana más suave) con pietaje promedio alrededor de los 4 pies, destinados a vestimenta, decoración o cueros medicinales. El cuadro 5 resume esta subclasificación indicándose el destino más frecuente de cada uno de ellas:

Cuadro 5. CLASIFICACIÓN DE LOS CUEROS LANARES Y SU DESTINO.

Sub-categoría	Alto de Lana	Destino
Pelados	0 - 4mm	Napa vestimenta Napa forro de calzado Gamuzas
Pelusas	4mm - 8mm	Vestimenta c/lana (gamulán - napalán) Napa vestimenta (previo pelambre)
Tronquitos	8 mm - 12 mm	Vestimenta c/1ana (gamulán - napalán) Forro calzado con lana Plantillas
Troncos	12 mm - 18 mm	Vestimenta c/lana (gamulán - napalán) Cuellos
1/4 lana	18 mm - 25 mm	Cubreasientos para automóviles Cueros medicinales rasados Cubreasierdos para automóviles
1/2 lana	25 mm - 45 mm	Artículos de decoración (punta natural o rasados) Alfombras Cueros medicinales Artículos de decoración Alfombras
3/4 lana	45 mm - 60 mm	Vestimenta (previamente esquilados a 12 - 15mm) Cubreasientos (previamente esquilados a 25 - 30 mm)
Lana entera	60 mm - arriba	Artículos de decoración, Esquilados previamente a la altura adecuada se destinan a vestimenta, forros, plantillas y/o cubreasientos para automóviles

Fuente: Durán, C. (2005).

Según <https://www.boe.es/boe.com>.(2010), los cueros de borregos tienen un tamaño promedio de 5 pies cuadrados, mientras que los capones y ovejas el promedio es de 7 pies cuadrados. La procedencia es tanto de frigorífico como de campo. La diferenciación por edad en borregos y capones es en cierto sentido relativa, encontrándose cueros de animales de un año que por su tamaño se incluyen en la categoría de capón y otros de más de un año que pueden caer en la categoría de borregos. En estas 2 últimas categorías se hace una subclasificación por altura de lana ya que provienen de animales que pueden haber tenido más de una esquila.

García, G. (2006), reporta que mediante el proceso de esquila, las 2 últimas categorías originan cueros para cualquiera de las categorías anteriores. Consideraciones económicas entre el valor relativo de la lana y el costo del proceso de esquila determinan uno u otro destino. En el momento de recibo de cueros y de acuerdo a las especificaciones de compra se establecen las diferentes calidades: 1º, 2º, y mal deshechos, de acuerdo a los defectos más comunes encontramos: cortes o agujeros, picaduras por polilla, "flechilla", costilla, grasa, solapaduras, "viruela", "epidemia", etc. Dependiendo de los defectos y/o la magnitud y ubicación de éstos se establecen las distintas calidades. Así un cuero de primera es un cuero libre de defectos y buena lana, en un cuero de segunda se aceptan agujeros y/o cortes pequeños, o picadura de polilla ubicados en el borde de la piel. También puede aceptarse en la segunda grasa liviana, "flechilla" liviana y "costilla" liviana. Los demás defectos o la acentuación de los mencionados ubican a los cueros en la calidad de mal deshechos. El destino final de los cueros en la industria curtidora, puede determinar que se acepten algunos defectos (como por ejemplo las marcas de flechilla en un cuero para cubreasientos), en un cuero de primera calidad.

3. Principales defectos de los cueros lanares

Boaz, T. (2005), manifiesta que los principales defectos de los cueros lanares se describen a continuación:

- Grasientos, pueden presentarse dos casos: Poca grasa impregnada en la piel, a lo largo de la columna vertebral, dificultando el secado de la piel y provocando que solapen (caída de la lana) al introducirlos en las piletas. Se tipifican de segunda. Y los que presentan poca grasa externa que si bien desmejoran el aspecto de las pieles aumentando el peso por unidad, no las afectan en su valor, manteniéndose en la categoría sanos.
- Cortes provocados por el cuchillo al sacar el cuero (desollar): Si los mismos están situados a menos de cuatro dedos o de los bordes y si son pocos se los puede clasificar como sanos, en caso contrario; es decir, cuando los cortes son muchos y muy adentro pasan a 2a según sea más importancia de los artículos que se vayan a clasificar.
- Rajaduras: Que son producidas en el manipuleo; es decir, en la carga y descarga de las pieles se producen desgarros en la piel, que en caso de introducirse por meter los cuatro dedos de los bordes, obligan a tipificarlos de segunda M/D, según la cantidad del desgarró.
- Pieles con marca de alambre. El colgar los cueros sobre los hilos del alambrado provoca, por efecto del peso de los mismos que la piel quede marcada, deteriorándose y disminuyendo su valor comercial, clasificándose en la categoría segunda.
- Cueros de epidemia: En todas sus formas y que presentan piel oscura o blanca se tipifican M/D.
- Solapados: Cualquiera sea la causa, las pieles que ante una leve tensión pierden la lana se tipifican de segunda o M/D según sea la importancia del solape.
- Con flechilla: Las pieles son atravesadas por la flechilla, deteriorándose y convirtiéndolas en M/D.
- Con Abrojo: Poco o mucha presencia de espinos o cardos van a M/D o a una categoría "Cueros con abrojo".

- Con lunares negros: Las pieles con este defecto se tipifican de segunda. Hacemos notar que a veces el lunar sólo se marca a nivel de la piel, no afectando el color de la lana.
- Costillas marcadas (costilludos): Que son pieles de ovinos muy gordos y de raza Merino marcan las costillas en la piel. Cuando el defecto es acentuado y se marca toda la superficie del cuero, deben tipificarse de segunda.
- Cueros sin cabeza: En general los cueros sin cabeza, aún cuando la piel sea sana, son rechazados por los compradores, pasando a la categoría segunda. Se debe tener en cuenta que, tomando en cuenta su medida deben ser mantenidos en la primera categoría (7 pies).

L. GAMULAN

Boaz, T. (2005), manifiesta que cuero ovino curtido con su lana, la que ha sido rasada, pintado por el lado carne para ser utilizado en la industria de la vestimenta con su lado carne terminado hacia afuera. Es un tipo de acabado doble faz. Dadas las características exigidas para los artículos que se pueden obtener con este tipo de pieles, es necesario que la piel posea cierta resistencia al agua. Para ello es conveniente entonces aplicar una capa de hidrofugante que le permita tener dicha propiedad. Se aplica pues un profundo con base en un hidrofugante y en fase solvente, la cual proporciona mejores resultados, pese a que es contaminante. El agente hidrofugante escogido posee un notable efecto hidrofugante y causa un mínimo cambio de color, es compatible en medio solvente y es recomendado especialmente para napalán. Se aplica 1 cruz pero abundante para conseguir una aplicación potente. El fondo está hecho como en una especie de semianilina sin llegar a serlo, pues la cantidad de pigmento es poca, más bien se quiere dar un aspecto más natural con una pequeña corrección de defectos, por ello además se han agregado un ligante proteínico y una dosis considerable de cera. En el cuadro 6, se describe una formulación de un cuero gamulan, la formulación se realizó sobre 1000 gramos de peso.

Cuadro 6. FORMULACIÓN PARA UN CUERO GAMULAN

Proceso	Producto	Cantidad	Técnica
Profundo: la formulación se realizó sobre 1000 g Fondo: la formulación se realizó sobre 500 g	Hidrofugante (AH 75-20)	100 g.	Aplicar 1X
	Acetato de butilo	100 g.	pistola abundante
	Pigmento (PP-14-124)	30	Aplicar 2 X
	Colorante	20	por pistola
	Ligante proteínico	100	Planchar a
	Cera	100	80°C y 50
	Rellenante (filler PS)	25	Bar
	Resina acrílica	200	Aplicar 2X a
	Resina de uretano	100	pistola
	Agua	425	Aplicar 1 X a
Apresto	Laca nitrocelulosa acuosa	100	pistola
	Agua	100	Planchar a
	Agente de tacto	10	80°C y 50 Bar Bombear 3 horas
Apresto II	Agente de Tacto	100	Aplicar 1 X a
	Agua	300	pistola Planchar a 80°C y 150 Bar
Apresto coloreado	Laca de nitrocelulosa	100	Aplicar 1
	Colorante	15	X a
	Acetato de metilo	50	pistola
	Acetato de etilo	5	Planchar a 80°C y 100 Bar
Apresto de tacto	Agente de tacto	50	Aplicar 1 X a pistola, secar Planchar a 80°C y 100 Bar
Apresto final	Laca de nitrocelulosa	100	Aplicar 1
	Acetato de metilo	50	X a
	Acetato de etilo	50	pistola, secar Planchar a 80°C y 100 Bar

Fuente: García, G. (2006).

Hidalgo, L. (2004), reporta que el pigmento empleado tiene buen poder tintóreo y proporciona buena cobertura y brillo. El ligante proteínico empleado es semibrillante - opaco. Proporciona películas no termoplásticas de buen comportamiento al planchado, no quebradizas, que soportan el doblado. Con este ligante se pueden conseguir acabados de tipo proteico, es decir natural y de buen tacto, posee además buenas propiedades de abatanado. La cera usada es blanda y confiere cierto relleno, plenitud y tacto blando y natural. Es especialmente recomendado para el napalán. El efecto de relleno es necesario para este artículo y parte de él se consigue con esta cera, pero además hay que añadir un rellenanate para completar dicho efecto.

García, G. (2006), reporta que el rellenanate escogido confiere buenas propiedades de cubrimiento y relleno a la vez que mejora el comportamiento al planchado, reduciendo la adherencia a la plancha. La resina acrílica ha de ponerse para mejorar la adherencia del acabado más que todo. La que escogimos garantiza este efecto, además que confiere otras propiedades como buena flexometría, alta tenacidad, resistencia a los disolventes (esencial en este tipo de artículos, que durante los lavados de las prendas son expuestos a lavados en seco con disolventes), tiene partícula pequeña (de manera que favorece la penetración y proporcionan finalmente un tacto blando. La resina de uretano es incolora y no pegajosa, no es excesivamente dura y proporciona cierto aspecto mate que reduce en algo el brillo producido por los otros productos añadidos. Confiere además un tacto blando, graso y natural, aunque posee poco poder ligante, pero que es corregido por la acción de la resina acrílica. Es especialmente recomendado para el napalán. Posteriormente se hace un planchado que no tiene características.

El mismo García, G. (2006), manifiesta que la solución se aplica abundantemente en dos cruces, se le hace el planchado descrito y se vuelve a aplicar otra dosis generosa a dos cruces con pistola, con lo que buscamos potenciar la acción de esta capa de fondo. A continuación se aplicó una de las muchas capas con estilo de apresto, este apresto es un apresto de tacto más que nada pero con características preliminares y no finales, es decir es un pre apresto de tacto al que

le seguirá uno con más oferta de agente de tacto. Con la adición de esta laca se busca conferir naturalidad más que todo. No contiene mateantes ni cargas que puedan producir problemas de estabilidad que comprometan su fijación. Es especialmente recomendado para napalán. El agente de tacto usado es de naturaleza siliconosa con el que buscamos conseguir un tacto talco y un aspecto natural. Dada nuestra inexperiencia por la falta de práctica no aplicamos uniformemente las cruces en la capa de fondo con lo que le alteramos la uniformidad de color. Por esta razón fue necesario poner un apresto coloreado, con el fin de corregir en algo dicho fallo. Se usó pues, para esta capa una laca de nitrocelulosa diluible en solventes que confiere brillo, tacto, es transparente y mejora las solideces, el colorante es el mismo y se aplican los respectivos disolventes genéricos que al trabajar en dicha fase, se consigue mayor rendimiento de la capa, al tiempo que se potencias las resistencias y solideces. La formulación es típica de un apresto coloreado en fase solvente. Se aplicó con pistola, más bien en poca cantidad para no sobrecargar el casco y se planchó a condiciones normales medias con lo que no se afectó significativamente el aspecto.

