



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“CURTICIÓN DE PIELES CAPRINAS CON LA UTILIZACIÓN DE TRES NIVELES DE CURTIENTE VEGETAL, QUEBRACHO SULFATADO ATS”

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

ANA LUCÍA AVALOS GUEVARA

Riobamba – Ecuador

2009

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

Ing. M.C. José María Pazmiño Guadalupe.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. Washington Edgar Hernández Cevallos.

BIOMETRISTA DE TESIS

Ing. M.C. Luis Alberto Peña Serrano.

ASESOR DE TESIS

Riobamba, 2 de Febrero del 2009

DEDICATORIA

A mis padres Arsube+ e Irene por su inmenso amor, comprensión, apoyo y por creer en mí.

A mis hijas Eymi y Sofía, por todas las alegrías y el tiempo que no he podido dedicarles.

A mis hermanas Margarita, Cecilia, Patricia y Susana por su cariño incondicional.

A mis sobrinas Alison y Camila por todas las alegrías vividas y las por vivir.

A toda mi familia y amigos que me han entregado su amor y apoyo siempre.

A todas las personas que han creído en mí...

Anita

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a DIOS por haber culminado mi vida estudiantil, que me dio y me seguirá dando fortaleza para seguir adelante todos los días. Un gran reconocimiento a mi familia de manera muy especial a mi madre, porque ella siempre está aquí en las buenas y en las malas; me educa, me aconseja, me imparten valores para conducirme correctamente y me ofrecen el sabio consejo en el momento oportuno.

Mi reconocimiento profundo a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por ser una noble institución del Saber y en ello a la Facultad de Ciencias Pecuarias, a la Escuela de Ingeniería Zootécnica , por haberme permitido estudiar en sus aulas y adquirir los conocimientos necesarias, que aportan con un granito de arena a la sociedad.

Un agradecimiento especial a mis maestros por sus sabias enseñanzas, al Ing. M.C. Luis Hidalgo por brindarme sus conocimientos en esta investigación, al Ing. M.sC. Edgar Hernández por su valiosa orientación y al Ing. M.C. Luis Peña por su asesoría. Quiero ser grato también con aquellas personas que dirigen los destinos de la Facultad y siempre sigan adelante en bien de la juventud emprendedora.

Al Lcdo. Antonio Fierro, Gerente de la Fundación EPOCA, por su comprensión y brindarme el tiempo necesario para la ejecución del presente trabajo.

A todos mis amigos, compañeros y colaboradores que me han sabido acompañar en todo mi carrera y sobre todo a las autoridades que con desinterés están apoyando.

Anita

RESUMEN

En el laboratorio de Curtición de pieles de la FCP de la ESPOCH, se evaluó la Curtición de pieles caprinas con la utilización de tres niveles de curtiente vegetal (20,25 y30%), quebracho sulfatado (ATS), modelado bajo un diseño bifactorial completamente al azar, con cuatro tratamientos, cinco repeticiones y en tres ensayos consecutivos. Los mejores resultados de resistencia a la tracción (174.52 N/cc) y porcentaje de elongación (46.87%) fueron registrados por los

cueros curtidos con el 25% de quebracho y la mejor lastimetría (7.66), la registró los cueros con el 20% de quebracho. El análisis de la valoración sensorial reportó las mejores puntuaciones en los cueros curtidos con el 25% de quebracho, con 4.67, blandura 4.60 y redondez 4.60 puntos, y calificación de Muy Buena, es decir cueros bastante suaves al tacto, con fácil arqueado y de fácil confección. Por último el mayor beneficio/ costo que fue del 24%, lo registraron los cueros con el 25% de quebracho, que en comparación con las utilidades comerciales que fluctúan entre 10 y 12% la superan ampliamente. Por lo que se pudo concluir que con la utilización del 25% de quebracho se logró mejorar significativamente las resistencias físicas y las características sensoriales del cuero caprino, por lo que se recomienda utilizar este nivel.

ABSTRACT

In the skin tanning lab of the FCP of the ESPOCH , the goat skin tanning with three vegetal tanning levels (20, 25 and 30%) sulfation quebracho was evaluated under a completely at random bi-factorial design with four treatments , five replications and three consecutive trials. The best results of traction resistance (174.52 N/cc) and elongation percentage (46.86%) were recorded for the leather tanned with 25% quebracho and the best lastometry (7.66) was recorded in the leather with 20% quebracho. The sense valuation analysis reported the best marks in leather tanned with 25 % quebracho, 4.67, 4.60 softness and 4.60 roundness and a mark of Very Good, i.e. very soft leather to touch with an easy arching and manufacturing. Finally the highest benefit-cost which was 24% was shown by the leather treated with 25% quebrachos which surpass the commercial benefit ranging from 10-12%. It was possible to conclude that with the use of 25% quebracho the physical resistance and sense features of the goat skin improved significantly; this is why it is recommended to use this level.

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>REVISION DE LITERATURA</u>	3
A. GENERALIDADES CAPRINAS	3
B. IMPORTANCIA DE LA EXPLOTACIÓN CAPRINA	4
C. EXPLOTACIÓN RACIONAL DE LA CABRA Y LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	5

	10
D. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CAPRINOS	7
1. <u>Aspectos generales</u>	7
2. <u>Color</u>	7
3. <u>Hábitos y costumbres</u>	8
4. <u>Alimentación</u>	9
a. Necesidad de mantenimiento	9
b. Necesidades alimenticias de producción	9
E. SACRIFICIO DE LOS ANIMALES CAPRINOS	10
1. <u>Manejo antes del sacrificio</u>	10
2. <u>Aturdimiento</u>	11
3. <u>Sacrificio y faenado</u>	11
C. <u>Desuello</u>	12
44.	
D. <u>Evisceracion</u>	12
5.	
6. <u>Corte de la canal</u>	13
F. PIELES CAPRINAS	13
1. <u>Características de las pieles caprinas</u>	14
2. <u>Desollado y conservación de las pieles caprinas</u>	15
3. <u>Factores que influyen en el valor de la piel caprina</u>	16
4. <u>Defectos más frecuentes en pieles caprinas</u>	16
a. Bajo de flor	17
b. Cicatriz	17

	11
c. Corte en el desuello	18
G. OPERACIONES DE RIBERA PARA LA CURTICION DE PIELES CAPRINAS	19
1. <u>Remojo</u>	19
2. <u>Pelambre y calero</u>	20
3. <u>Descarnado</u>	20
4. <u>Desencalado</u>	21
5. <u>Rendido o purgado</u>	21
6. <u>Piquelado o pickelado</u>	22
H. CURTICION PROPIAMENTE DICHA	22
1. <u>Curtición con productos vegetales</u>	23
2. <u>Factores que influyen en la curtición vegetal</u>	25
3. <u>Quebracho</u>	28
a. El quebracho ordinario	29
b. Los extractos solubles en frío	29
c. los quebrachos semi-solubles	30
4. <u>La química de los taninos vegetales</u>	31
a. Taninos pirogálicos o hidrolizables.	32
b. Taninos catequínicos o condensados	33
I. PROCESOS POSTERIORES AL CURTIDO	34
1. <u>Recurtido</u>	34
2. <u>Engrase</u>	34

	12
3. <u>Secado</u>	35
4. <u>Aserrinado</u>	35
5. <u>Ablandado</u>	35
6. <u>Estacado</u>	36
7. <u>Acabados</u>	36
a. Finalidad del acabado	36
8. <u>Productos químicos utilizados en el acabado</u>	37
a. Ligantes	37
b. Lacas ó aprestos	38
c. Productos Auxiliares	39
J. MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS FÍSICO DEL CUERO CAPRINO	40
1. <u>Medición de elongación y resistencia de la flor mediante el lastómetro</u>	40
a. Equipo Utilizado	40
2. <u>Medición de la resistencia a la flexión del cuero y sus acabados</u>	41
a. Equipo Utilizado	42
K. MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO	43
1. <u>Método para el análisis sensorial</u>	44
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	45
A. LOCALIZACION Y DURACION DEL EXPERIMENTO	45
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	46

	13
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	46
1. <u>Materiales</u>	46
2. <u>Químicos</u>	46
3. <u>Equipos e instalaciones</u>	47
a. Equipos de mediciones físicas	48
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	48
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	50
1. <u>físicas</u>	50
2. <u>Sensoriales</u>	50
F. ANALISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	50
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	51
1. <u>Remojo</u>	51
2. <u>Pelambre</u>	52
3. <u>Desencalado</u>	52
4. <u>Rendido</u>	53
5. <u>Pickelado</u>	53
6. <u>Curtido</u>	54
7. <u>Nutrición y blanqueo</u>	55
8. <u>Ecurrido</u>	55
9. <u>Acabado en húmedo</u>	55
a. Neutralizado	56
b. Recurtido	56

	14
c. Teñido	57
d. Engrase	57
10. <u>Acabado en seco</u>	58
a. Escurrido y desvenado	58
b. Secado y desorillado	58
11. <u>Etapas del acabado</u>	58
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	59
A. EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS FISICAS DEL CUERO CAPRINO CurtiDO con DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 Y 30%), de curtiente Vegetal, Quebracho Sulfatado ATS”	59
1. <u>Resistencia a la tensión o tracción</u>	59
2. <u>Porcentaje de elongación a la ruptura</u>	61
3. <u>Lastometria o distensión</u>	64
B. EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO CurtiDO con DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 Y 30%), de curtiente Vegetal, Quebracho Sulfatado ATS”	70
1. <u>Llenura</u>	70
2. <u>Blandura</u>	73
3. <u>Redondez</u>	76
C. MATRIZ DE CORRELACION DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 y	

	15
30%) DE QUEBRACHO SULFATADO ATS	
	80
D. <u>EVALUACION ECONOMICA</u>	82
V. <u>CONCLUSIONES</u>	84
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	85
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	86
<u>ANEXOS</u>	

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1	EXTRACTOS CURTIENTES VEGETALES.	25
2	NÚMERO de uniones de éster en una molécula de tanino.	32
3	CONDICIONES METEREOLÓGICAS DEL CANTON RIOBAMBA	45