Según [\(2010\)](http://www.slideshare.net), al terminar la aplicación de esta capa y realizar el planchado obtuvimos un tacto excesivamente pegajoso y pringoso lo que nos obligó a aplicar otras capas. Primero aplicamos una de silicona buscando reducir este efecto pringoso, usamos el mismo agente de tacto empleado anteriormente, para no cambiar propiedades y evitar que al añadir otros productos se empeoré la cosa, planchamos tres veces esperando reducir el defecto, pero comprobamos que el planchado contribuía a fomentar la pegajosidad. Con este intento se disminuyó algo la pegajosidad, pero no fue suficiente y por ello se aplicó otra capa ya final usando la misma laca del apresto coloreado en fase solvente, pero sin color, pues este no era necesario, se aplicó ligeramente y no se planchó para no volver a caer en lo mismo. Finalmente logramos reducir considerablemente el defecto de pringamiento, pero teniendo en cuenta el efecto negativo del planchado, sobre esta capa no planchamos. Al elaborar una fórmula para realizar gamulan se deben tener las siguientes consideraciones:

- Se puede evidenciar el efecto negativo y los problemas que puede ocasionar el no aplicar una capa que lleve color en un acabado. Realmente tuvimos que hacer muchas historias para corregir nuestras fallas de inexperiencia.
- No se explica cómo se puede obtener el efecto pegajoso tan marcado, si durante la formulación se escogió productos que precisamente evitaran este efecto. Al parecer se produce una reacción entre productos que generaron la pegajosidad indeseable.
- Se observar que cuando se desea eliminar o reducir la pegajosidad de un acabado el defecto se acentúa.
- Al final se obtiene un tacto demasiado plástico, debido a la gran cantidad de productos añadidos, aunque fue suave y poco deslizante, con un aspecto brillante además.
- Se nota la flor demasiado sobre cargada de capas y quién sabe si esto influirá en las características físicas del artículo.
- Como se piensa que al llevar tantas capas podría verse afectada la adherencia entre capas, hicimos una especie de prueba para determinar que tanto estaban adheridas. Pusimos una cinta de celo y la retiramos violentamente, para luego evaluar que cantidad se había desprendido, pero afortunadamente no hubo desprendimiento. Este efecto pudo deberse a los múltiples planchados que efectuamos sobre la piel fijaron fuertemente las capas produciendo un anclaje marcado.
- Al final se obtiene resultados buenos sobre la piel. Los tactos obtenidos y las características de la superficie son buenas y la poca igualación de tintura inicial se encuentra corregida y el color avivado. Lo único podría ser la sobre carga en la flor, pero no demerita el artículo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Curtiembre de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, que está ubicado en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba sector kilómetro 1½ Panamericana Sur. A una altitud de 2754 msnm, y con una longitud oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' 02", los análisis de las resistencias físicas se realizaron en los equipos del mismo laboratorio. La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 126 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba se describen en el (cuadro 7).

Cuadro 7. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2012
Temperatura (°C).	13,45
Precipitación (mm/año).	42,8
Humedad relativa (%).	61,4
Viento / velocidad (m/s).	2,50
Heliofania (horas/ luz).	1317,6

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales.(2012).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 24 pieles ovinas de animales adultos con un peso promedio de 7 Kg cada una. Las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de Riobamba.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- 24 pieles ovinas
- Cuchillos de diferentes dimensiones
- Mandiles
- Baldes de distintas dimensiones
- Mascarillas
- Botas de caucho
- Guantes de hule
- Tinajas
- Tijeras
- Mesa
- Peachímetro
- Termómetro
- Cronómetro
- Tableros para el estacado
- Clavos
- Felpas
- Tanque de gas

2. Equipos

- Bombos de remojo curtido y recurtido
- Máquina descarnadora de piel
- Ablandador
- Raspadora
- Bombos de teñido

- Toggling
- Equipo de medición de la resistencia a la tensión
- Equipo de medición del porcentaje de elongación

3. Productos químicos

- Sulfato de aluminio
- Formaldehído
- Sal en grano
- Formiato de sodio
- Bisulfito de sodio
- Ácido fórmico
- Ácido sulfúrico
- Ácido oxálico
- Mimosa
- Ríndente
- Grasa Animal sulfatada
- Lanolina
- Grasa catiónica
- Dispersante.
- Recurtiente de sustitución
- Resinas acrílicas
- Rellenante de faldas
- Recurtiente neutralizante
- Recurtiente acrílico
- Alcoholes grasos
- Bicarbonato de sodio

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó el efecto de tres niveles de formaldehído (4, 5, 6 %), más 4% de sulfato de aluminio, en la curtición de pieles de ovinas para la producción de cuero gamulan, por lo que las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar, cuyo modelo lineal aditivo fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Efecto de la media por observación

α_i = Efecto de los tratamientos

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se utilizó la prueba de Kruskal – Wallis, cuyo modelo matemático fue el siguiente:

$$H = \frac{12}{nT(nT + 1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

Donde:

H = Valor de comparación calculado con la prueba K-W.

nT = Número total de observaciones en cada nivel de pigmento.

R = Rango identificado en cada grupo.

En el cuadro 8, se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación:

Cuadro 8. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Niveles de formaldehído	Código	Repetición	T.U.E	Hojas de piel/ tratamiento
4% + 4% de sulfato de aluminio	T1	8	1	8
5% + 4% de sulfato de aluminio	T2	8	1	8
6% + 4% de sulfato de aluminio	T3	8	1	8
Total				24

En el cuadro 9, se describe el esquema del análisis de varianza que se utilizó en la investigación:

Cuadro 9. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Niveles de formaldehído	2
Error	21

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Físicas

- Porcentaje de elongación, %.
- Resistencia a la tensión N/cm^2 .

2. Sensoriales

- Naturalidad, (puntos)
- Blandura, (puntos)
- Tacto, (puntos)

3. Económicas

- Beneficio/ Costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Las mediciones experimentales fueron modeladas bajo un diseño completamente al azar simple, y los resultados fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA), para las diferencias.
- Separación de medias ($P < 0,05$) a través de prueba de Tukey para las variables paramétricas.
- Las variables sensoriales fueron evaluados aplicando la prueba de Kruskal – Wallis.
- Análisis de Regresión y Correlación simple para variable que presenten significancia.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Remojo: su finalidad consistió en devolver a la piel en bruto el estado en que se encontraba antes de secarla. Su duración no debió ser excesivamente larga, a fin de que no se produzca un aflojamiento de la lana por activación de las bacterias, pero tampoco demasiado corta, pues si las pieles resultaran

insuficientemente remojadas, se mantendrán duras, ya que no se podrán curtir ni engrasar de forma penetrada. Esta operación duró entre 20 y 30 horas, y se removió las pieles de vez en cuando. El agente de remojo utilizado fue el agua y se potencio su acción con la incorporación de tensoactivos y de antiséptico.

- Sabreado: Se efectuó con la finalidad de limpiar la lana y desenredarla.
- Centrifugado: Se escurrió las pieles para que estén en condiciones de proceder al esquilado de la lana.
- Esquilado de la lana: Se realizó esta operación con el fin de tener una primera igualación de la longitud de la lana.
- Descarnado: Se efectuó en máquina de descarnar y tuvo por finalidad la eliminación de carnaza, facilitando con ello la penetración de los productos que se añadieron en las fases posteriores.
- Piquelado: Su finalidad fue preparar la piel para la curtición, así como para que sea blanda y elástica. El piquel para piel lanar es más fuerte que para piel vacuna. Se efectuó por acidificación con ácido fórmico, aunque para conseguir más suavidad, este se pudo sustituir total o parcialmente por ácido glicónico. Después de haber rodado entre dos o tres horas, las pieles se dejaron en reposo, apiladas entre 5 o 10 días. Opcionalmente, para lograr un buen aflojamiento de la estructura del colágeno se efectuó un rendido, añadiendo una enzima adecuada y la cantidad de ácido necesaria para tener el pH óptimo a la temperatura conveniente. La acción de la enzima resulto desactivada al disminuir el pH del piquelado.
- Desengrase: Su finalidad fue la extracción y repartición de las grasas naturales, que en las pieles de cordero suelen ser abundantes e irregularmente repartidas. La operación se efectuó en baño (previo a la curtición) o en seco (después de la curtición y recurtición). La primera variante se efectuó en molinete, obteniéndose un desengrase poco intenso con buena repartición de la grasa no eliminada. Para intensificar el efecto, se empleo emulsionante. Para aplicar la segunda variante, fue necesario disponer de una

instalación de desengrase en seco, mediante disolventes. El disolvente empleado fue el percloroetileno. El desengrase obtenido fue mucho más intenso que con la primera variante, quedando las pieles bastante más resacas.

- **Curtición:** Las pieles procedentes de las operaciones de ribera, además de ser atacables por microorganismos, carecen de estabilidad hidrotérmica (en agua caliente se destruye su estructura fibrosa y el colágeno da lugar a un aglomerado amorfo: gelatinización), y al secarse dan lugar a un producto corneo y frágil ya que se adhieren entre sí las fibras de colágeno. Para llegar a un material utilizable para nuestros fines es indispensable modificar estas propiedades. Esta modificación se efectuó mediante un agente curtiente, que se combina irreversiblemente con el colágeno, en el proceso que se denomina curtición. El agente de curtición empleado fue el formaldehído en porcentajes de 4, 5 y 6 %, corresponden a los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente y a cada uno de ellos se aplicó 4% de sulfato de aluminio para mantener la blancura de la lana. Posteriormente se efectuó la basificación que se la realizó lentamente hasta llegar a pH=3,6 - 3,9 y a continuación se dejaron las pieles en reposo durante cierto tiempo.
- **Recurtición:** Esta operación se efectuó con el fin de completar la curtición o bien para conferir a la piel una serie de características necesarias para el artículo que se desea obtener. Se efectuó con sales de cromo, taninos sintéticos o con taninos sintéticos que contienen sales de cromo.
- **Neutralizado:** Se realizó para que la posterior tintura se pueda efectuar en buenas condiciones de penetración e igualación, fue conveniente emplear, además del formiato y bicarbonato sódico, algún tanino neutralizante y tamponante que asegure un neutralizado uniforme en profundidad, confiriendo blandura y facilitando la finura del afelpado posterior.
- **Engrase:** Se escogieron agentes engrasantes que sean sólidos a la luz, para que no amarille la lana y que sean poco extraíbles con disolventes, pues las prendas que luego se confeccionaron se llevaran a tintorerías y se trataron con

disolventes. Es frecuente efectuar un engrase parcial en el mismo baño de curtición, con el empleo de agentes engrasantes compatibles con este medio.

- Ecurrido y secado: Se vigiló la temperatura procurando que en las últimas fases sea bastante moderada.
- Acondicionado: Se realizó para efectuar posteriormente un buen ablandado, se requirió que las pieles contengan un cierto grado de humedad, la cual se da con una máquina de humectar. Con ello se consigue una buena regularidad de la humedad, circunstancia que no se dio si se optase por no dejar secar completamente las pieles en la etapa anterior.
- Ablandado: Se efectuó con máquinas verticales neumáticas Schroeder, aunque también fue posible efectuarlo en máquinas de pala u otras, para la presente investigación se realizó en el ablandador de cuchillas del laboratorio.
- Mojado de la lana: Antes de proceder al planchado de la lana, esta se trató con una solución de alcohol con agua ajustada hasta pH 4 o también una solución de alcohol, agua y formol también ajustada a pH 4. En la formulación se añadió también algún agente suavizante. El tratamiento se efectuó en forma manual.
- Planchado: Se realizó a 170°C, y si se trabajó con máquinas en continuo a 190-220°C
- Rasado: Después de planchar, se procedió a rasar la lana levantada, dejándola a la longitud deseada para el artículo que se vaya a fabricar. Para el gamulan fue de 12-14 mm.
- Esmerilado del casco: Es la operación sirvió para obtener sobre el casco el ante definitivo. La piel debió poseer un grado de humedad próximo al 20%, homogéneamente repartida. La piel tuvo que haberse estirado para presentar una superficie regular al esmerilado. A veces se efectuó un pre esmerilado con máquina de pedal o con la fulminosa y se procedió posteriormente con la

muela al esmerilado final. El tamaño del grano de esmeril oscilo entre 120 y 380.