4	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	49
5	ESQUEMA DEL ADEVA.	50
6.	EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS FISICAS DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORENTAJES (15, 20, 25 y 30%), DE QUEBRACHO SULFATADO ATS.	60
7.	EVALUACION SENSORIAL DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 y 30%), DE QUEBRACHO SULFATADO ATS.	69
8.	MATRIZ DE CORRELACION DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 y 30%), DE QUEBRACHO SULFATADO ATS.	81
9.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 y 30%), DE QUEBRACHO SULFATADO ATS.	83

LISTA DE GRÀFICOS

Nº		Pág.
1.	Resistencia a la tensión del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS.	62
2.	Línea de regresión de la resistencia a la tensión en función de los porcentajes de quebracho sulfatado en la curtición vegetal de pieles caprinas.	63

- | | | |
|-----|--|----|
| 3. | Porcentaje de elongación del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS. | 65 |
| 4. | Línea de regresión del porcentaje de elongación en función de los porcentajes de quebracho sulfatado en la curtición vegetal de pieles caprinas. | 66 |
| 5. | Lastometria o distensión del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS. | 68 |
| 6. | Llenura del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS. | 71 |
| 7. | Línea de regresión de llenura en función de los porcentajes de quebracho sulfatado en la curtición vegetal de pieles caprinas. | 72 |
| 8. | Blandura del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS. | 74 |
| 9. | Línea de regresión de la blandura en función de los porcentajes de quebracho sulfatado ATS en la curtición vegetal de pieles caprinas. | 75 |
| 10. | Redondez del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS. | 77 |
| 11. | Línea de regresión de redondez en función de los porcentajes de quebracho sulfatado ATS en la curtición vegetal de pieles caprinas. | 78 |

LISTA DE ANEXOS

Nº

- | | |
|---|---|
| 1 | ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN DEL CUERO CAPRINO. |
|---|---|

2. CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO SULFATADO.
3. CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DEL PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO SULFATADO.
4. CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DE LA LASTOMETRIA DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO SULFATADO.
5. CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DE LA LLENURA DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO SULFATADO.
6. CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DE LA BLANDURA DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO SULFATADO.
7. CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DE LA REDONDEZ DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES NIVELES DE QUEBRACHO SULFATADO.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos al despuntar del siglo XXI, la caprinocultura de explotación familiar sigue siendo una parte muy importante de la economía de todos los países en vías de desarrollo; y, a diferencia de tiempos pasados en los que el

modelo familiar constituía esencialmente la única actividad ganadera, hoy en día dicho modelo debe convivir con la caprinocultura altamente industrializada y de explotación intensiva con valores agregados mucho más altos. Las grandes empresas multinacionales en las que todos los procesos productivos están integrados en una misma cadena (la producción de piensos, la cría de los reproductores, el engorde de la descendencia, los mataderos y la comercialización del producto final) son sin duda un gran avance de la sociedad moderna. Sin embargo, la explotación caprina se considera rentable gracias a que estos animales poseen un alto poder de transformación y asimilación de los alimentos ricos en celulosa por lo que se lo considera el habitante ideal de las zonas semiáridas del mundo con predominancia de vegetación arbustiva, como también resistentes al ataque de ectoparásitos que son ahuyentados por su olor característico producido por las glándulas odoríferas que afectarían a la piel y consecuentemente a la producción de carne y leche.

Gracias a esta ventaja al transformar la piel en cuero tenemos como resultado una flor esplendida ideal para ser trabajada como materia prima de primera en artículos de alta calidad, al utilizar un curtiente de origen vegetal no contaminante como es el caso del quebracho sulfatado, pero que con el pasar de los años se ha relegado su uso por la aparición de curtientes de origen mineral como es el caso específico del cromo trivalente que es mucho más versátil pero altamente contaminante y de fácil reacción química para transformarse en cromo hexavalente altamente cancerígeno.

Al realizar la curtición de pieles caprinas se puede suministrar material para ser trabajado por nuestros excelentes artesanos que dominan el arte de la fabricación de calzado femenino, además de bolsos bordados, encuadernación grabada a fuego, cojines, asientos, trajes, etc. Artículos que serán exportados o vendidos en los diferentes mercados tanto nacionales como internacionales. También, el colorido espectacular, cargado de estética visual, ha convertido al cuero de caprino en un atractivo aliciente para el turismo. La clasificación de las pieles en el caso de caprinos es un oficio que se transmite de generación en generación, pero lo que se observa es que en el mercado el precio de las pieles de cabritos

con piel suave, tersa y sin laceraciones alcanza un mejor precio que la piel de animales adultos. Además con esta investigación se proporciona una guía para la industrialización de este tipo de cuero que podrá generar grandes divisas debido a que es una piel que tiene un costo inferior al de la piel de vacuno que es el más utilizado por pequeños y medianos curtidores quienes por la falta de información no la explotan como es debido. Otro campo de aplicación que tiene este tipo de investigación es que concientiza a la población de nuestro medio de que la carne de cabra tiene un alto valor nutritivo comparado inclusive con el de grandes reses de abasto, por lo tanto el rubro de la piel sería bastante bajo ya que se considera un subproducto con insignificante valor económico, por lo tanto la materia prima para la obtención de cuero de cabra al ser inferior hace que el costo del pie cuadrado obtenido se vea reducido. La producción de pieles caprinas no altera en absoluto el equilibrio ecológico del medio ambiente, debido a que la cabra no es un animal que se encuentra en peligro de extinción y que su alimentación se fundamenta muchas veces en desperdicios de cocina, mala hierba o hasta basura de los alrededores, etc. Por esto se ha planteado los siguientes objetivos:

- Curtir pieles caprinas utilizando tres niveles (20, 25 y 30%), de quebracho sulfatado en comparación con un tratamiento testigo (15%), de curtiente vegetal.
- Analizar las resistencias físicas (resistencia a la tensión, porcentaje de elongación y lastometría), y las evaluaciones sensoriales (llenura, blandura y redondez), del cuero caprino empleando la curtición vegetal con quebracho sulfatado ATS.
- Evaluar la rentabilidad de la curtición de pieles caprinas, a través del indicador económico Beneficio/costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. GENERALIDADES CAPRINAS

Agraz, G. (1981), manifiesta que el caprino es un mamífero rumiante del orden de los ungulados, familia de los cavicornios, subfamilia de los cápridos y género *Capra*, es un animal de mediana talla, cabeza relativamente corta, frente abovedada, ojos grandes y desprovistos en general de fosas lagrimales. Las orejas son delgadas y erectas en algunas razas y en otras colgantes; los cuernos en ambos sexos son encorvados hacia atrás, estando comprimidos lateralmente en la base y presentando abultamientos en su superficie anterior. En el hocico y entre los orificios nasales poseen una mancha desnuda muy pequeña; la mandíbula de los machos casi siempre presenta una barba más o menos larga, y algunas veces también la llevan las hembras. El cuello es delgado, las patas robustas y no muy largas, generalmente carecen de glándulas entre las pezuñas, la cola es corta y casi siempre está levantada. La cabra doméstica se encuentra ampliamente distribuida en el mundo; las especies salvajes se localizan en las regiones montañosas de Europa Central, sur de Asia y norte de África.

La Enciclopedia Lexus. (2004), indica que el origen de la cabra doméstica se remonta a la época prehistórica; mientras unos zoólogos la consideran descendiente de la especie *capra aegagrus* (bezoar), otros suponen que sus antecesores fueron el Markhor o *capra falconeri* (cabra de espirales), y otros más, la consideran como descendiente de la *capra prisca*. De lo anterior se desprende que no se conoce aún el verdadero origen de las distintas razas de cabras domésticas; lo que se sabe con certeza es que fue uno de los primeros animales explotados por el hombre. La mitología de Egipto, Grecia y Liorna habla de este animal, lo mismo que las Sagradas Escrituras. Tanto Aristóteles como Virgilio alabaron sus cualidades y el primero conocía desde entonces su aptitud zootécnica al decir: "Animal de abundante leche, la mejor de todas las que produzcan los animales y que mejor recibe nuestro estómago". Virgilio también supo colocarla en sus Geórgicas. La gran aptitud de la cabra para la producción láctea, su facilidad de conversión alimenticia y sus altos índices de fertilidad y reproducción, hacen que su explotación sea rentable bajo un manejo adecuado, constituyendo una máquina transformadora de la flora silvestre, y de los productos y subproductos agrícolas, en un alimento que es básico para la nutrición humana.

B. IMPORTANCIA DE LA EXPLOTACIÓN CAPRINA

La misma Enciclopedia Lexus. (2004), señala que la explotación de la cabra se inició desde épocas remotas en África y en el Medio Oriente en forma de pastoreo nómada, siendo interesante conocer que ningún otro animal puede igualar su producción bajo este sistema. Desde hace tiempo se conoce a la cabra como productora de la leche más rica y considerada como la única nodriza de la humanidad. Hoy se utiliza preferentemente leche de vaca y se ataca a la cabra proponiendo su exterminio, catalogándola como animal funesto y enemigo del hombre. Sin embargo, gracias a su hábito de ramoneo, en la mayoría de los casos puede satisfacer sus necesidades alimenticias mejor que otras especies, en aquellos lugares en que la disponibilidad de agua para producir forrajes es muy limitada como por ejemplo en las regiones áridas y semiáridas del mundo, en donde la cabra proporciona leche y carne a la población. Se estima textualmente que se producen anualmente en el mundo seis millones de toneladas de leche de cabra, representando esta cantidad el 1,6% de la producción total de leche.

Abraham, A. (1981), reporta que debido a la semejanza con la leche de mujer y su fácil digestibilidad, determinada en gran parte por el grado de división en que se encuentran emulsionados los glóbulos grasos, hace que los niños de poca edad puedan tomarla sin riesgo, lográndose así un sustituto para la leche de mujer. La aptitud definida de la cabra es la producción de leche y, en ciertos casos, de pelo, piel como sucede con algunas razas asiáticas. La primera es la más lucrativa; las demás producciones, como la carne, están relacionadas con las anteriores. En condiciones ambientales favorables, proporciona elevado rendimiento de leche, carne, pelo y pieles que satisfacen las necesidades de los mercados consumidores. El estiércol es un buen abono adecuado particularmente para los suelos arcillosos. Entre los subproductos, la sangre se utiliza para la fabricación de grasa y tinturas y los huesos para productos químicos e industriales. La sangre desecada, los huesos desgrasados, los desperdicios de carne, los cuernos y las pezuñas son sustancias también muy ricas en nitrógeno y fósforo, las cuales se emplean con éxito como fertilizantes. Las glándulas odoríferas se usan para preparar productos químicos farmacéuticos. Su utilidad

se considera de mucho beneficio para las familias de escasos recursos; por eso se le ha denominado "el animal de oro", y "la nodriza de la humanidad", debido a que suple las necesidades alimenticias domésticas con mayor facilidad. Queda definido que la explotación de la cabra se efectúa forma irracional y extensiva para aprovechar los pocos recursos naturales de que se dispone.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que la explotación caprina permite que subsistan aproximadamente 20.000.000 de habitantes en el mundo. La población humana aumentó en forma exuberante, y como sólo la mitad produce medianamente los alimentos a un alto costo para cubrir sus necesidades, la cabra, explotada bajo un sistema bien dirigido, puede ayudar a resolver el problema de la alimentación reduciendo su costo. En resumen, la cabra fue y será fuente de riquezas y bienestar en las naciones desarrolladas y subdesarrolladas porque tiene aptitudes de productividad diversificadas, representa valores zootécnicos muy elevados, tiene mucha importancia dentro de la ganadería y, como especie, se adapta a condiciones de clima y suelo desfavorables, constituyendo su explotación un medio de vida a veces exclusivo.

C. LA EXPLOTACIÓN RACIONAL DE LOS CAPRINOS Y LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

La Enciclopedia Lexus. (2004), señala que al igual que en los casos de los desmontes agrícolas, la necesidad de proveerse de medios económicos para subsistir hace que se recurra a la ganadería, empleando sistemas de pastoreo sin técnica ni control tanto de los animales como para el aprovechamiento de la vegetación, influyendo también la insuficiencia de abrevaderos estratégicamente situados en el área de pastoreo, lo que propicia la erosión al ser sobre pastoreados sus radios de acción. Frecuentemente se acusa a la cabra de ser destructora de la vegetación y causa de erosión de grandes regiones del mundo y se pide su restricción y aún su eliminación, debido a su tendencia a comer las partes salientes y en crecimiento de los renuevos, simplemente porque fueron los últimos animales que continuaron luchando por la vida en zonas donde la codicia humana realizó su obra de exterminio y otros ganados domésticos ya no

progresaron en esas áreas por el bajo nivel de nutrición de la vegetación disponible. Por eso es tan importante determinar en cada zona el volumen, tiempo y proporción en que deben explotarse las diferentes especies animales para obtener una buena productividad permanente de los recursos.

En <http://www.cueronet.com>. (2005), se indica que el pastoreo de ganado caprino en los bosques de coníferas no perjudica a la corteza de los árboles, debido a que el sabor desagradable y las sustancias tóxicas de la resina hacen que no resulte apetecible para la cabra. En cambio, en bosque de renuevo no es conveniente el pastoreo de cabras, porque se frena la repoblación natural ya que el ganado come los brotes de muchas plantas. La explotación de la cabra no debe realizarse en zonas aledañas a bosques de salicáceas, ya que los animales descortezan por completo los árboles (álamos, olmos, cerezos, etc.), así como algunos tipos de acacias. En las zonas áridas o semiáridas, no es procedente tratar de eliminar a las cabras, sino controlar el pastoreo, porque el recurso natural vegetativo se debe aprovechar racionalmente y no desperdicio.

Abraham, A. (1981), manifiesta que también es imposible tratar en esas áreas, de fomentar la explotación de un ganado más productivo, especialmente cuando los rebaños existentes, de más bajo peso vivo y menor rendimiento, están ya luchando por la existencia frente a fuertes desventajas por la escasez de alimentación. El pastoreo regulado y bien organizado de las cabras en algunos lugares, suele contribuir a que se afirmen y proliferen los pastos, porque estos animales comen las hierbas y matorrales en gran proporción y, de este modo, impiden su extensión, facilitando así que otras especies aprovechen el pasto.

D. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CAPRINOS

1. Aspectos generales

En <http://www.cueronet.com>. (2005), se señala que el caprino es un animal elegante y distinguido, con cuerpo robusto, con miembros fuertes y de mediana altura, tiene una longitud corporal media de 1.60 metros y un peso promedio de 75 a 100 kg. El pelaje es basto y espeso, varía según las estaciones, rizado o lacio; en verano más corto, muy fino y lustroso en la estación rigurosa; mezclado con un fondo lanoso muy espeso que cae a medida que el calor aumenta; más corto y tupido arriba que abajo. En el cuello y la grupa forma clin, prolongándose los pelos del macho viejo en el occipucio, rizándose y formando remolinos en la mandíbula inferior, en el resto del cuerpo el pelo tiene una longitud casi igual. En la hembra es más corta la crin y menos marcada.

2. Color

Abraham, A. y Agraz, G. (1981), manifiestan que la coloración varía un poco según la edad, la estación y la raza. En verano predomina el color gris rojizo y en invierno el gris amarillento o el leonado. El dorso es menos oscuro que el abdomen y a todo lo largo en línea media corre una franja poco marcada. La frente, el vértice, la nariz, el dorso y la garganta son de un pardo oscuro; en el mentón delante de los ojos, debajo de las orejas y detrás de las fosas nasales, el color es más claro. Las orejas son de un pardo blanco amarillento por fuera y blanquizco por dentro. Una faja longitudinal de color oscuro hasta pardo negro, separa la parte superior de la inferior; además el pecho, la parte delantera del cuello y las ingles son más oscuras que las demás partes del cuerpo y la coloración general se convierte en pardo negro en las piernas. El centro del abdomen y los alrededores del ano son blancos, la cola parda arriba y de un pardo negro en la punta.

Hidalgo, L. (2004), afirma que en la parte posterior de las piernas traseras corre una franja longitudinal de un color blanco amarillento claro. Entrando en años la coloración se vuelve más homogénea. El color de la hembra corresponde en lo esencial con el del macho, pero no presenta la franja dorsal y es aún más uniforme y de un color más pardo, pero de un gris oscuro en el fondo. Los cabritos

se parecen a la madre hasta echar el primer pelo, pero los del sexo masculino presentan ya desde el nacimiento la oscura franja dorsal.

3. Hábitos y costumbres

En [http://www. explotacioncaprina com.](http://www.explotacioncaprina.com) (2005), se establece que las cabras salvajes viven en rebaños de 30 a 40 individuos, en el cual una hembra toma las decisiones, ella es quien decide dónde y cuándo se aposentará el rebaño y elige el pasto que mejor le convenga; en el lugar que le parece indicado se detiene y prueba el nuevo alimento antes que los demás, y cuando cree que es hora de seguir adelante, da la señal de partida. Si el rebaño se ve amenazado ella lo dirige mientras el macho, si es época en que está reunido, se enfrenta al enemigo o cuida la retaguardia.

Hidalgo, L. (2004), indica que cuando la cabra falta en el rebaño reina el desorden, hasta que otra hembra se elige líder, la que normalmente sobrevive a una sucesión de machos, que por lo general son de vida más corta, ya que sus hábitos sexuales les exigen un constante esfuerzo, que pronto los agota. Más o menos un mes antes de que empiece la estación de celo, el macho se encuentra demasiado ocupado alejando a sus hijos y nietos que pretenden desplazarlo, las madres dejan de llamar a sus crías y el rebaño viaja grandes distancias hacia pastos más pobres. Sólo a la caída de la noche se reagrupan sus miembros. Estas travesías al final del verano sirven para destetar a las crías y para cambiar la dieta que produce leche en esta estación, por otra que producirá calor durante el invierno. Las hembras y los individuos jóvenes habitan siempre zonas más bajas que las elegidas por los machos, que no permanecen con el rebaño excepto en la época de apareamiento o al llegar el invierno en que escasea el alimento. El apareamiento empieza a principios de diciembre y se extiende hasta enero y entonces hay tremendas luchas entre los machos, pudiendo oírse el retumbo y el eco de las mismas hasta muy lejos.

Abraham, A. y Agraz, G. (1981), manifiestan que para estas contiendas los machos se preparan resoplando y gruñendo. Este período de "calentamiento" puede durar horas; luego los antagonistas dan media vuelta, se retiran, fingiendo indiferencia; de pronto, se vuelven, reculan y se embisten al galope, sus músculos se endurecen y sus enormes y duros cuernos se encuentran en un tremendo choque, rebotando ambos hacia atrás sin perder el equilibrio, repitiéndose varias veces esta acción hasta que surja un vencedor.

4. Alimentación

Abraham, A. y Agraz, G. (1981), mencionan que es necesario conocer también las necesidades alimenticias diarias en cada situación productiva y de explotación, con objeto de suministrar a los animales los alimentos requeridos para obtener la máxima rentabilidad. Las necesidades totales de un animal están compuestas, según su ciclo, por las necesidades de mantenimiento y las necesidades de producción.

a. Necesidad de mantenimiento

Abraham, A. y Agraz, G. (1981), señalan que se entiende como necesidad de mantenimiento o conservación, la requerida para que los procesos de la vida se desarrollen normalmente en un animal adulto que no trabaja ni produce y no varía su peso. El método más sencillo para calcularla se basa en el peso vivo del animal, a estas producciones corresponden, además de las necesidades de mantenimiento, otras de crecimiento, de producción de leche y de reproducción. Los animales jóvenes necesitan una cantidad importante de nutrientes, especialmente proteínas y minerales, para que aumente su masa orgánica y tengan un buen desarrollo. La capacidad de acumulo y aumento de proteína corporal y mineral en grandes proporciones sólo la tienen los animales muy jóvenes en pleno período de crecimiento, disminuyendo esta capacidad gradualmente, para desaparecer casi por completo cuando éstos han alcanzado su tamaño normal de adultos.

b. Necesidades alimenticias de producción

En [http://www.necesidadesalimenticias.\(2005\)](http://www.necesidadesalimenticias.(2005)), mencionan que los requerimientos alimenticios de producción son las necesidades del animal de acuerdo a la producción a la que sean sometidas, es decir que si son para cabras lecheras esta debe partir del contenido de grasa de estas, si son para carne, esta debe partir desde el punto de vista de la contextura muscular que se desee.