- Clasificado: Según los defectos apreciados y color al que posteriormente se tiñeron.
- Remojo: Para proceder posteriormente a la tintura en buenas condiciones de igualación se realizó un remojo de las pieles provenientes del secado intermedio efectuado, si se encontraron secas. El agente de remojo empleado es el agua, potenciando su acción con un poco de amoniaco y con algún tensoactivo que sirva de humectante. Si con la impregnación previa al planchado se ha utilizado formol, se pudo añadir un poco de bisulfito sódico para eliminarlo.
- Tintura del casco: Entre la gran cantidad de colorantes adecuados para teñir el casco, en el caso del cuero con lana hubo que seleccionar aquellos que a temperaturas inferiores a 40°C, no tiñan la lana ya que la interacción de las dos tinturas dificultara la obtención del matiz deseado. Se empleó colorantes de buenas solideces. Fue frecuente terminar la tintura del casco con un top para mejorar el tacto y el brillo.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis sensorial

- Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que nos indicaron que características tuvieron cada uno de los cueros gamulan, dando una calificación de 5 correspondiente de muy buena; de 3 a 4 buena; y 1 a 2 baja; en lo que se refiere a naturalidad, blandura y tacto.
- Para detectar la finura de fibra se tuvo que palpar la fibra de la lana ovina notando que no exista mucha presencia de fieltramientos o rizaduras; es

decir, que se hayan entretejido demasiado las fibras de la lana lo que provoca un tacto grosero.

- La medición de la blandura del cuero se la realizó sensorialmente, el juez calificador tomó entre las yemas de sus dedos el cuero y efectuó varias torsiones por toda la superficie tanto en el lomo como en las faldas para determinar la suavidad y caída del cuero, calificándolo en una escala que va de 1 que representa menor caída y mayor dureza a 5, que es un material muy suave y con buena caída, mientras tanto que valores intermedios son sinónimos de menor blandura.
- Para la calificación del tacto del cuero gamulán curtido con diferentes niveles de formaldehído se debió palpar minuciosamente tanto la superficie del cuero como la lana y se determinó si el tacto es muy cálido, seco, liso y suave muy similar al de la piel suave ablandada, o es áspero, y si la lana fue dócil suave sin presencia de motas o defectos que desmejoraran la calidad.

2. Análisis de laboratorio

Estos análisis se los realizaron en el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias y la metodología a seguir se describió a continuación:

a. Resistencia a la tensión

Se denomina prueba de tensión al ensayo que permite conocer las características del cuero cuando se somete a esfuerzos de tracción, por lo tanto podemos decir que el objetivo de esta prueba es determinar la resistencia a la rotura.

Para los resultados de resistencia a la tensión en condiciones de temperatura ambiente, la metodología a seguir fue:

- Medir el espesor de cada probeta.

- Se sujetó las probetas en la mordaza, de manera que los bordes de las mordazas se encontraron a lo largo de las líneas AB y CD, una vez sujetas la flor debió quedar en un solo plano.
- Se midió la distancia entre las mordazas con precisión y se tomó dicha distancia como la longitud inicial para los propósitos del ensayo.
- Se puso en marcha la máquina hasta que la probeta se rompió, se anotó la longitud de la probeta en el momento de la rotura.
- Se realizó el cálculo respectivo para la resistencia a la tensión.

b. Porcentaje de elongación

El ensayo del cálculo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para aguantar 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 elongación es crucial para todo tipo de material. Representa cuánto puede ser estirada una muestra antes de que se rompa. La elongación elástica es el porcentaje de elongación al que se puede llegar, sin una deformación permanente de la muestra. Es decir, cuánto puede estirársela, logrando que ésta vuelva a su longitud original luego de suspender la tensión. La deformación es simplemente el cambio en la forma que experimenta cualquier cosa bajo tensión. Cuando hablamos de tensión, la muestra se deforma por estiramiento, volviéndose más larga. Obviamente llamamos a esto elongación.

- Se cortó los moldes de las probetas.

- Los extremos de cada probeta fueron sujetos por las pinzas.
- Estas piezas estuvieron fijadas por los extremos de las probetas, debido a que el porcentaje de elongación es el alargamiento total de la longitud calibrada en el momento de la rotura.

Al poner en marcha el instrumento la probeta, se estiró a una velocidad constante en dirección perpendicular hasta causar el desgarro de la muestra.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORMALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO GAMULAN

1. Porcentaje de elongación

En la evaluación estadística de los resultados obtenidos del porcentaje de elongación a la cual fueron sometidas las pieles ovinas curtidas se presentó diferencias significativas ($P > 0,05$), por efecto de la curtición con diferentes niveles de formaldehído más 4% de sulfato de aluminio, apreciándose de acuerdo a la separación de medias según Tukey, las mejores respuestas al curtir las pieles con la adición de 6% de formaldehído (T3), en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, cuyas medias reportaron valores de 58,13%, y que presentaron un descenso hasta alcanzar respuestas de 54,69%, cuando se curtió las pieles ovinas con el agente curtiente sulfato de aluminio más el 5% de formaldehído (T2), mientras tanto que las respuestas más bajas, se reportaron cuando en la curtición de las pieles ovinas se procedió a utilizar el 4% de formaldehído (T1) en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, y que fueron de 40,31%, como se muestra en el cuadro 10 y gráfico 4.

De acuerdo a los resultados expuestos del porcentaje de elongación se afirma que al utilizar mayores niveles de formaldehído (6%), en combinación con el 4% de sulfato de aluminio se obtuvieron mejores repuestas al porcentaje de elongación en las pieles ovinas tipo gamulán, que al ser comparadas con las exigencias de calidad de la Asociación Española del cuero, que en su norma técnica IUP 6 (2002), infiere un rango de elongación de 40 a 80%, se aprecia que en los tres tratamientos se cumple con esta exigencia de calidad es decir que el gamulán es muy flexible, suave y resistente y puede fácilmente amoldarse al artículo que se confecciona, especialmente si es una chaqueta que entrara en contacto directo con la piel del usuario y si no es moldeable.

Cuadro 10. EVALUACIÓN DE LAS PRUEBAS FÍSICAS DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORMALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO GAMULAN.

VARIABLE	NIVELES DE FORMALDEHÍDO, %.			EE	CV	Prob.	Sign.
	4% T1	5% T2	6% T3				
Porcentaje de elongación, %	40,31 b	54,69 b	58,12 a	4,01	3,76	0,01	*
Resistencia a la tensión, N/cm ²	1431,83 a	1097,34 a	1193,19 a	119,99	4,76	0,15	ns

EE: error estadístico.

CV: Coeficiente de variación.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

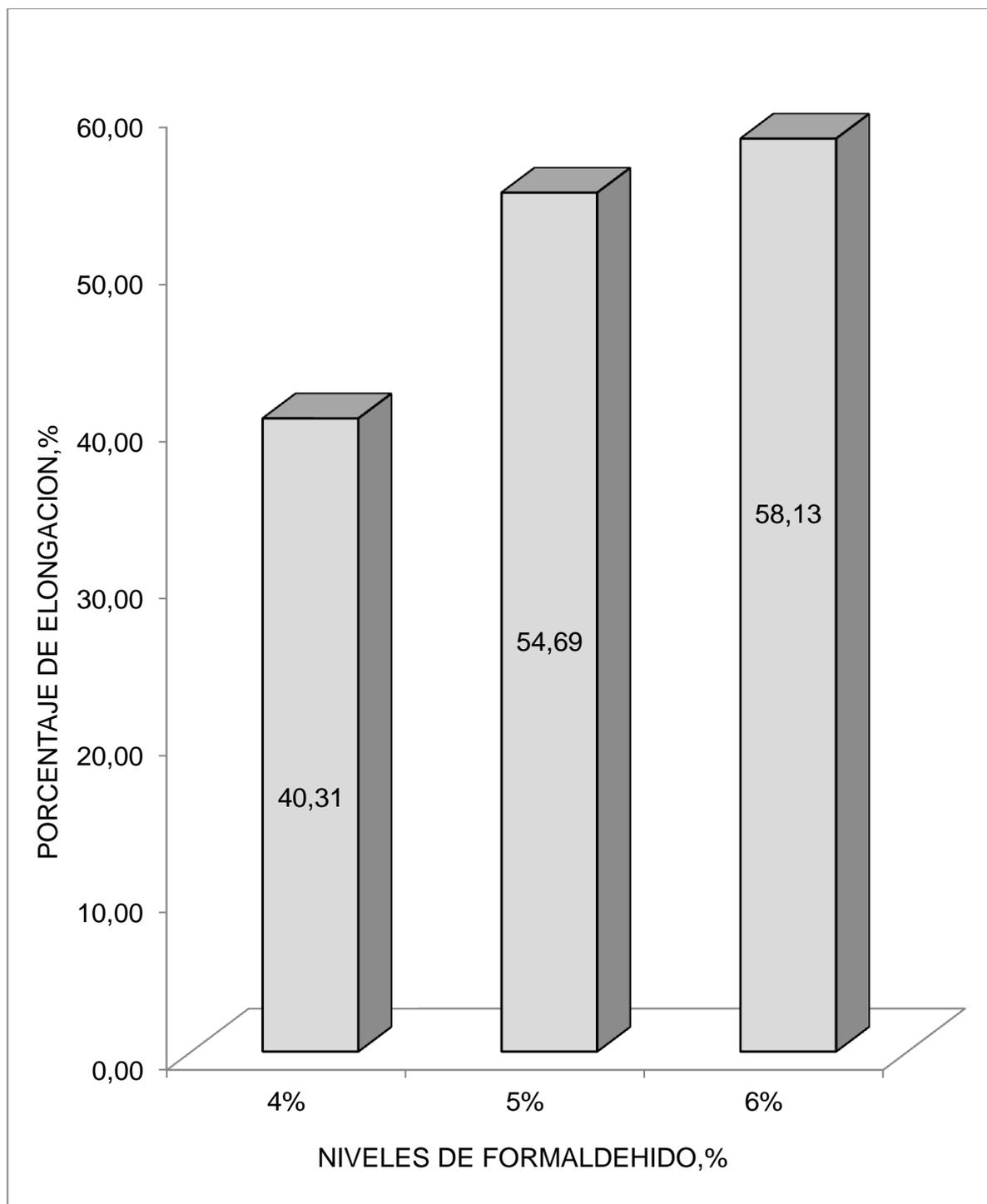


Gráfico 4. Porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

Lo que es corroborado con las afirmaciones de García, G. (2006), quien menciona que el formaldehído es un agente curtiente que se utiliza desde hace mucho tiempo y que por lo general se usa como auxiliar de algún otro curtiente. Tiene la capacidad de reaccionar con las sustancias orgánicas dotadas de un átomo de hidrógeno activo, siendo típicas sus acciones en la fabricación de sintanes. Se considera que la reacción predominante entre el aldehído y las proteínas del cuero se produce con un grupo amino del aminoácido básico, la lisina. Se trata de una típica reacción de amina-formaldehído con formación de los derivados del metilol. El formaldehído es un curtiente sintético que contiene propiedades que hacen que las fibras de colágeno se vuelvan más elásticas y se alarguen fácilmente regresando a su longitud inicial después de aplicada la fuerza, es decir produce un adecuado porcentaje de elongación, un factor importante para esta es que el aldehído no es soluble en agua pero como la mayoría de los procesos son realizados en agua se debe añadir un curtiente que permita su potenciación en agua para lo cual se utiliza el sulfato de aluminio que permite crear puentes de hidrógeno con el agua lo cual le hace soluble en el agua y permite la penetración de este agente curtiente en las fibras de colágeno.

Los resultados de la presente investigación son similares al ser comparados con lo que reporta Silva, D. (2015), quien estableció un porcentaje de elongación de 54,40% al curtir las pieles caprinas con el 3% de aldehído, así como son inferiores a los reportes de Martínez, L. (2015), quien registra un promedio 55,08%; al utilizar 7% de sulfato de aluminio en la curtición de pieles ovinas.

Al realizar el análisis de regresión del porcentaje de elongación que se ilustra en el gráfico 5, se aprecia que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0,0001$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 8,91%, el porcentaje de elongación aumenta en un 6,51% por cada unidad de cambio en el nivel de formaldehído aplicado a la curtición de pieles para producir cueros gamulan, además se aprecia un coeficiente de determinación R^2 de 30,77% mientras tanto que el 69,33% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver básicamente con la calidad de la materia prima y el tipo y tiempo de conservación

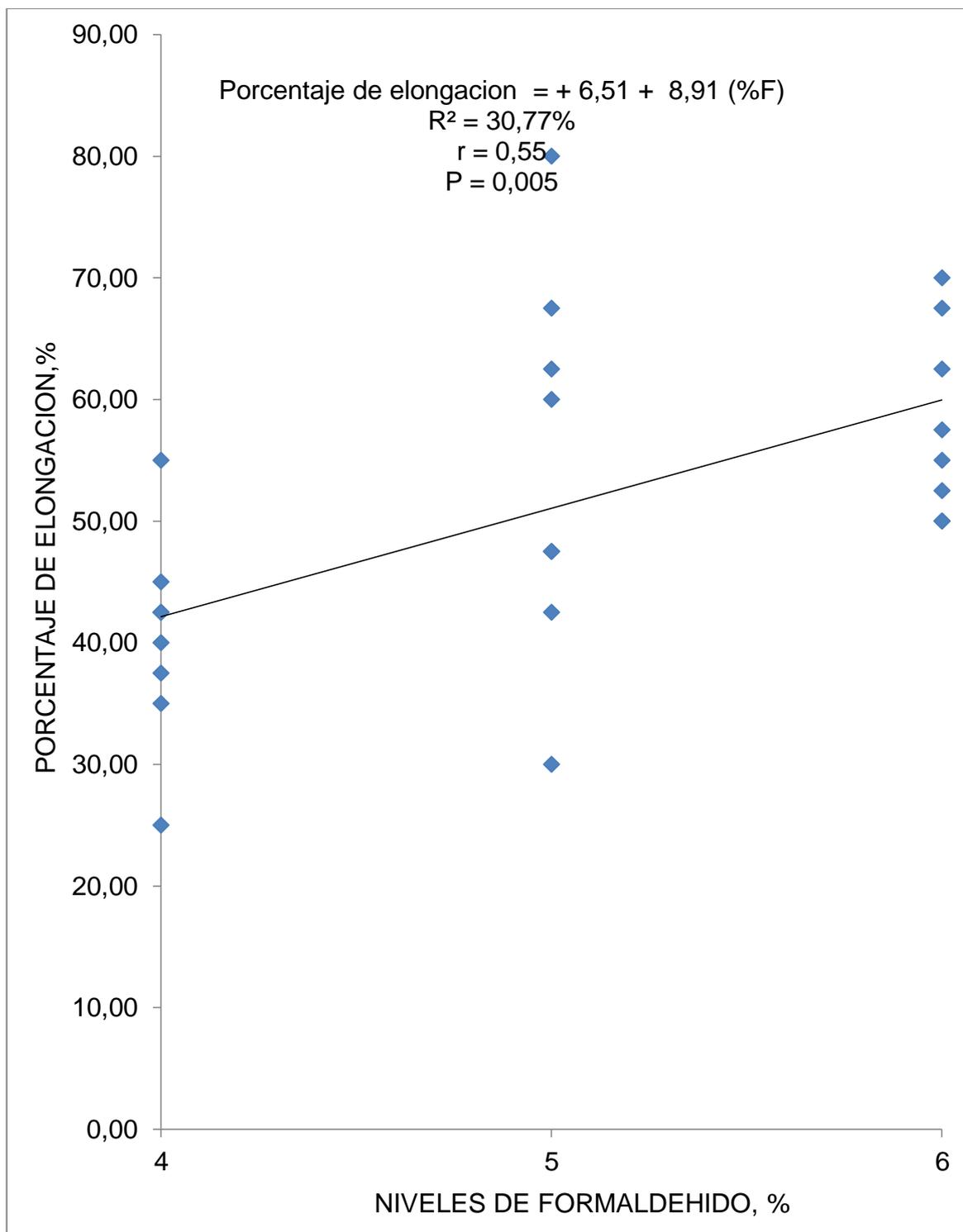


Gráfico 5. Regresión del porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

que influye sobre la introducción de los productos curtientes hacia el interior de la piel para transformarla en un producto imputrescible como es el cuero y que tendrán que tener en cuenta el curtidor para no cometer errores, la ecuación de la regresión utilizada fue:

$$\text{Porcentaje de elongación} = + 6,51 + 8,91 (\%F)$$

2. Resistencia a la tensión

La evaluación estadística de la resistencia a la tensión no presentó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre medias por efecto de la adición a la fórmula del curtido de diferentes niveles de formaldehído en combinación con el 4% sulfato de aluminio para la obtención del cuero gamulan, reportándose los mejores resultados al curtir las pieles con el 4% de formaldehído (T1), con respuestas de $1431,83 \text{ N/cm}^2$, seguida de los resultados alcanzados al curtir las pieles ovinas en la obtención del cuero gamulan con el 5% de formaldehído, ya que las medias fueron de $1294,71 \text{ N/cm}^2$, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al curtir con el 6% de formaldehído (T2), con resultados medios de $1193,19 \text{ N/cm}^2$, como se ilustra en el gráfico 6.

En la interpretación de los resultados alcanzados de la resistencia a la tensión se afirma que al utilizar menores niveles de formaldehído se obtienen mejores respuestas a la presente prueba, es así que en el análisis de las medias las mejores respuestas se reportaron cuando se curtió con el 4% de formaldehído, y que son superiores a los límites establecidos en las normas de calidad el cuero de la Asociación Española del Cuero, que en su norma técnica IUP 6 (2002), infiere un mínimo permisible de 1500 N/cm^2 .

Lo que es confirmado con lo que indica Lacerca, M. (2003), quien manifiesta que las sales de aluminio también se incorporan en una curtición al cromo o al aldehído con el fin de conseguir un aumento en la firmeza del cuero, mejor resistencia a la tensión y facilidad en el esmerilado. Además este tipo de curtición

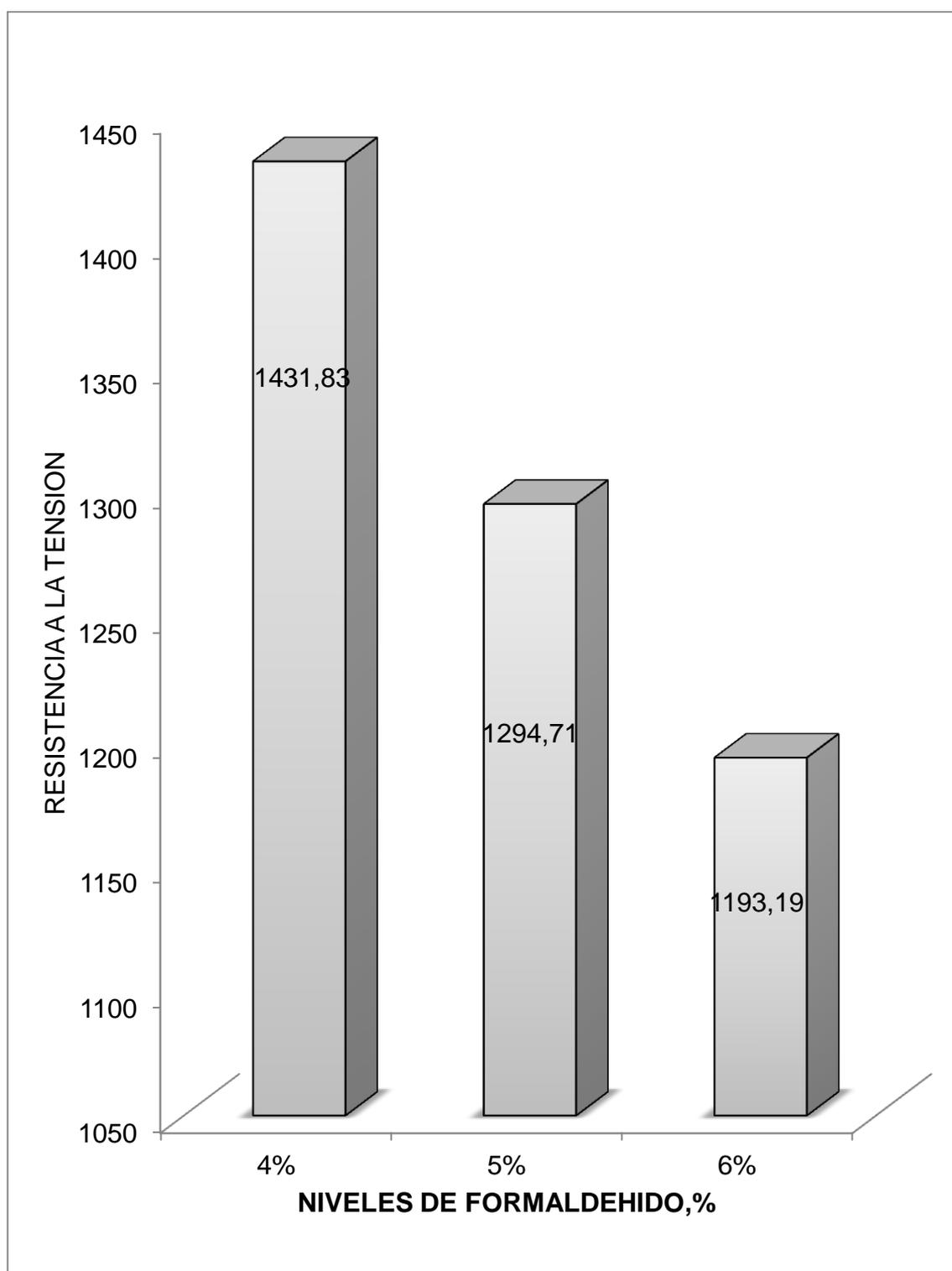


Gráfico 6. Resistencia a la tensión de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

mixta favorece el agotamiento del baño de cromo o formaldehído. Las sales de aluminio poseen una afinidad mayor que el cromo por el cuero a niveles menores de pH; por lo tanto, se pueden incorporar en una curtición al cromo para proporcionar una precurtición liviana en las etapas iniciales. El aluminio reacciona con la proteína del cuero y el enlace resultante no es tan fuerte como el que se produce con el cromo, por lo que la estabilización de las proteínas o la curtición por el aluminio no es suficiente, bajo circunstancias normales, para producir un cuero con una temperatura de contracción de ebullición plena.

El formaldehído al ser un compuesto orgánico no logra tener las mismas características que alcanzan los cueros curtidos con cromo, el enlace que forma el formaldehído con el nitrógeno de la composición fibrilar del cuero solo presenta reacciones covalentes con las aminas esto ocasiona que el enlace no sea más fuerte que el enlace coordinado que proporciona el cromo con la piel, pero el aldehído al formar enlace covalente le otorga a la piel curtida buenas resistencias físicas al fortalecer las fibras de colágeno de la tal manera que no sufra deterioro al ser sometido a fuerzas multidireccionales.

Los reportes establecidos en la presente investigación son inferiores a los registrados por Auquilla, M. (2014), quien indico que al curtir las pieles ovinas con el 12% de glutaraldehído obtuvo medias iguales a $1620,67 \text{ N/cm}^2$, es decir que el formaldehído tiene mayor característica curtiente que otros aldehídos utilizados en la curtición como es el glutaraldehído, esto debido a su menor tamaño de cadena que logra formar enlaces más compactos y resistentes. El aldehído es un agente curtiente que se empleó mucho en la antigüedad para la curtición de las pieles, ya que este componente se encontraba muy abundante en la naturaleza como gas y las pieles entraban en contacto con este gas y eran curtidas, pero era difícil sintetizar por lo cual al descubrir que el cromo era un buen agente curtiente se dejó de emplear en la curtición, pero con los problemas ambientales que han ocurrido al curtir con cromo se está buscando agentes curtientes que logren la sustitución del cromo para establecer menores índices de contaminación y que el cuero no afecte en su elaboración al ambiente que se encuentra alrededor de las fábricas.

B. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES OVINAS CURTIDAS CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORMALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO GAMULAN

1. Naturalidad

Los valores medios determinados por la calificación sensorial de naturalidad de los cueros ovinos curtidos reportó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre medias, según el criterio Kruskal Wallis, por efecto de la curtición con diferentes niveles de formaldehídos en combinación con el agente curtiente sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan, apreciándose por lo tanto las mejores respuestas cuando en la curtición se empleó 6% de formaldehído (T3) que presentaron respuestas de 4,88 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), seguida de los reportes de naturalidad alcanzados reportaron cuando en la curtición de las pieles ovinas se agregó el 5% de formaldehídos (T2), ya que las respuestas fueron de 4,38 puntos y calificación excelente de acuerdo a la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas más bajas, se obtuvieron cuando se curtió las pieles ovinas con 4% de formaldehído (T1), ya que las medias fueron de 3,63 puntos, y calificación muy buena, como se reporta en el cuadro 11 y se ilustra en el gráfico 7.