E. SACRIFICIO DE LOS ANIMALES CAPRINOS

En [http://www.google.com.\(2005\)](http://www.google.com.(2005)), se menciona que en este punto haremos una revisión somera de las sucesivas operaciones directamente relacionadas con la obtención de la piel de los caprinos, los procedimientos para sacrificar y faenar son los siguientes:

1. Manejo antes del sacrificio

[http://www.manejoantesdelsacrificio.htm.\(2005\)](http://www.manejoantesdelsacrificio.htm.(2005)), manifiesta que en primer lugar es muy importante saber que los únicos animales útiles para producir carne y piel son los animales sanos. Es decir antes de sacrificar cualquier animal hay que comprobar que no padezca ninguna enfermedad especialmente contagiosa. Si su trastorno es incurable o representa un riesgo para la salud humana deberá ser sacrificado en otro lugar distinto del matadero con cal viva o quemada. Tampoco puede dar una buena calidad de carne y piel un animal sumamente agotado o deshidratado. Por lo tanto si tenemos que transportar al animal a un matadero lejano antes de sacrificarlo conviene darle agua y dejarlo descansar durante algunas horas.

En [http://www.google.\(2005\)](http://www.google.(2005)), se indica que es bueno lavar a los animales antes de sacrificarlos porque una buena parte de la contaminación de la piel y la carne

procede precisamente de las bacterias que hay sobre la piel. El lavado debe hacerse por lo menos, una hora antes del sacrificio, para permitir que la piel se seque, pues después es más fácil manipularla. Transcurrido el tiempo de reposo se pasa a los animales hacia la zona de aturdimiento y sacrificio.

2. Aturdimiento

Abraham, A. y Agraz, G. (1981), dice que el aturdimiento puede hacerse con diversos métodos entre los que destacan el electroshock, el CO₂ y la pistola de embolo, la misma que requiere de una especial habilidad por parte del matarife que la utiliza. En cualquier caso los tres métodos cumplen dos funciones básicas que son reducir el estrés del animal al mínimo y garantizar la seguridad del personal que va a sacrificar. El aturdimiento debe conseguir que el animal pierda la conciencia de forma instantánea y completa para después poder sacrificarlo por desangrado.

3. Sacrificio y faenado

En <http://www.google.com>. (2005), manifiesta que una vez aturdido el animal es importante desangrarlo rápidamente, la sangre es un extraordinario medio de transporte mientras el animal está vivo pero a su vez es un producto que se pudre rápidamente cuando el animal muere, este desangrado se consigue a través del corte de la arteria yugular, aunque puede hacerse un desangrado razonable manteniendo al animal en posición horizontal es muy aconsejable colgar al animal de sus patas traseras para ponerlo en posición vertical para ello se introduce unos ganchos entre los jarretes y el tendón de aquiles y se levanta al animal por medio de unas poleas. La sangre se puede recoger en recipientes apropiados y utilizarla para fines industriales.

4. Desuello

La Enciclopedia Lexus. (2004), señala que el primer paso es desnudar al animal, o sea, quitarle la piel, el proceso requiere una cierta práctica, porque la piel está unida a la canal por fibras conjuntivas orientadas: si se tira de ella en el sentido correcto se desprende fácilmente, pero si se tira en el sentido incorrecto, quedan partes de músculo y de grasa adheridas a la piel. La habilidad del matarife radica en saber que las fibras están orientadas en distintos sentidos según la zona del cuerpo que se trate, y, por lo tanto, habrá que tirar en una dirección u otra. Este proceso se hace con el animal ya suspendido, y puede hacerse de arriba hacia abajo o a la inversa. Ambos métodos tienen sus ventajas y sus inconvenientes aunque habitualmente se utiliza el método de arriba hacia abajo.

En <http://www.google.htm>. (2005), se reporta que en primer lugar se cortan los extremos de las patas (dedos y pezuñas), que se eliminan rápidamente, y después se hace el primer corte de abertura del cuero, consistente en una incisión longitudinal que recorre la cara ventral de la canal desde el pubis hasta el cuello, y dos incisiones transversales que siguen la cara interna de las extremidades anteriores y posteriores. Se empieza a desprender la piel de las extremidades posteriores (las más altas), mediante una serie de hábiles movimientos que combinan tirones y pequeños cortes con un cuchillo afilado. La operación se va siguiendo en dirección descendente, hasta desprender la piel por completo, incluida la piel de la cabeza. Normalmente esta operación requiere de la ayuda de un asistente que vaya tirando y recogiendo la piel a medida que se desprende.

5. Evisceración

Abraham, A. (1981), menciona que el segundo paso consiste en la eliminación de todas las vísceras torácicas y abdominales (excepto los riñones), de un animal, debe hacerse obligatoriamente con el animal suspendido. Actualmente es un trabajo que no se puede automatizar y depende exclusivamente de la habilidad del matarife con su cuchillo, porque tiene que cortar todas las uniones entre las vísceras y la canal sin que se rompan los intestinos ni el estómago, porque eso podría provocar una grave contaminación de las carnes, hecho esto, en la canal sólo quedan los riñones, el hígado y las vísceras torácicas.

6. Corte de la canal

La Enciclopedia Lexus. (2004), manifiesta que la preparación de la canal y la carne implican un gran número de operaciones sucesivas que constituyen el trabajo del carnicero. Estas operaciones se realizan en locales especializados, las canales de corderos, ovejas, cabras y auquénidos suelen suministrarse enteras. Es importante que durante el transporte y el almacenamiento de las canales se sigan observando todas las medidas de refrigeración e higiene necesarias para que la carne siga siendo sana y de buena calidad.

F. PIELES CAPRINAS

Abraham, G. (1981), manifiesta que las cabras se adaptan fácilmente a climas rigurosos y son muy comunes en Asia, África y Sudamérica, las pieles muchas veces son originarias de aldeas pequeñas que se encuentran en zonas muy diversas por tanto su calidad varía considerablemente pero representa un valor económico de gran importancia, actualmente existe una demanda de más de 1000.000.000 piezas en el mundo. Las pieles de cabra se clasifican de acuerdo con la edad del animal en:

- Cabritos. Se refiere a las crías que se mantienen mamando hasta la edad de unos 2 meses.
- Pastones. Son los animales de 2-4 meses de edad que ya comienzan a pastar.
- Cabrioles. Son los machos de 4-6 meses de edad.
- Cegajos. Son las hembras de 4-6 meses de edad.
- Cabras hembras de más de 6 meses de edad.
- Machetes, machos de más de 6 meses de edad.

1. Características de las pieles caprinas

El mismo Abraham, G. (1981), reporta que la piel de los caprinos por su suavidad resistencia y uniformidad tiene aplicación directa en la industria del vestido. Los cueros con pelos finos, cortos y sedosos, son superiores a los cubiertos con pelos largos gruesos y densos, empleándose en gran escala en la industria del calzado y en otras prendas de vestir. La piel de las cabras es la más importante para la industria de la curtiduría y, cuando está bien trabajada alcanza precios elevados pues se utiliza en la confección de artículos de alta calidad como son zapatos, bolsos, abrigos, guantes, etc. Los distintos procesos a los que la industria peletera somete a las pieles originan los productos siguientes:

- Cabretilla: que se emplea básicamente para la confección de bolsas y guantes.
- Glasé: usado en la fabricación de zapatos finos, ortopédicos y billeteras.
- Ante: se usa para elaborar bolsas y prendas de vestir.
- Forro de Cabra y cabrito: usado en artículos finos para forrar zapatos bolsas y cajas.
- Cabra para corte: destinada a la elaboración de zapatos más resistentes.
- Gamuza: con este tipo de piel se elaboran, chamarras, abrigos, zapatos, etc.
- Vaqueta: empleada en la elaboración de tambores bongos, bongos, y otros instrumentos.

2. Desollado y conservación de las pieles caprinas

La Enciclopedia Lexus. (2004), indica que la piel fresca de cabra, en algunos aspectos se parece a la vacuna, en otros a la de la oveja, sin embargo en conjunto la piel de cabra tiene una estructura característica que está formada por:

- La epidermis que es una capa muy delgada.
- La capa de la flor ocupa más de la mitad del total del espesor de la dermis.
- Las glándulas y las células grasas que son las responsables de la esponjosidad del cuero de oveja que son mucho menos abundantes en las pieles de cabra.

Hidalgo, L. (2006), menciona que cuando se sacrifica un animal, el desuello se efectúa por el procedimiento comúnmente llamado "trabajo de bota", el cual consiste en que después de que está apuntillada y desprendida la piel de la cabeza, con cuchillo apropiado, no de punta, se despega todo el resto a base de la presión del puño o con el talón del pie descalzo, y no con cuchillo porque con éste se daña el cuero y se le hacen cortaduras. Después de desprenderlo, es aconsejable aplicar del lado de la carnaza una solución de jabón arsenical a base de 750 g por 50 litros de agua. Después se las extienden a la sombra hasta obtener un perfecto secado. Un leve salado también contribuye para mejorar la conservación del producto. Una vez seca la piel, se rocía por los dos lados con una solución comercial a base de naftalina, o de un producto similar de los que se acostumbran a usar para evitar la polilla, lo cual ayudará a su conservación.

En <http://www.cueronet.com>. (2005), se menciona que cuando no se consiga en el comercio la solución conveniente, basta colocar algunas bolsas de naftalina entre las pieles y si aún esto es dificultoso, se deben vender antes de que se deterioren. Las pieles conservadas de esa manera no se desmerecen y tienen mayor demanda y precio en el mercado. Si se desea conservar la piel para el curtimiento con todo y pelo se frota muy bien por el lado de la carnaza con una mezcla pulverizada compuesta de partes iguales de sal común y alumbre, hasta formar una capa uniforme.