De los resultados expuestos se deriva la afirmación de que para producir cueros ovinos con excelentes resultados de naturalidad se recomienda curtir con mayores niveles de formaldehídos, es así que las medias más altas, se obtuvieron cuando se adiciono el 6% de formaldehídos en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, ya que al ser un curtiente sintético de características orgánicas el cuero reacciona de mejor forma con la piel ocasionando que no pierda sus características naturales.

Lo que tiene su fundamento en lo que indica Hidalgo, L. (2004), quien señala que la reacción entre el colágeno y el producto curtiente influye directamente sobre la reactividad de los grupos funcionales del colágeno involucrados en la reacción

Cuadro 11. EVALUACIÓN DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORMALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO GAMULAN.

VARIABLE	NIVELES DE FORMALDEHÍDO, %.						EE	CV	Prob	Sign
	4%		5%		6%					
	T1		T2		T3					
Naturalidad, puntos	3,63	c	4,38	b	4,88	a	0,17	10,94	0,0001	**
Blandura, Puntos	2,88	c	4,25	b	4,75	a	0,17	20,53	0,00044	**
Tacto, Puntos	3,50	c	4,25	b	4,63	a	0,21	4,63	0,004	**

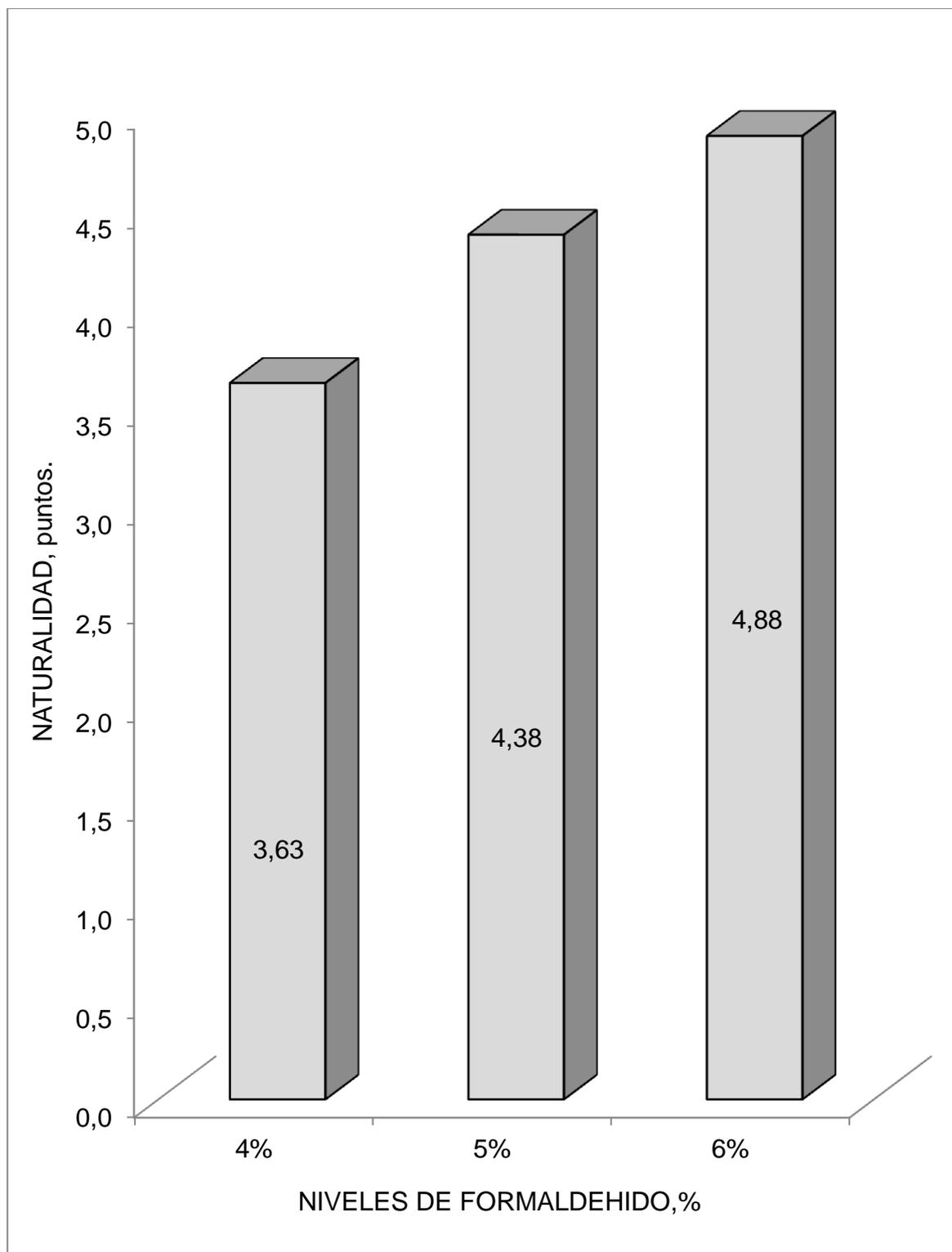


Gráfico 7. Naturalidad de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

química de curtición, modificándose en conjunto la capacidad de reacción de la sustancia piel. Prueba de ello es que los curtientes, al combinarse con la piel, desplazan el punto isoeléctrico de ésta hacia valores más altos o más bajos y hacen al carga superficial de las fibras de la piel más negativa y o más positiva. Además Boaz, T. (2005), manifiesta que el gamulan es un cuero ovino curtido con su lana, la que ha sido rasada, pintado por el lado carne para ser utilizado en la industria de la vestimenta con su lado carne terminado hacia afuera. Es un tipo de acabado doble faz. Dadas las características exigidas para los artículos que se pueden obtener con este tipo de pieles, es necesario que la piel posea cierta resistencia al agua y mucha naturalidad, es decir que al observar y palpar se siente la pureza de la flor de la piel, así como también el tamaño del grano de flor, que resalta la belleza natural del cuero.

Los resultados reportados en la presente investigación son similares a los registros de por Santana, M. (2015), que registró medias de naturalidad de 4,90 puntos al curtir las pieles bovinas con el 9% de aldehídos, es decir que al curtir con elevados niveles de aldehídos se obtienen cueros más vistosos, cuyas características de naturalidad serán elevadas, por lo tanto se eleva su calificación y por ende su precio por metro cuadrado.

Al realizar el análisis de regresión de la naturalidad de las pieles ovinas que se ilustra en el gráfico 8, se aprecia una tendencia lineal altamente significativa ($P < 0,01$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 1,167 puntos, la naturalidad aumenta en 0,625 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de curtiente formaldehído, con un coeficiente de determinación R^2 de 57,03% mientras tanto que el 42,97% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver básicamente con la calidad de la materia prima y el tipo y tiempo de conservación que influye sobre la introducción de los productos curtientes hacia el interior de la piel para transformarla en un producto imputrescible como es el cuero especialmente el gamulan que requiere conservar la lana, la ecuación de la regresión aplicada fue:

$$\text{Naturalidad} = + 1,167 + 0,625 (\%FA)$$

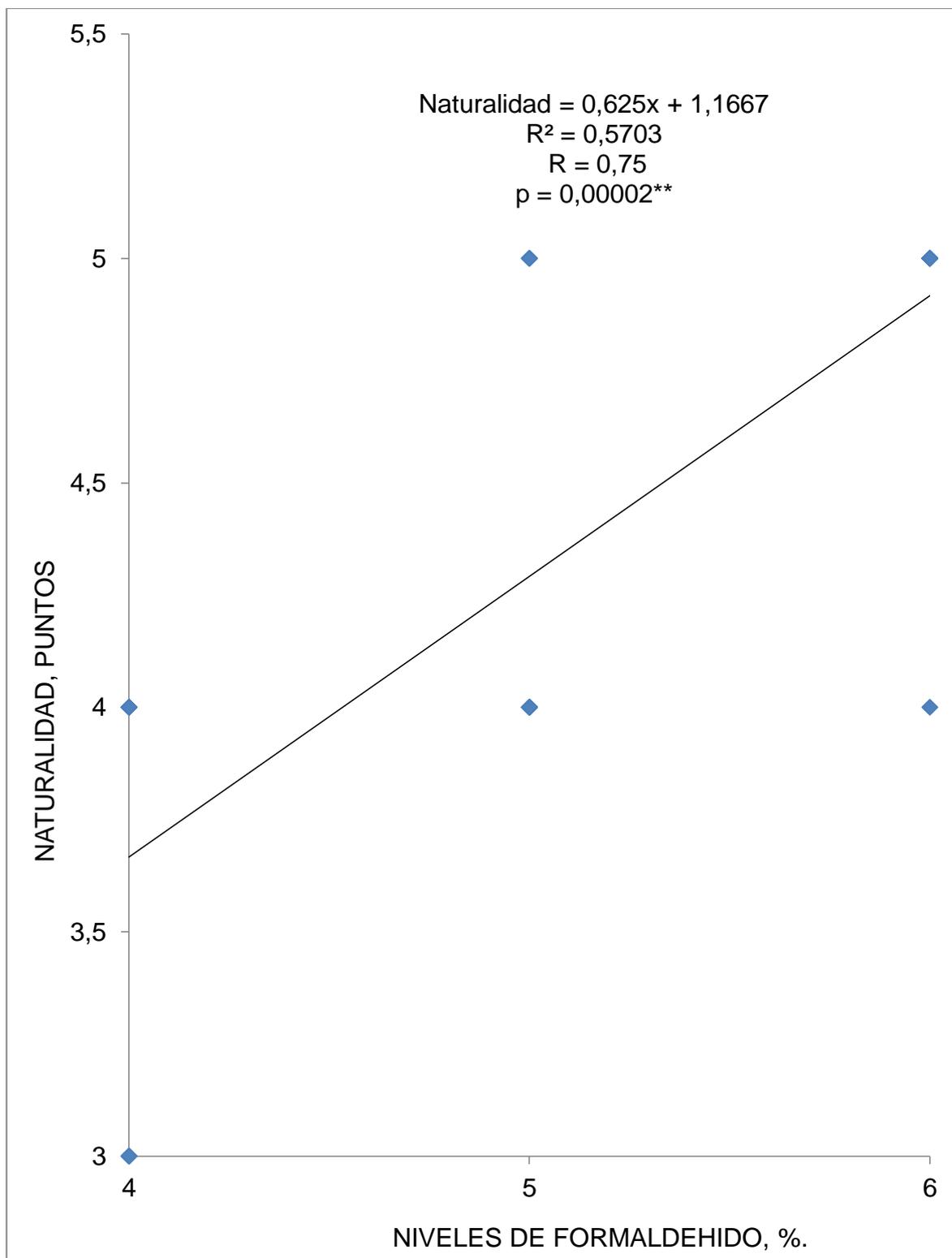


Gráfico 8. Regresión de la naturalidad de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

2. Blandura

Los valores medios reportados por la blandura de las pieles ovinas registraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01^{**}$), entre medias según el criterio Kruskal Wallis, por efecto de la curtición con diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio, estableciéndose las mejores respuestas al curtir las pieles ovinas con 6% de formaldehído (T3), ya que las medias fueron de 4,75 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), seguidas de la calificación de blandura alcanzada en el lote de cueros curtidos con 5% de formaldehído (T2), ya que las respuestas fueron de 4,25 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala en tanto que los valores más bajos se reportaron al curtir las pieles ovinas con el 4% de formaldehído (T1), con ponderaciones medias de 2,88 puntos y calificación buena (gráfico 9).

Analizando las respuestas obtenidas se afirma que al utilizar mayores niveles de formaldehído (6%), se obtienen mejores respuestas de blandura, esto quiere decir que las pieles curtidas con este agente curtiente son más blandas con buena caída muy delicadas y producen una sensación al tacto muy agradable.

Lo que se coincide con <http://www.cromogenia.com>(2014), donde se menciona que desde el punto de vista de la curtición, en lo que respecta al formaldehído se usa como materia prima fundamental para obtener los taninos sintéticos. Es una sustancia muy reactiva y es importante que reaccione totalmente con los otros componentes a fin de que no esté presente en los productos terminados. La integridad de esta reacción es comprensible si se considera que un tanino sintético está compuesto por alrededor del 30% en peso de formaldehído pero que como libre, al final de la reacción, presenta un valor máximo de alrededor del 0,1%; esto hace que la conversión deba ser mayor del 99,7%. Cuando se hace reaccionar el formaldehído sólo con la proteína del cuero, la temperatura de contracción puede aumentar hasta 32° C y en combinación con otros agentes curtientes puede tener un efecto curtiente adicional.

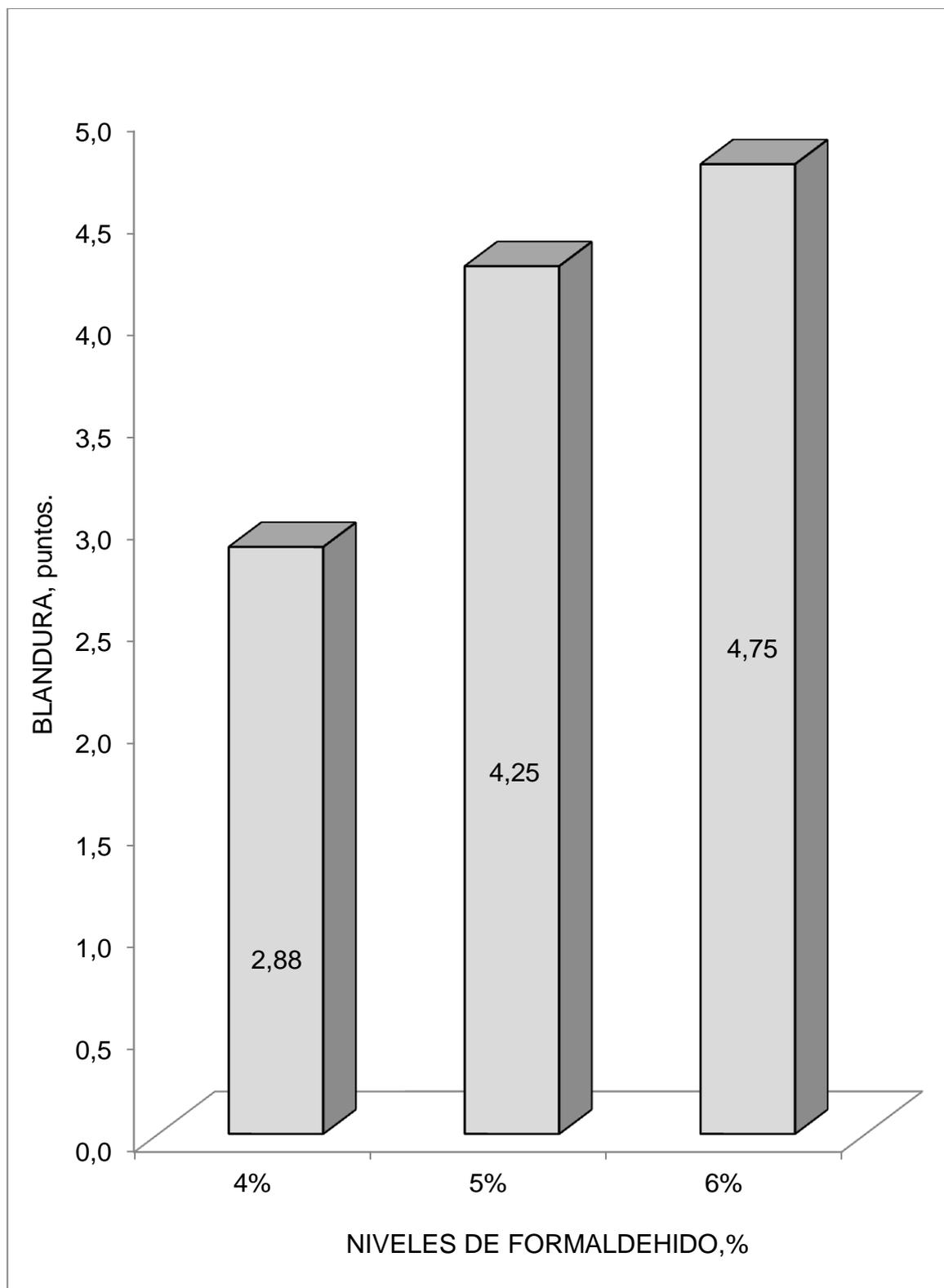


Gráfico 9. Blandura de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

Al realizar el análisis de regresión de la blandura en las pieles ovinas que se ilustra en el gráfico 10, se aprecia una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0,01$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 0,69 puntos, inicialmente la blandura se eleva en 0,687 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de formaldehído aplicado a la curtición de las pieles ovinas, con un coeficiente de determinación R^2 de 59,90% mientras tanto que el 40,10% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver básicamente con la calidad de la materia prima ya que la piel es un producto altamente putrescible y al iniciar un proceso de descomposición es difícil frenarlo provocando el deterioro de las fibras de colágeno a tal punto que el curtiente no puede introducirse entre ellas, la ecuación de la regresión aplicada fue:

$$\text{Blandura} = 0,6875(\text{aldehído}) + 0,6875$$

3. Tacto, puntos

En la evaluación estadística de la prueba sensorial tacto de las pieles ovinas se reportó diferencias altamente significativas ($P < 0,01^{**}$), entre medias de los tratamientos según el criterio Kruskal Wallis, por efecto de la curtición con diferentes niveles de formaldehído en combinación con 4% de sulfato de aluminio, en la obtención de cuero gamulan, reportándose por lo tanto las mejores respuestas al curtir las pieles ovinas con el 6% de formaldehído (T3) en combinación con el 4% de sulfato de aluminio, ya que las ponderaciones medias fueron de 4,63 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), y que presentaron un descenso hasta alcanzar valores de a 4,25 puntos, cuando se curtió con el 5% de formaldehído (T2) y calificación muy buena según la mencionada escala, mientras tanto que las respuestas más bajas, se obtuvieron cuando en la curtición de las pieles ovinas se aplicó 4% de formaldehído (T1), las medias fueron de 3,50 puntos y calificación buena, es decir de acuerdo a los reportes analizados el mejor tacto del cuero se consigue con la aplicación de mayores niveles de formaldehído es decir 6% que se refuerza con 4% de sulfato de aluminio.

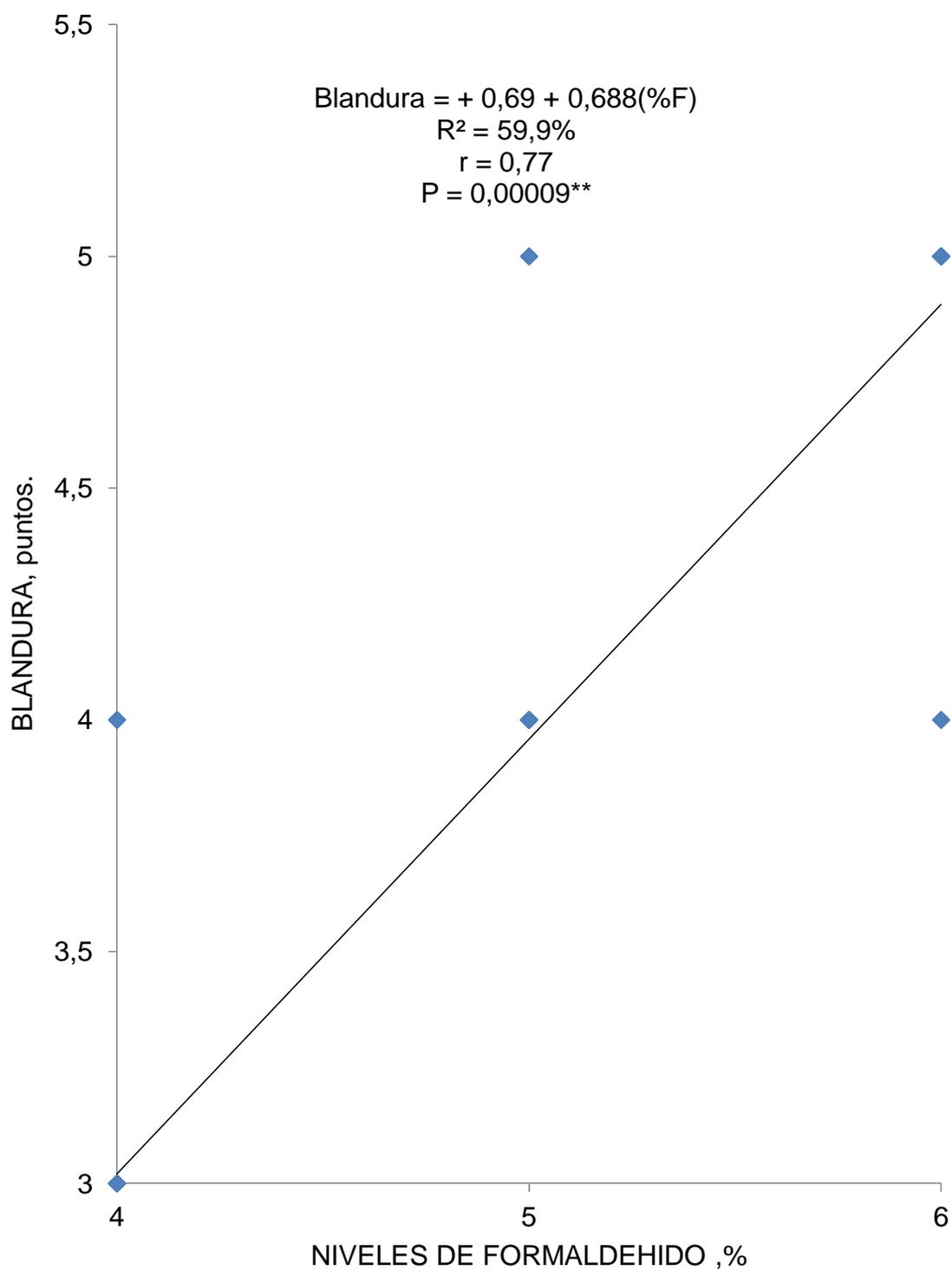


Gráfico 10. Regresión de la blandura de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

La afirmación de que al utilizar mayores niveles de formaldehído mejoran la blandura de los cueros, como se ilustra en el gráfico 11, tiene su fundamento en lo que se menciona en el sitio web <http://www.podoortosis.com>.(2010), donde se indica que la piel curtida con sales de aluminio, es de color blanco, opaco y de aspecto suave, se la llama también curtición glasé. A pesar de su buen tacto y suavidad, caída y blandura excelente por simple lavado se transforma de nuevo en una piel sin curtir. Según sea el sistema de curtición se pueden alcanzar temperaturas de curtición se pueden alcanzar temperaturas de constricción que oscilen entre 65 - 85 °C. En curtición única. Ya que presenta la gran ventaja de ser una curtición incolora que no modifica el color del pelo de las pieles cuando se quiere producir cuero gamulan. Además esta curtición proporciona un adobo delgado y flexible que en peletería es muy importante.

Es por eso que la mejor combinación que hasta el momento se ha logrado sintetizar y utilizar es la de estos dos agentes curtientes (formaldehído más aluminio), ya que la adición del aldehído hace que la piel sea transformada cambiando sus características pero manteniendo las características sensoriales casi intactas, mientras que el sulfato de aluminio permite la solubilidad en agua y que el agente curtiente logre penetrar para entrar en combinación con las fibras de colágeno formando puentes en los enlaces peptídicos para tener pieles muy estables y con buenas características en cuanto a sus propiedades se refiere, especialmente obtener un Tacto muy cálido, seco, liso y suave muy similar al de la piel suave ablandada.

Los resultados de la presente investigación son inferiores al ser comparados con los registros alcanzados por Silva, D. (2013), quien reportó medias iguales a 4,70 puntos, y calidad excelente, al curtir pieles ovinas con el 3% de aldehídos respuestas que son mayores a la de la presente investigación, esto debido a que en combinación se está utilizando otro porcentaje de sulfato de aluminio que ayuda a que el aldehído sea más solvente en agua con lo cual logre una mejor interacción con el colágeno.