3. Factores que influyen en el valor de la piel caprina

En <http://www.unitan.net>. (2005), se reporta que entre las condiciones que influyen en el valor de la piel se pueden citar:

- Edad del animal sacrificado, ya que cuando el animal es de corta edad, su valor es más cotizado debido a la calidad de la piel.
- Estado de nutrición, un animal bien alimentado produce una piel con mejores características para ser utilizada en la curtición.
- Época de sacrificio ya que en el invierno el pelo de las pieles es más fino.
- Sistema de desuello: este es un factor muy importante ya que muchas veces al hacer el desuello incorrectamente se produce grandes cortes en la piel lo que le hace perder su valor económico.
- Presentación: aquí se toma mucho en cuenta la presencia de golpes, manchas, picaduras, etc.
- Tipo de conservación: la misma que se la realiza mediante secado, deshidratación, en un local ventilado, salando las pieles.

4. Defectos más frecuentes en pieles caprinas

En <http://www.defectosdelapiel.net>. (2005), se indica que los defectos más frecuentes que se pueden presentar en pieles caprinas y que desmejoran la calidad al ser transformadas en cuero producido son los siguientes:

a. Bajo de flor

El mismo [http://www. defectosdelapiel.net](http://www.defectosdelapiel.net). (2005), menciona que una piel presenta bajo de flor cuando se aprecian zonas de extensión variable que son menos brillantes de lo deseado, porque la flor ha sufrido algún deterioro que puede llegar hasta su total destrucción. Atendiendo a su origen, pueden clasificarse así:

- Fermentativo.
- Químico.
- Mecánico.
- Combinaciones de ellos.

Bacardit, A. (2004), manifiesta que los recalentamientos de la piel en bruto y las fermentaciones anómalas que pueden producirse antes de la curtición, si son de cierta intensidad, causan la destrucción de la flor. Muchos de los productos químicos usados en la ribera, si se emplean a dosis y temperaturas demasiado altas o durante tiempos demasiado prolongados, acaban dañando la flor. Las acciones mecánicas en fábrica pueden atacar también la flor (abrasiones de máquinas, frotos en los bombos y molinetes, etc.), finalmente cabe decir que, mientras una determinada acción mecánica puede no producir abrasiones sobre pieles normales, es posible que sí las produzca sobre otras que están debilitadas químicamente o por fermentaciones. Esta diversidad de causas incrementa las probabilidades de producir bajos de flor en fábrica. También dificulta el averiguar dónde y cuándo se han producido.

b. Cicatriz

En <http://www.cueronet.htm>. (2005), se indica que la piel de animal vivo puede sufrir alteraciones que modifican físicamente el tejido colagénico, se trata de las heridas que pueden ser debidas a muy variadas causas: desde enfermedades cutáneas hasta agresiones mecánicas de la más diversa procedencia. En las

pieles lanares, caprinas y porcinas, si el animal fue sacrificado con las heridas todavía no cerradas, entonces la flor queda abierta en vez de presentar cicatriz. Sobre las pieles curtidas es relativamente fácil identificar si las cicatrices proceden de accidente o de enfermedad, pero resulta más difícil dictaminar qué tipo de enfermedad llegó a producirlas, las más frecuentes pueden agruparse del siguiente modo, debidas a enfermedades

- Granos.
- Dermatitis.
- Eczemas.
- Erisipelas.
- Hiperqueratosis y tumores.

Debidas a accidentes

- Rasguños.
- Suturas.
- Pinchos.
- Alambre de puas.
- Quemaduras.

c. Corte en el desuello

Bacardit, A. (2004), señala que para proceder a separar la piel del animal en el matadero tras las incisiones de apertura, el operario la arranca de la canal tirando de ella e introduciendo el puño entre ambas. Cuando aparecen zonas con mayor adherencia debido a la presencia de tejidos subcutáneos abundantes, entonces el matarife se ayuda del cuchillo para facilitar separación. Es una operación peligrosa que da la facilidad de que se produzcan en el lado interior o lado carne de la piel cortes, y hay que tener mucho cuidado de que no lleguen a perforarla, son los llamados cortes de desuello o cortes de carnicero.

G. OPERACIONES DE RIBERA PARA LA CURTICION DE PIELES CAPRINAS

En <http://www.definicion.curtido.org>. (2005), se reporta que la curtición es un término general para cueros y pieles que conservan su estructura natural fibrosa y que han sido tratados en forma tal, que resultan imputrescibles, incluso después de un tratamiento con agua. Puede haberse eliminado o no el pelo o la lana. No pueden definirse como cueros curtidos, aquellos productos en cuya fabricación la estructura original de la piel se descompone en fibras, polvos u otros fragmentos por medio de procesos químicos o mecánicos y luego se procede a la reconstitución de esos fragmentos en láminas u otras formas. Siendo las etapas por las que pasa la piel para ser transformada a cuero básicamente las siguientes:

1. Remojo

Frankel, A. (1989), manifiesta que para poder realizar las operaciones subsiguientes es necesario remojar las pieles. Antes de la curtición debe llevarse la piel estado de hidratación o hinchamiento que tiene en el animal vivo, y veremos que con ello recupera su original flexibilidad, morbidez y plenitud, cambiando adecuadamente la estructura fibrosa, como para facilitar la penetración y absorción de los productos curtientes. También con el remojo se persigue:

- Ablandar las pieles dependiendo del sistema de conservación de tal forma que se asemejen a las pieles recién sacrificadas.
- Quitar la sangre, estiércol, tierra y otras impurezas no eliminadas en el proceso de desecación.
- Quitar la sal que impide la hinchazón de las pieles.
- Facilitar la penetración de los productos químicos.

2. Pelambre y calero

En <http://www.cueronet.com>. (2005), se señala que la finalidad del pelambre y encalado es destruir o ablandar la epidermis para que se desprenda el pelo, lana ó escamas. Destruir las glándulas sudoríparas, nervios, venas y vasos sanguíneos de la sustancia -piel; ablandar y destruir tejidos interfibrilares que mantienen unidas las fibrillas, hinchar fibras, fibrillas para facilitar la penetración de las materias curtientes, hinchar y esponjar la carne y tejidos conjuntivos laxos en la cara de la carne para facilitar su posterior eliminación. La cal actúa sobre las proteínas globulares produciendo su hidrólisis, el desdoblamiento gradual y su solubilización en forma de moléculas cada vez más pequeñas. Sustancias utilizadas en el encalado con cal son:

- Sulfuro y sulfhidrato de sodio.
- Sulfuro de arsénico.
- Cloruro de sodio.
- Hidrosulfito de sódio.
- Sulfato de dimetilamina.
- Enzimas.

3. **Descarnado**

Hidalgo, L. (2004), indica que esta operación tiene como objeto eliminar adherencias de la piel, tejido adiposo, graso y muscular en las primeras etapas de fabricación para facilitar la penetración de productos químicos en las fases posteriores, se puede realizar en la piel en remojo siendo más adecuado realizarlo en la piel en tripa.

Lacerca, M. (1993), menciona que el proceso de descarnado se lo puede realizar de forma manual o mecánica; cuando se lo realiza de forma manual utilizamos una cuchilla que retira los restos de carne y grasa que han quedado adheridos a la piel, de forma mecánica se la realiza utilizando una máquina que consta de un

rodillo revestido de asbesto que transporta la piel hacia un cilindro con láminas cortantes.

4. Desencalado

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que mediante el desencalado se elimina cal y otros productos alcalinos del interior de la piel para eliminar el hinchamiento de la misma, conviene trabajar con baños calientes a 25°C para eliminar la resistencia de las fibras. Los factores que influyen en el desencalado son: el agua que normalmente contiene bicarbonato oxida la flor, la temperatura es difícil desencalar con agua fría porque los líquidos interfibrilares salgan del interior, tiempo y grosor de la piel a más grosor mayor tiempo, efecto mecánico el movimiento del bombo debe ser pequeño para que no exista rotura de fibras.

Lacerca, M. (1993), menciona que para comprobar que la operación del desencalado se ha completado, mediante un corte en una parte de la piel y poner una gota de solución alcohólica de fenoltaleína, cuando no da coloración el desencalado está bien realizado, en cambio si existe una coloración rosa existe todavía la presencia de productos alcalinos..

5. Rendido o purgado

Frankel, A. (1989), Indica que los componentes indeseados en la piel pelambrada son algunos productos de la degradación de la proteína, epidermis, pelo y la mucosidad de la superficie de la piel, del folículo capilar y de los poros, también debe eliminarse parte de la proteína fibrosa y químicamente resistente con el fin de obtener la correcta textura de la flor y la suavidad del cuero terminado. El purgado es otro paso más a la purificación del cuero antes de su curtido. Las principales enzimas de animales que se utilizan son; la renina del estómago de terneros y la tripsina del páncreas de porcinos. Las enzimas vegetales tienen su importancia, una de las más notables es la papaína.

6. Piquelado o pickelado

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que el piquelado es un tratamiento de la piel con sal y ácido para que la piel adquiera el pH deseado, sea para su curtido o para su conservación. Si el pH del baño está un poco alto de 3,8 - 4 tenemos un cuero contacto suave, pero si se crispa un poco la flor se lo puede mejorar en el recurtido, si el baño está 3,6 pero la piel tendrá un pH de 3,8 - 4 teniendo curticiones rápidas, cuando el pH del baño está entre 3 - 3,7 vamos a tener un tacto más armado pero el grano de la flor va a ser más fino, teniendo problemas de teñido y engrase. Los productos empleados en el piquelado pueden ser:

- Cloruro de sodio.
- Cloruro y sulfuro de amonio.
- Formiato de sodio.
- Formiato de calcio.
- Ácido sulfúrico.
- Ácido fórmico.