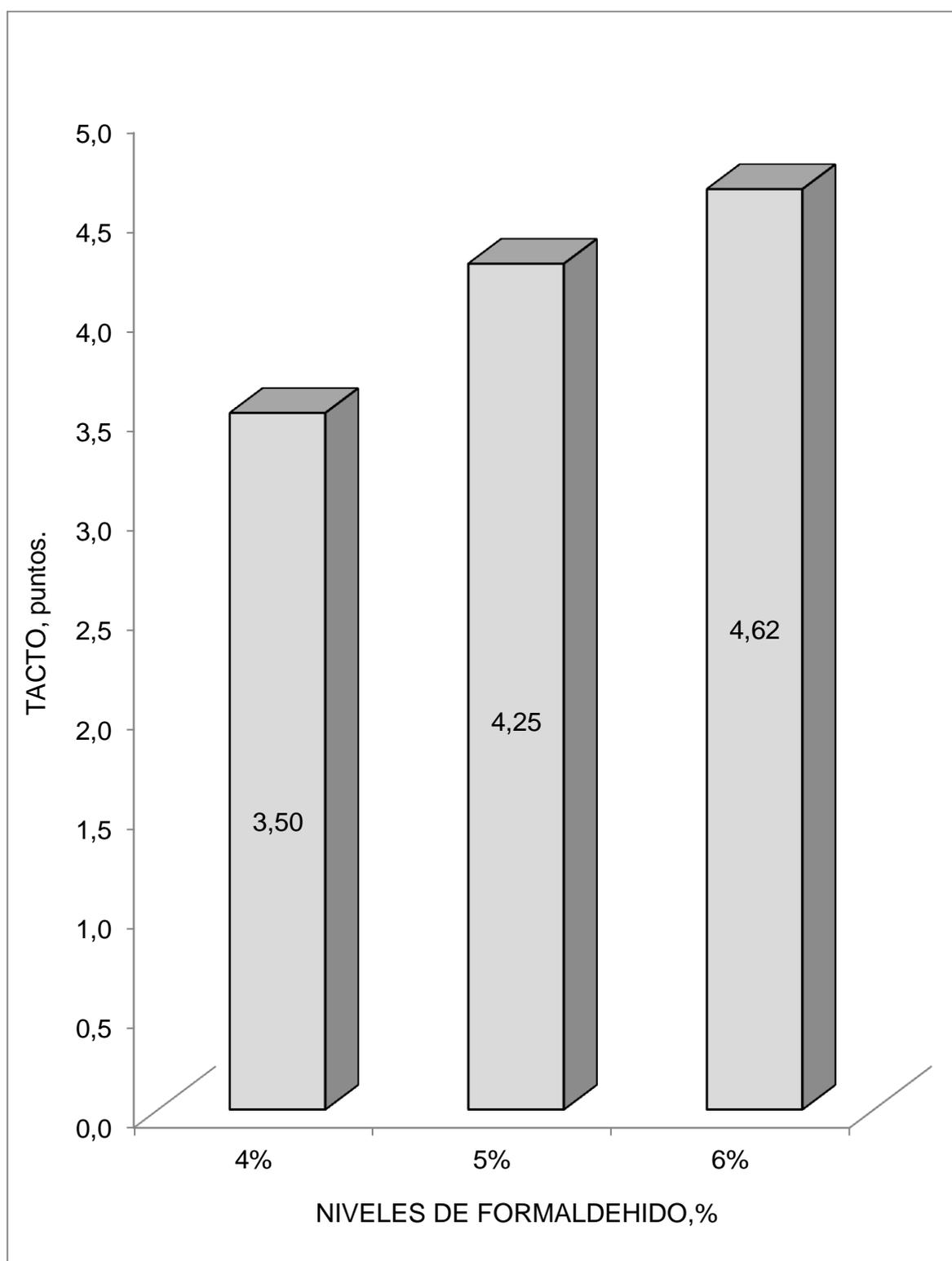


Gráfico 11. Tacto de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

Al realizar el análisis de regresión del tacto en las pieles ovinas que se ilustra en el gráfico 12, se aprecia que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0,01$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 1,313 puntos, inicialmente el tacto aumenta en 0,56 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de formaldehído aplicado a la curtición de las pieles ovinas para producir cueros gamulan que requieren de un tanto bastante suave y delicado, con un coeficiente de determinación R^2 de 40,10% mientras tanto que el 59,90% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tienen que ver básicamente con la calidad de la materia prima y el tipo y tiempo de conservación que influye sobre la introducción de los productos curtientes hacia el interior de la piel para transformarla en un producto imputrescible como es el cuero y que tendrán que tener en cuenta el curtidor para no cometer errores, ya que todos factores influyen directamente sobre la calidad sensorial de las pieles sobre todo tomando en consideración que son pieles que van a conservar su lana, que tiene un alto contenido de lanolina que puede migrar hacia el lado flor de la piel evitando que el producto curtiente actué totalmente y provocando un tacto aceitoso desagradable la ecuación de la regresión aplicada fue:

$$\text{Tacto} = + 1,313 + 0,5625(\%FA)$$

D. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES

La correlación que se aprecia entre las variables físicas y sensoriales del cuero gamulan curtido con diferentes niveles de formaldehído, fue evaluada utilizando la matriz correlacional de Pearson, y donde se identifica las siguientes afirmaciones:

La correlación que se aprecia entre la variable física porcentaje de elongación y la característica física de resistencia a la tensión identifica una relación positiva alta ya que el coeficiente correlacional fue de $r = 0,55^{**}$, es decir que a medida que se incrementan los niveles de formaldehído en la curtición de las pieles ovinas también la resistencia a la tensión se incrementa ($P < 0,01$).

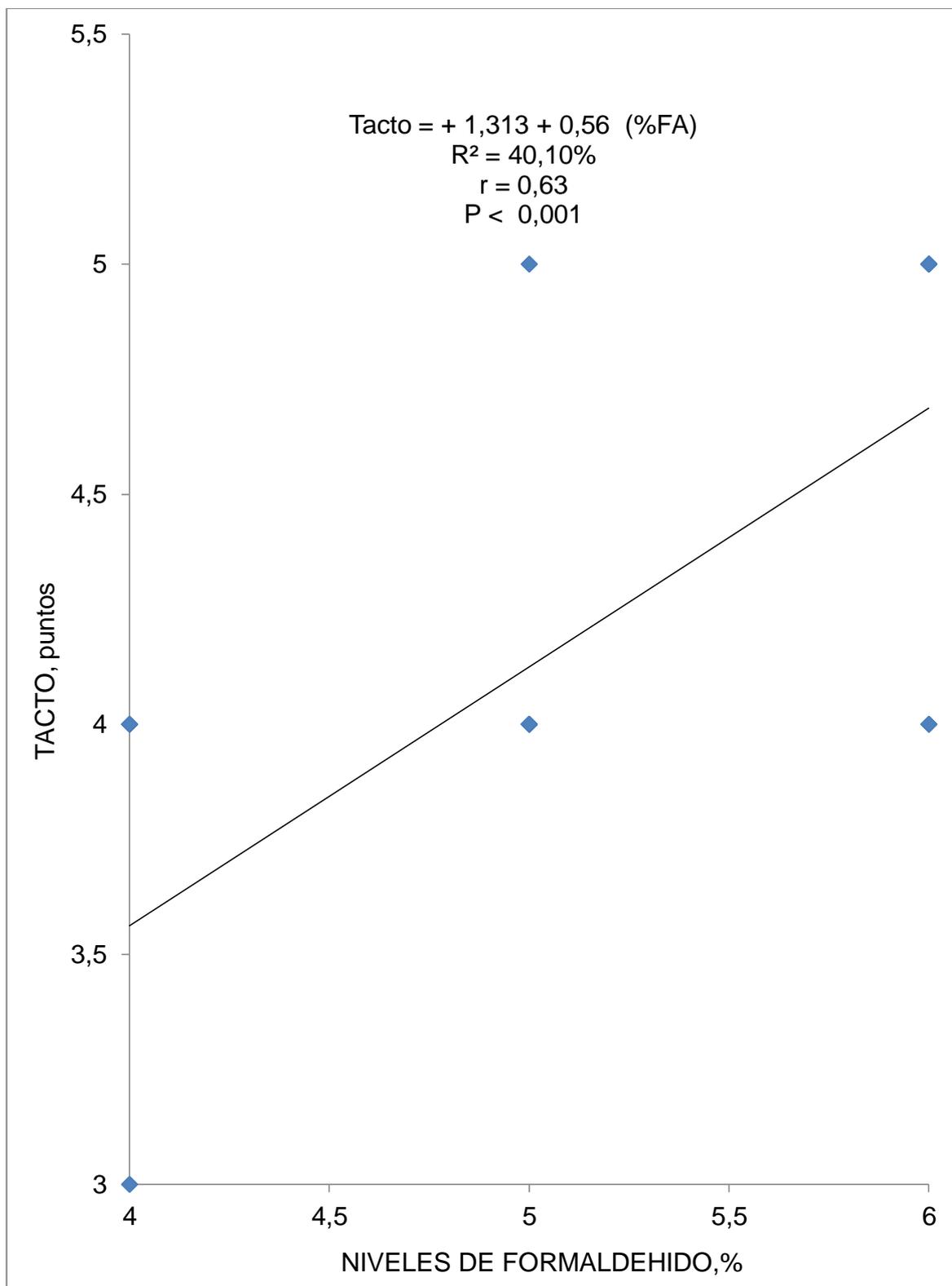


Gráfico 12. Regresión del tacto de las pieles ovinas curtidas con diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

El análisis de correlación que se identifica entre la característica física de resistencia a la tensión $-0,281$ y el nivel de formaldehído, se relaciona en forma negativa baja, es decir que a medida que se incrementa el nivel de formaldehído adicionado a la fórmula de curtición del cuero gamulan la resistencia a la tensión decrece en forma altamente significativa ($P < 0,001$).

La correlación que se registra entre el nivel de formaldehído y la variable sensorial de naturalidad se correlaciona en forma positiva ($r = 0,755$), es decir que a medida que se elevan los niveles de formaldehído en la fórmula de curtido de los cueros gamulan la calificación de naturalidad también se eleva en forma altamente significativa ($P < 0,05$).

Al relacionar la variable sensorial de blandura del cuero gamulan y los niveles de formaldehído, se identifica una correlación positiva, ya que el índice correlacional fue de $r = 0,744^{**}$, es decir que a medida que se incrementan los niveles de formaldehído en la curtición de las pieles ovinas, la característica de blandura eleva su calificación en forma altamente significativa ($P < 0,05$).

Finalmente al relacionar el nivel de formaldehído con la calificación sensorial de tacto del cuero gamulan, identifica una correlación positiva alta ($r = 0,633$), mediante la cual se infiere que a medida que se incrementan los niveles de formaldehído en la fórmula de curtido de las pieles ovinas también la calificación de tacto se eleva en forma altamente significativa ($P < 0,05$), como se ilustra en el cuadro 12.

Cuadro 12. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE LAS PIELS OVINAS CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE FORMALDEHÍDO EN COMBINACIÓN CON SULFATO DE ALUMINIO PARA LA OBTENCIÓN DE CUERO GAMULAN.

Correlaciones

	Niveles de formaldehído	Porcentaje de Elongación	Resistencia a la Tensión	Naturalidad	Blandura	Tacto
Niveles de formaldehído	1	**		**	**	**
Porcentaje de Elongación	0,55**	1			**	*
Resistencia a la Tensión	- 0,281	-0,02	1	**		
Naturalidad	0,755**	0,154	-0,404	1	*	*
Blandura	0,774**	0,545**	-0,237	0,436*	1	**
Tacto	0,633**	0,479*	-0,233	0,436*	0,683**	1

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

E. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN

La evaluación económica de la producción de 24 pieles de ovino curtidas con diferentes niveles de formaldehído para la elaboración de cuero gamulan, determinó como egresos producto de la compra de pieles ovinas, productos químicos para cada uno de los procesos de transformación de piel en cuero y alquiler de maquinaria un egreso total de 298,887 dólares al curtir con 4% de formaldehído (T1); 260,2 dólares al curtir con 5% de formaldehído (T2); y de 306,64 dólares al curtir con 6% de formaldehído (T3). Una vez determinado los egresos se procedió a calcular los ingresos producto de la venta de artículos confeccionados y de excedente de cuero dando como resultado 339,40 dólares en el tratamiento T1 (4%); 328,10 en el tratamiento T2 (5%) y finalmente 398,70 dólares en el tratamiento T3 (6%).

Al conocer los ingresos y egresos se procedió a establecer el beneficio costo, dando como la respuesta más eficiente al utilizar 6% de formaldehído; ya que, el valor fue de 1,30 es decir que por cada dólar invertido se obtuvo una rentabilidad del 30 centavos de dólar y que desciende en los resultados alcanzados en el tratamiento T2 (5%), con un valor de 1,26; es decir que por cada dólar invertido se obtuvo una utilidad de 26 centavos o lo mismo que decir una rentabilidad del 26%; mientras tanto que, la relación beneficio costo más baja fue reportado al curtir con el nivel más bajo de formaldehído (4%), con una relación de 1,14 es decir una rentabilidad o ganancia del 14%.

Las rentabilidades registradas van del 14 al 30% ; y, son bastante alentadoras sobre todo al considerar que el tiempo de recuperación del capital es relativamente corto al estar bordeando los 4 meses hasta obtener un producto de muy buena calidad como los obtenidos en la presente investigación, y sobre todo considerando que el cuero gamulan es un producto de alta gama que se posee en mercados muy altos, ya que los artículos confeccionados son de diseñador, pues conservan la lana y el cuero debe ser muy suave para brindar confort al usuario.

V. CONCLUSIONES

- La evaluación de las resistencias físicas del cuero gamulan determinaron el mejor porcentaje de elongación (54,69%), al aplicar el nivel más alto de formaldehído (6%); así como también, la mejor resistencia a la tensión (1431,83 N/cm²), estableciéndose además que las resistencias físicas evaluadas cumplen con las exigencias de calidad de los cueros destinados a la confección de vestimenta.
- La evaluación sensorial del cuero gamulan estableció que al curtir con el 6% de formaldehído se elevó la calificación de naturalidad a 4,88 puntos; blandura a 4,75 puntos y tacto a 4,63 puntos; es decir, el producto que se logró presenta una belleza visual, suavidad, caída y tacto agradable lo que le permite la confección de artículos muy delicados que pueden poseerse en los mercados más exigentes.
- La utilización de mayores niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio proporcionan buenas prestaciones físicas y excelentes cualidades sensoriales indispensables para que los artículos confeccionados sean resistentes y sobre todo conserven tanto la belleza natural en el cuero como en la lana.
- El cuero gamulan es un producto muy difícil para la confección; puesto que, se debe cuidar que la lana no sufra debilitamiento del bulbo piloso de tal manera no se desprenda fácilmente al confeccionar o al utilizar el artículo, la curtición con sulfato de aluminio además de reforzar el folículo, cuida de la blancura y suavidad de la lana.
- La evaluación económica determinó respuestas favorables al aplicar 6% de formaldehído ya que la relación beneficio costo fue de 1,30, o una ganancia del 30% que supera ampliamente con las de otras actividades similares pero con el beneficio de que la recuperación del capital es más rápida y su margen de riesgo es menor al de otras producciones.

VI. RECOMENDACIONES

De los resultados expuestos se desprenden las siguientes recomendaciones:

- Utilizar 6% de formaldehído en combinación del 4% de sulfato de aluminio para obtener cueros con buenas resistencias físicas que les permita soportar las tensiones multidireccionales, que la prenda requiere tanto el momento de la manufactura como en el uso diario.
- Se recomienda curtir las pieles ovinas con 6% de formaldehído que se lo combina con 4% de sulfato de aluminio para mejorar las calificaciones sensoriales tanto del lado carne como de la lana ya que es un cuero doble faz que requiere presentar una blandura, tacto y naturalidad excelentes, ya que es un cuero para mercados muy exigentes.
- Utilizar en la curtición de pieles ovinas niveles altos de formaldehído para producir cuero gamulan de primera calidad ya que el curtiente ingresa en la profundidad del tejido interfibrilar para facilitar el ingresos sobre todo de los productos del acabado que son los que proporcionan belleza natural al producto.
- Para obtener una mayor rentabilidad en la producción de cuero gamulan se recomienda la curtición con 6% de formaldehído ya que los márgenes de utilidad generados están bordeando el 30%, que es superior al de otras actividades similares.
- Utilizar la curtición con formaldehído, en combinación con sulfato de aluminio en otro tipo de pieles como son bovinas, caprinas y especies menores, que tiene como ventaja esencial la sustitución del curtiente cromo, que es altamente contaminante y que se encuentra de acuerdo a la legislación ambiental nacional e internacional muy controlado.

X. LITERATURA CITADA

1. ADZET, J. 2005. Química Técnica de Tenerife. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp 105,199 – 215.
2. ÁNGULO, A. 2007. Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa. 1a ed. Barcelona, España. sl. pp 30 – 43.
3. ARTIGAS, M. 2007. Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles. sn. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. pp. 24 -52.
4. AZZARINI, M. 1973. Aspectos modernos de la producción ovina. 3a ed. Montevideo, Uruguay. EditUniv.de la República. pp 67 – 69.
5. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
6. BERMEO, M. 2006. La importancia de aprender la tecnología del cuero. Bogotá, Colombia. Edit Universidad Nacional de Colombia. pp. 28 - 34.
7. BELDA, A. 2006. Merinos precoces y razas afines en España. Madrid, España. Edit Gráficas Valencia. pp 23 – 29.
8. BOAZ, T. 2005. Nutrición de las ovejas. 1a ed. Zaragoza, España Edit. Acribia. pp 81 – 98.
9. BORRELLI, P. y OLIVA, G. 2001. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral. 2a ed. Buenos Aires. Argentina EditErreGé y Asociados. pp 10 – 21.

10. BUXADÉ, C. 2006. Producción Ovina en Zootecnia bases de producción animal. Tomo VIII. Madrid-España. Edit. Mundi Prensa pp 34 - 46
11. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. pp. 23 - 32.
12. DURÁN, C. 2005. Anatomía, fisiología de la reproducción e IA en ovinos. Montevideo, Uruguay. Edit. Hemisferio Sur. pp 9 – 11.
13. GARCÍA, G. 2006. Producción ovina. 1a ed. Santiago de Chile, Chile Edit. Universidad de Chile. pp 30 – 36.
14. FRANEL, A. 2004. Tecnología del Cuero. 3a ed. Barcelona, España. Edit Basf. pp 23 – 25.
15. FONTALVO, J. 2009. Características de las películas de emulsiones acrílicas para acabados de cuero. 2a ed. Medellín. Colombia. Edit. Rohm and Hass.. pp 75 -79.
16. FRANKEL, A. 2007. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.
17. HERFELD, H. 2004. Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero. 2a ed. Rusia, Moscú Edit. Chemits. pp 157 – 173.
18. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
19. <http://www.estiloscueronet.com>.2014. Artemio, P. Pelambre y calero de pieles ovinas
20. <http://www.edym.com>. 2014. Argemto, D. Estúdio de la estructura de la piel ovina.

21. <http://www.vet-uy.com>. 2014. Armendariz, P. Procesos de ribera de las pieles ovinas
22. <http://www.curticionpielcaprina.com>. 2013. Allieri, L. Remojo de las pieles ovinas
23. <http://www.veterinaria.org>. 2014. Bursch, C. Dividido en tripa de las pieles ovinas.
24. <http://www.es.silvateam.com/Productos>. 2014. Camerun, M. Procesos de curtición de las pieles ovinas
25. <http://www.toroza.com.mx>. 2014. Davermun, P. Los taninos sintéticos
26. <http://www.cromogenia.com>. 2014. Ermenson, V. Curtientes sintéticos con poder curtiente propio, llamados de sustitución
27. <http://www.edym.net>. 2014. Fernández. B. Curtientes sintéticos sin o con poco poder curtiente
28. <http://www.quimicaorganica.org>. 2014. Frolich G. Aldehído
29. <http://recursostic.educacion.es>. 2014. Giberti, M. Propiedades químicas de los curtientes
30. <http://www.salonhogar.net/quimica>. 2014. González, P. Reacciones de los aldehídos
31. <http://www.colvet.es>. 2010. Herman M. Curticiones con sales de aluminio
32. <http://www.podoortosis.com>. 2010. Hofmann, R. Curtición con sulfato de aluminio
33. <http://www.cueronet.curticiondepielesdeconejo.com> .2005. Hornitschek H. Curtición de pieles lanares con sulfato de aluminio
34. <http://www.slideshare.net>. 2010. Juergenson, E. Peletería lanar

35. <http://www.infodriveindia.com>. 2010. Lucas, J. Principales defectos de los cueros lanares
36. <https://www.boe.es/boe.com>. 2010. Marai, I. Clasificación de las pieles lanares
37. LA CASA QUÍMICA BAYER. 2007. Curtir, teñir, acabar. 1a ed. Munich, Alemania. Edit. BAYER pp 11 – 110.
38. LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR. 2004. Curso de Tecnicas de Curtido con aluminio. 1a ed. Quito, Ecuador. Edit ANCE. PP 1 -9.
39. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
40. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, España. pp. 13 – 24, 56, 72.
41. PALOMAS, S. 2005. Química técnica de la tenería. 1a ed. Igualada, España. Edit . CETI. pp. 52 ,68,69,78.
42. SÁNCHEZ, A. 2006. Razas ovinas españolas. Madrid, España. Edit. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. pp 87 - 89

ANEXOS

Anexo 1. Porcentaje de elongación de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

A. Análisis de los datos

REPETICIONES							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
25,00	42,50	55,00	42,50	45,00	35,00	37,50	40,00
47,50	60,00	30,00	42,50	62,50	67,50	80,00	47,50
50,00	55,00	50,00	62,50	57,50	67,50	70,00	52,50

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher tab 0,01	Fisher tab 0,05	Prob	Sign
Total	23	4123,96	179,30					
Tratamiento	2	1428,65	714,32	5,57	3,47	5,78	0,01	*
Error	21	2695,31	128,35					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de aldehído

Niveles de formaldehído	Media	Grupo
4%	40,31	b
5%	54,69	b
6%	58,12	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	4,9239707	4,9239	9,780	0,005
Residuos	22	11,0760293	0,5035		
Total	23	16			

Anexo 2. Resistencia a la tensión de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

A. Análisis de los datos

REPETICIONES							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1205,00	1376,00	1059,00	1733,75	1674,44	1059,17	1496,00	1851,25
1054,00	1319,17	1260,71	922,31	1131,67	1235,38	1680,00	1754,44
1158,18	1270,83	985,33	1640,00	1178,82	1053,85	846,00	1412,50

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher tab 0,01	Fisher tab 0,05	Prob	Sign
Total	23	1918620,37	83418,28					
Tratamiento	2	229479,09	114739,54	1,43	3,47	5,78	0,26	ns
Error	21	1689141,29	80435,30					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de aldehído

Niveles de formaldehído	Media	Grupo
4%	1431,83	a
5%	1294,71	a
6%	1193,19	a

Anexo 3. Naturalidad de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

A. Análisis de los datos

REPETICIONES							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
4,00	4,00	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00
4,00	4,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00
5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher tab 0,01	Fisher tab 0,05	Prob	Sign
Total	23	10,96	0,48					
Tratamiento	2	6,33	3,17	14,38	3,47	5,78	0,000	**
Error	21	4,63	0,22					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de aldehído

Niveles de formaldehído	Media	Grupo
4%	3,63	c
5%	4,38	b
6%	4,88	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	9,12547529	9,12547529	29,2035398	1,9921E-05
Residuos	22	6,87452471	0,3124784		
Total	23	16			

Anexo 4. Blandura de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

A. Análisis de los datos

REPETICIONES							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	4,00	3,00	0,00
4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00
5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher tab 0,01	Fisher tab 0,05	Prob	Sign
Total	23	28,96	1,26					
Tratamiento	2	15,08	7,54	11,41	3,47	5,78	0,00044	**
Error	21	13,88	0,66					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de aldehído

Niveles de formaldehído	Media	Grupo
4%	2,88	c
5%	4,25	b
6%	4,75	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	7,5625	7,5625	32,864	9,12E-06
Residuos	22	5,0625	0,2301		
Total	23	12,625			

Anexo 5. Tacto de las pieles ovinas curtidas con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio para la obtención de cuero gamulan.

A. Análisis de los datos

REPETICIONES							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00
4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,00
5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher tab 0,01	Fisher tab 0,05	Prob	Sign
Total	23	12,63	0,55					
Tratamiento	2	5,25	2,63	7,47	3,47	5,78	0,004	**
Error	21	7,38	0,35					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de aldehído

Niveles de formaldehído	Media	Grupo
4%	3,50	c
5%	4,25	b
6%	4,63	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	5,0625	5,0625	14,7	0,001
Residuos	22	7,5625	0,34375		
Total	23	12,625			