H. CURTICION PROPIAMENTE DICHA

Hidalgo, L. (2004), indica que curtido es un término general para cueros y pieles que conservan su estructura natural fibrosa y que han sido tratados en forma tal, que resultan imputrescibles, incluso después de un tratamiento con agua. Puede haberse eliminado o no el pelo o la lana. Ciertas pieles tratadas o acabadas de forma análoga, pero sin que se les haya separado el pelo, se denominan "pieles para peletería". No pueden definirse como cueros curtidos, aquellos productos en cuya fabricación la estructura original de la piel se descompone en fibras, polvos u otros fragmentos por medio de procesos químicos o mecánicos y luego se procede a la reconstitución de esos fragmentos en láminas u otras formas. Además indica que la curtición consiste en la transformación de la piel en un material más estable, resistente al desgarró y a la putrefacción. El curtido puede

hacerse empleando agentes curtientes vegetales, minerales y sintéticos o bien en casos muy especiales aceites de pescado o compuestos alifáticos sintéticos.

1. Curtición con productos vegetales

En <http://www.flujograma.curtido.htm>. (2004), se señala que el curtido vegetal es tan antiguo como la historia misma del hombre y es el que emplea sustancias curtientes vegetales, llamadas "taninos". El curtido vegetal surgió a partir de la observación que puso en evidencia que si una piel cruda se ponía en contacto con la corteza, madera u hojas de ciertas plantas se manchaba y esas zonas que en principio se creían dañadas, finalmente resultaban favorecidas al quedar indemnes a la putrefacción.

Frankel, A. (1989), manifiesta que con el tiempo comenzó el desarrollo de la industria del cuero basada en la utilización de taninos que eran producidos por una gran variedad de vegetales y que permitían su aplicación con relativa sencillez. Este sistema de curtido vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta que se inició la industria del curtido al cromo. Los cueros fabricados mediante la curtición vegetal total se destinan a la industria de suelas, correas, talabartería, tapicería, equipajes, etc. por las características que les confiere este tipo de procesos. Por otro lado, también se producen por este sistema los cueros para artesanías y algunos tipos de fantasía, además de la recurtición del cuero curtido al cromo para capelladas y prendas de vestir, que también requiere la utilización de extractos curtientes vegetales.

En <http://www.definicion.org>. (2005), se dice que el curtido vegetal permite la conservación de la fibra del cuero y le incorpora ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales y de los métodos de trabajo que se emplean. A pesar de haber sido casi reemplazados por los curtientes minerales, se continúan utilizando en la curtición y recurtición. Los taninos son muy numerosos y están muy repartidos en la naturaleza. Se encuentran en cortezas de troncos y ramas, frutos, vainas, hojas, raíces, jugos y madera de ciertos vegetales. La mayor riqueza en cuanto a sustancias curtientes

se encuentra en la corteza que cubre las ramas; raramente se puede hallar en las hojas siendo una excepción por ejemplo el zumaque. También la madera es rica en sustancias curtientes sólo en un corto número de árboles; en cambio, hay una serie de frutos que contienen gran cantidad de dichas. Los curtientes vegetales pueden ser naturales, sin ninguna clase de tratamientos o se pueden colorear y tratar químicamente. Casi todas las plantas contienen curtientes, sin embargo, se aprovechan pocos tipos de plantas, aquella que permiten alto rendimiento y buena calidad de extracto. Los extractos curtientes más importantes en la industria curtidora, son los siguientes. La conservación de la fibra de la piel por la curtición vegetal probablemente se debe a la formación de enlaces transversales de la proteína a través de los grupos amido mediante los grandes agregados de taninos vegetales.

Hidalgo, L. (2004), afirma que no obstante este no es el único efecto ya que el método de curtición vegetal se basa en sus características de plenitud, tacto y elasticidad que son efectos que producen este tipo de curtiente utilizado y del método de producción empleado. La cantidad de material curtiente vegetal utilizado es mucho mayor que el necesario para realizar la curtición bajo el punto de vista químico, los agregados de curtientes vegetales son muy grandes y a pesar de la posibilidad de la posibilidad de uniones múltiples no pueden alcanzar los lugares disponibles de la proteína, su tamaño físico también evita la unión de una segunda molécula a uno de los lugares disponibles.

Adzet, J. (1995), señala que a la curtición vegetal se puede definir como un proceso que elimina los grupos polares, el agua y protege las uniones polipeptídicas. En esta curtición los taninos se fijan al colágeno por puentes hidrógeno. Estos también se dan entre moléculas de taninos, formando agregación o deposición en los espacios interfibrilares. Son enlaces débiles, no fuertes como los covalentes de una curtición al cromo. Esto explica porque el cuero puro vegetal posee una discreta estabilidad de curtido y con facilidad de migración de taninos por lavado o en el secado. Además la temperatura de contracción oscila entre 70- 80°C. Pero es el cuero que contiene mayor cantidad de curtiente en relación al colágeno que cualquier otro. Esto y otras propiedades

características hacen que los cueros obtenidos sean apreciables e inigualables para ciertos artículos como se indica en el cuadro 1:

Cuadro 1. EXTRACTOS CURTIENTES VEGETALES.

Fuente: <http://www.curticiondeorigenvegetal.com>. (2005).

De madera	De corteza	De hojas y tallos	De frutos
Extractos de: Quebracho	Extractos de: Corteza de pino	Extractos de: Zumaque	Extracto de: Mirobalano
Castaño	De mimosa	Gambir	Valonea
Encina	De mangle	Catecú	
Tireza			

2. Factores que influyen en la curtición vegetal

En <http://www.curticiondeorigenvegetal.com>. (2005), se manifiesta que los factores que influyen en la curtición vegetal son los siguientes:

- Penetración: (Difusión), de la solución curtiente hacia el interior de la piel.
- Fijación: (Curtido propiamente dicho), del tanino sobre el colágeno. La velocidad de penetración varía de acuerdo a la estructura y propiedad de la piel, características de los extractos tánicos (astringencia, tamaño de partículas), pH, concentración salina y tánica, temperatura y efecto mecánico. La fijación varía según los tratamientos previos de la piel que modifica la estructura y propiedades del colágeno, pH, concentración de ácidos, sales y taninos, temperatura, tiempo y efecto mecánico. Fundamentaremos algunos factores que influyen a la curtición vegetal.
- pH: La fijación de los taninos ocurre en un amplio intervalo de pH y aumenta a medida que disminuye el pH debido a que las cargas positivas del colágeno aumentan dando mayor posibilidad de fijación a los taninos que poseen carga negativa. En el intervalo de pH 4,5-2,0 se obtiene la mayor fijación de taninos.

A pesar de que los taninos también se fijan en el intervalo de pH 5,5 a 8,0 no es de interés práctico debido a la rápida oxidación de los mismos.

- **Temperatura:** Como en todas las reacciones químicas la temperatura influye directamente sobre la marcha de la curtición. Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad de reacción y fijación de los taninos. Por otra parte la densidad y viscosidad de los licores curtientes disminuye aumentando así la penetración.
- **Acción mecánica:** La acción mecánica sea en los licores de curtido (bombeo, uso de balancines), que en los mismos cueros (tamboreo), aumenta la velocidad de penetración de los curtientes. Con el movimiento de los licores se uniformiza la concentración de los baños mientras que el tamboreo crea una acción de bombeo en las fibras.
- **Concentración de los extractos curtientes:** Durante la primera etapa del curtido los taninos penetran en el cuero por osmosis. Mientras más alta la densidad de los licores más rápido será el fenómeno de difusión por osmosis. Una densidad excesiva (por encima de la solubilidad del extracto), puede dar el efecto contrario ya que ocurre una deshidratación del cuero y sobre curtición de la flor con consecuente "curtición muerta".
- **Concentración salina:** Las sales compiten con los taninos y reducen el hinchamiento del cuero por lo tanto relajan las fibras y aceleran la penetración de los curtientes. Una cierta cantidad de sales es bueno en la primera fase' del curtido cuando es importante reducir la astringencia o agresividad de los curtientes. En la fase final la cantidad de sales debe ser mínima para garantizar una buena fijación de los taninos. Una excesiva concentración salina produce debilitamiento de las fibras, baja fijación y un cuero poco resistente al agua.
- **Efectos de la precurtición:** Un tratamiento con precurtientes auxiliares previo al curtido facilita la penetración de los curtientes. Sobre todo los syntanes naftalínicos (con carga altamente aniónica), bajan el punto isoeléctrico del cuero por la introducción de cargas aniónicas del sintético.

- El factor tiempo: Las reacciones entre los taninos vegetales y el colágeno son lentas y por lo tanto la fijación ocurre durante un tiempo relativamente largo. Mientras más tiempo estén en contacto taninos vegetales con las pieles, mayor será la fijación. El tiempo que se necesita para obtener una buena curtición dependerá de todos los factores mencionados anteriormente. El curtido puede durar desde menos de un día hasta varios meses según las condiciones de trabajo. El tiempo de rotación y n^o de revoluciones del tambor deben ser ajustados para que se obtenga un aumento progresivo de la temperatura debido a la acción mecánica. Si se dispone de calefacción con serpentines se pueden limitar los movimientos. Al finalizar el curtido los cueros deben estar llenos y completamente atravesados por los curtientes. Descargar los cueros y apilarlos (bien cubiertos), por 48 horas.

Andrade, G. (1996), menciona que especialmente para las suelas, generalmente lo que se conoce con el nombre de cuprón, esta piel en tripa es aserrinada, mezclada con mangle en pozos de 8-10 meses, el aserrinado permite conseguir su humedad. Luego son desprovistas del aserrín con agua dentro del bombo por 1 hora, posteriormente se curten 100 bandas con 100 Kg. De quebracho, luego bien secas las bandas son cilindradas aplicando una presión de 90 Kg/cm², borrando toda irregularidad, quedando completamente lisa.

Hidalgo, L.(2004), afirma que para fabricar el split grueso para plantilla (este material de trabaja a pedido o según la demanda del cliente), por ejemplo en 150 bandas se colocaron 5 Kg. de extracto de mimosa durante tres horas y se seca a las 24 horas posteriormente el planchado a 110 ° C con una presión de 90-100 kg/cm², luego es recortado lijado y cepillado. La característica de esta curtición es el color vinoso.

3. Quebracho

En <http://www.curtientesvegetales.html>. (2003), se señala que el curtiente vegetal quebracho como agente curtiente fue descubierto por un botánico alemán, quien observó el tinte rojizo de las aguas de un arroyo y siguiendo su curso llegó a un aserradero donde se estaban preparando durmientes de ferrocarril. El aserrín de dicha madera era mojado por la lluvia y contagiaba su color rojo al agua. Es originario de América del Sur, crece en las selvas de Argentina y Paraguay y es un árbol de crecimiento lento, llegando normalmente a una altura de 12 m y en algunos casos los 23 m, tardando unos 100 años para llegar a la madurez. El quebracho colorado, principal variedad de esta especie, se encuentra solo o agrupado en las selvas vírgenes. No es árbol de regiones tropicales y sus mejores y más abundantes bosques en variedades de buen rendimiento se ubican entre los 27,30 y 31° de latitud sur, donde la temperatura máxima oscila entre los 40°C y la mínima -2°C; superadas estas temperaturas la especie no se desarrolla bien y sus rendimientos son pobres.

En <http://www.quebrachosulfatado.html>. (2005), se indica que debido a que las posibilidades y las técnicas de aplicación de los extractos de quebracho son múltiples, según el sistema de curtición, el tipo de piel que se trabaja y según las condiciones locales, mayores detalles e informaciones serán suministrados en cada caso. La Advertencia que se debe tomar en cuenta es que como todos los extractos vegetales el extracto de quebracho es sensible al hierro. Por lo tanto durante todas las operaciones de curtición y recurtición se deberá evitar que entre en contacto con material ferroso. Para mayor seguridad se recomienda añadir pequeñas cantidades de clartan polvo a los licores.

Lacerca, M. (1993), reporta que hay otras variedades, además del colorado, como la Yaco y Empedrado cuya existencia es abundante, pero el extracto que de ellas se extrae no es de valor como curtiente por el bajo porcentaje de tanino que contiene. El buen extracto de quebracho colorado se elabora únicamente del duramen del árbol, ya que la corteza solamente puede llegar a contener 3 a 4% de sustancias curtientes. La madera de quebracho es de gran dureza, de ahí su nombre (que rompe el hacha), no flota en el agua y su peso específico oscila entre 1,2 y 1,4. El extracto de quebracho contiene alrededor de 65% a 70% de

tanino cuando es de buena calidad, con un 6-10% de materiales insolubles. Por razones de enfoque se menciona que la tendencia actual es lograr cada vez más un cuero similar al puro vegetal teniendo en cuenta las bondades que transmiten por sí solos, a los cueros estos curtientes (tacto pleno y cálido -aptitud al esmerilado - grabado y acabado natural). La curtición dominante determina el carácter del cuero, por consiguiente, optimizando la mecánica de los procesos y aumentando en ellos la participación de los curtientes naturales, se puede tener en cuenta como una buena propuesta vegetal aliada a la ecología. Existe un sinnúmero de variedades de quebracho en el mercado, pero los más importantes son:

a. Quebracho ordinario

En <http://www.taninos.tripod>. (2005), menciona que ha este a este curtiente vegetal se conoce también como soluble en caliente o Quebracho insoluble. Es el extracto natural que se obtiene por extracción directa de la madera de quebracho. Este tipo de extracto es rico en taninos condensados de alto peso molecular (flobafenos), que son difícilmente solubles. Su empleo es por lo tanto limitado a pequeñas adiciones en la fase de curtición de la suela en licores calientes (a temperaturas superiores a 35°C), para mejorar el rendimiento y la impermeabilidad del cuero. Los nombres comerciales que obtiene este quebracho son: en sólido con marca INDUNOR y en polvo con Marca INDUNOR ATO

b. Extractos solubles en frío

Bacardit, A. (2004), indica que estos extractos se obtienen sometiendo el extracto ordinario a un proceso de sulfitación que transforma los flobafenos en taninos completamente solubles. Los extractos de quebracho solubles a frío son los tipos de extractos de Quebracho más conocidos y utilizados. Las principales características de estos extractos son: una alta velocidad de penetración y un contenido elevado de taninos y relativamente bajo de no-taninos. El contenido bajo de ácidos y medio de sales los caracteriza como extractos que curten suavemente (poco astringentes). Los extractos solubles de quebracho se

combinan bien y en cualquier proporción con todos los demás extractos vegetales, con taninos sintéticos fenolicos, naftalénicos y fenol-naftalénicos y pueden ser utilizados en todas los sistemas de curtición vegetal (tina-tambor, rápido, semi-rápido), y para la recurtición de las pieles al cromo donde se requiere una buena plenitud, redondez y buen corte al lijado. Los tipos indusol e indusol ato dan al cuero el color rosado típico del Quebracho. El indusol ATG da un tono amarillo. Los nombres comerciales que obtiene este quebracho son:

- Sólido: Marca INDUSOL.
- Polvo: Marca INDUSOL ATO.
- Polvo "amarillo" : Marca INDUSOL ATG.

c. Quebracho semi-soluble

En [http://www. tecnicaquebracho.htm](http://www.tecnicaquebracho.htm). (2005), se manifiesta que los quebrachos semi-solubles son extractos especiales obtenidos a través de una sulfitación parcial, acompañada en algunos casos de un tratamiento de decoloración. Estos extractos penetran un poco más lentamente pero producen cueros más llenos. Contienen una pequeña cantidad de insolubles, mientras el contenido de taninos es parecido al de los extractos solubles. El pH se halla alrededor del punto isoeléctrico del cuero.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que debido a su alto poder rellenanante los extractos semisolubles se emplean principalmente en la curtición de badanas muy vacías y de pieles deslanadas con sistemas enzimáticos o resudados en caliente. El segundo más importante empleo es en la recurtición del cuero al cromo para empeine y para las vaquetas al semi-cromo cuando las pieles son muy vacías. Los extractos semi-solubles de QUEBRACHO son especialmente indicados para la producción de pieles cepillables o "burnish" ya que obscurecen con facilidad por fricción. El tipo INDUSOL ATS proporciona al cuero el color rosado característico del quebracho; el INDUSOL ATD, que es un extracto decolorado, da un tono rosa muy claro.

4. La química de los taninos vegetales

La Casa Química BAYER. (1987), indica que los taninos vegetales son productos naturales que se hallan en varias partes de las plantas y árboles como hojas, frutos, secreciones (agallas), cortezas, maderas y raíces. Las partes de planta se trituran y lixivian con agua para extraer los taninos. Los fenoles son los constituyentes químicos característicos de los taninos vegetales. Los fenoles contienen grupos hidroxilo débilmente acidificados, unidos directamente al anillo bencénico. Los anillos bencénicos de los taninos vegetales tienen dos o tres grupos hidroxilo. La catequina, el pirogalol y el ácido gálico son ejemplos relativamente sencillos de moléculas fenólicas presentes en los extractos vegetales. La naturaleza química de las grandes moléculas fenólicas presentes en los taninos vegetales es no obstante mucho más compleja. Algunos definen a los taninos vegetales como polifenoles de alto peso molecular. Las moléculas cubren una amplia gama de pesos moleculares comprendida aproximadamente entre 500 y 3.000. La acción curtiente de un polifenol (es decir, su afinidad con la estructura fibrosa), depende del peso molecular (tamaño de partícula), y el número de grupos fenólicos -OH. Para poder formar enlaces transversales con la fibra de colágeno, es esencial un peso molecular mínimo de 500 aproximadamente, junto con un número suficiente de grupos fenólicos -OH.

Hidalgo, L. (2004), afirma las moléculas de tanino con un tamaño molecular en el límite inferior del intervalo citado tienen poca afinidad para la estructura fibrosa y se dice que son curtientes suaves o semitaninos. La afinidad del tanino para la estructura fibrosa aumenta con el peso molecular y el número de grupos fenólicos -OH. Para pesos moleculares superiores a 3.000 la difusión de los taninos en la estructura fibrosa es obstruida, debido al tamaño de las grandes partículas. Los polifenoles con pesos moleculares inferiores a 500 y con insuficientes grupos fenólicos -OH son los no-taninos, es decir, no tienen acción curtiente. Los taninos vegetales se clasifican de acuerdo a su estructura química y comportamiento en dos grupos.

- Taninos pirogálicos o hidrolizables
- Taninos catequínicos o condensados.

a. Taninos pirogálicos o hidrolizables

Lacerca, M. (1993), indica que Los taninos hidrolizables son moléculas de esteres grandes (poliésteres). Están formados por un núcleo central de moléculas de azúcar tal como la glucosa, unida a los ácidos fenol-carboxílicos como, por ejemplo, el ácido gálico y sus derivados. Las uniones éster se forman entre los grupos alcohólicos -OH de la molécula de azúcar y los grupos carboxílicos -COOH de las moléculas de los ácidos fenol-carboxílicos. El número de uniones de éster en una molécula de tanino depende del número de moléculas de azúcar presentes en el núcleo central de la molécula de tanino, como se indica en el cuadro 2:

Cuadro 2. NÚMERO DE UNIONES DE ÉSTER EN UNA MOLÉCULA DE TANINO.

Numero de moléculas de azúcar en el núcleo central	Numero de uniones esteres en la molécula de tanino
1	5
2	8
3	11
4	14

Fuente: Jones, C. (2002).

En [http://www. técnica.quebracho.htm](http://www.técnica.quebracho.htm). (2005), se manifiesta que las uniones éster se hidrolizan fácilmente por la acción de los ácidos y las enzimas, liberando moléculas de azúcar y moléculas de ácidos fenol-carboxílicos. Se hace otra subdivisión de los taninos hidrolizables según la naturaleza química de los ácidos fenol-carboxílicos liberados.

b. Taninos catequínicos o condensados

Jones, C. (2002), indica que los taninos catequínicos o catecoies se clasifican como compuestos flavonoides y presentan una estructura química bastante complicada. Su estructura básica, es decir el monómero, consiste en un esqueleto formado por 15 átomos de carbono y un átomo de oxígeno. Dos anillos bencénicos que contienen grupos fenólicos $\sim\text{OH}$ están unidos por un anillo heterocíclico, es decir una corta cadena que comprende tres átomos de carbono y uno de oxígeno. Un monómero tiene un peso molecular aproximado de 250. Como los taninos cubren un intervalo de pesos moleculares comprendidos entre 500 y 3.000, las partículas varían de tamaño desde dos monómeros polimerizados para los semitaninos hasta 10 o posiblemente 12 monómeros. Una propiedad característica de los taninos condensados es su estructura polimerizada. El anillo heterocíclico se abre por la acción del calor, ácidos o del oxígeno, liberando un grupo activo para la polimerización con un segundo monómero. Ejemplos de taninos condensados son el quebracho, la mimosa, el mangrove y el gambier. El quebracho natural sin sulfitar tiene el mayor grado de polimerización.

Lacerca, M. (1993), indica que el 50% de las partículas de tanino tienen un peso molecular menor de 1.100 y el resto está comprendido entre 1.100 y 15.000, es decir, altamente astringente. Por el contrario, el gambier tiene un bajo grado de polimerización y, por ello, su acción curtiente se describe como suave. Todas las partículas de tanino tanto hidrolizables como condensadas tienen tendencia a formar agregados mediante puentes de hidrógeno aumentando con ello el tamaño de las partículas. Los taninos condensados forman agregados más fácilmente que los taninos hidrolizables.

Hidalgo, L. (2004), reporta que la formación de agregados se favorece al aumentar la concentración de taninos y con bajos pH (alta acidez). La combinación de un alto grado de polimerización y agregación provoca la

formación de un lodo viscoso de color pardo-rojizo llamado flobafeno conocido por los curtidores con el nombre de insolubles (rojos). El quebracho normal deposita un elevado porcentaje de insolubles (rojos). El quebracho se solubiliza tratándolo ya sea con bisulfito sódico o una mezcla de bisulfito y sulfito sódico a una temperatura elevada de 90 - 95 °C. La introducción del grupo ácido sulfónico – SO₂H en la molécula de tanino reduce el grado de polimerización y agregación. Las partículas de alto peso molecular se convierten en partículas de bajo peso molecular que contienen grupos de ácidos sulfónicos solubilizantes.

I. PROCESOS POSTERIORES AL CURTIDO

1. Recurtido

La Casa Química BAYER. (1987), manifiestan que las principales ventajas del recurtido son:

- Obtener cueros con grosor similar en todas sus partes especialmente en las faldas dándoles llenura, solidez, suavidad y consistencia.
- Conseguir una ganancia de un 10% de superficie con menor soltura de la flor dándole relleno, firmeza que no se logra solo con cromo.

2. Engrase

Bacardit, A. (2004), manifiesta que el engrase se lo realiza para dar firmeza a la flor, y blandura, estos efectos en el cuero caprino se pueden lograr con una cantidad adecuada y utilizando las grasas de acuerdo al tipo de cuero que se quiera obtener. Todas las grasas deben pasar por un proceso de sulfonación, sulfitación para que puedan ser solubles en agua, y que el momento de la aplicación no emulsionen y sean eliminadas sin cumplir con su objeto.

3. Secado

Leach, M. (1985), señala que el secado consiste en reducir el contenido de agua de más de un 60% al 5 - 18%. La estructura de la piel es más porosa y abierta que al del material crudo original y su contenido de agua puede ser fácilmente removible. Los métodos de secado pueden ser:

- Clavar: Se usan clavos para fijar la piel a una tabla, este método es barato en materiales, pero caro en mano de obra.
- Togglin: Es similar al clavadero pero utilizan sujetadores especiales que detienen las pieles a una hoja o sabana perforada, constituida de cámaras con circulación de aire caliente y también se le conoce como grapadora

4. Aserrinado

Hidalgo, L. (2004), indica que para realizar el aserrinado se procede a humedecer un poco, a una pequeña cantidad de aserrín con el objeto de que el cuero absorba humedad superficial para una mejor extensibilidad del mismo, que favorece el ablandado y estacado.

5. Ablandado

Fontalvo, J. (1999), manifiesta que la suavidad en las pieles es una de la mejores con 28 - 30% de humedad, pero si esto es hecho en pieles muy secas pueden sufrir daño, por lo que el ablandamiento es hecho en pieles húmedas para obtener un mejor estacado y puede ser:

- Manualmente, por halar la piel hacia atrás y hacia delante por una orilla.
- Pearching, por medio de raspar la superficie de la piel con la orilla de una hoja metálica sin filo (roma).

- Slocombe, se realiza la operación de la forma anterior pero en una forma más rápida.
- Molliza, se realiza el aflojamiento fibrilar por medio de un golpe continuo.

6. Estacado

En <http://www.cueronet.com>, (2005), se indica que se estaquean claveteándolas con la carnaza hacia adentro sobre un tablón. Se utilizan clavos realmente chicos y se empieza por la cabeza, luego abajo y finalmente por los costados. Siempre en forma simétrica y sin hacer demasiada tensión, hasta que el centro del cuero tenga una base de tambor, dejamos 24 horas y luego desclavamos.

7. Acabados

Hidalgo, L. (2004), señala que como parte final del proceso de fabricación del cuero existen las operaciones de acabado y es en ella donde debemos obtener las características finales del artículo que estamos produciendo. El conjunto de las operaciones de acabado es la parte más complicada de toda la fabricación. El acabado influye de forma esencial sobre el aspecto, tacto y solidez de la piel. Esta serie de tratamientos a la cual se somete la piel curtida es para proporcionar mejoras y obtener determinadas propiedades.

a. **Finalidad del acabado**

En <http://www.finalidaddelacabado.htm>.(2005), se reporta que la finalidad predominante del acabado es:

- Proporcionar al cuero protección contra daños mecánicos, humedad y suciedad.
- Otorgar mayor durabilidad.

- Igualación de las manchas o daños de la flor.
- Uniformización entre los distintos cueros de una partida y entre diferentes partidas. "Igualación de tinturas desiguales.
- Creación de una capa de flor artificial para serrajes o cueros esmerilados. El acabado reconstruye artificialmente la superficie flor esmerilada.
- Regulación de las propiedades de la superficie como por ejemplo color, brillo, tacto, solidez a la luz, etc. (el efecto de moda deseado).

8. Productos químicos utilizados en el acabado

Fontalvo, J. (1999), indica que los productos químicos mas comúnmente utilizados son:

a. Ligantes

Fontalvo, J. (1999), menciona que, los ligantes son productos filmógenos, capaces de formar por secado una película y constituyen el elemento fundamental de una formulación de acabado. Pueden englobar en su estructura una serie de otros productos sin modificar demasiado las propiedades. Sí no tuviéramos algo que adhiriera los productos de terminación no habría forma de mantener la terminación en forma durable sobre el cuero. Generalmente son sustancias orgánicas que se encuentran en forma de polímeros. Son productos que dan poco relleno, dan dureza, elevada solidez al agua, pero tienen la desventaja de la poca elasticidad. Estos productos se pueden dividir en termoplásticos y no termoplásticos. Los termoplásticos están constituidos por polímeros sintéticos, los cuales se caracterizan por reblandecerse mediante la acción del calor, se deforman con el calor, y después al enfriarse vuelven a su forma normal. En los no termoplásticos no ocurre eso.

Hidalgo, L. (2004), reporta que los principales tipos de ligantes termoplásticos que se utilizan en la industria del curtido son: acrilatos, metacrilatos, acrilonitrilos, estireno, vinilo, butadieno y poliuretanos. El curtidor recibe estos productos en forma de emulsiones o dispersiones de color lechoso, cuya concentración en sólidos oscila entre un 30-60 por ciento. Encuentran su principal aplicación en el acabado de los cueros rectificadas si bien en la actualidad se aplican ligantes termoplásticos a cualquier tipo de cuero. Los principales ligantes no termoplásticos que se utilizan en la industria de curtidos son las albúminas y la caseína. Ambos forman películas poco flexibles y elásticas, algo duras, pero que presentan una buena resistencia a los disolventes y una excelente solidez al frote seco y al rascado. Cuando se les aplica una solución de formaldehído reticulan formando una película de mayor solidez al frote húmedo. El curtidor recibe estos productos en forma de unas soluciones viscosas translúcidas que también se conocen como brillos. Generalmente se usan varios ligantes, ya que es muy difícil que un solo ligante nos de todas las características requeridas.

b. Lacas o aprestos

Fontalvo, J. (1999), que partiendo de la celulosa como materia prima se obtienen distintos tipos de esteres. Para el acabado del cuero se emplean principalmente dos esteres: la nitrocelulosa y el acetobutirato de celulosa. Con estos esteres se formulan las lacas que se emplean como protección final del acabado, contra el rayado, el desgaste, la abrasión. Son productos filmógenos, forman películas más o menos duras, más o menos brillantes y con buena resistencia al frote. Se aplican principalmente como capa final de un acabado y por ello influyen de forma determinante sobre el aspecto y tacto del acabado de una piel.

En <http://www.finalidaddelacabado.htm>.(2005), se indica que este tipo de producto sólo se puede adherir sobre cueros que tienen un fondo ya aplicado, normalmente las lacas contienen diversos tipos de nitrocelulosa, aunque también pueden estar formadas a base de acetobutirato de celulosa, de poliuretanos y de resinas acrílicas. Los aprestos están formados a base de proteínas. Se pueden dividir en lacas en emulsión y lacas en solución. Las lacas en forma de emulsión acuosa,

que son las que se tiende a usar más hoy en día, pueden diluirse con agua y se utilizan principalmente como capas intermedias entre los fondos y las lacas orgánicas para aumentar su rendimiento y proteger los fondos de los disolventes; también facilitan la operación del planchado. Las lacas en forma de disolución con disolvente orgánico deben diluirse con solventes, lo cual resulta más caro, y además tiene el inconveniente de que son muy inflamables. Su principal ventaja es que proporcionan capas cuya solidez al frote húmedo es muy buena.

c. Productos auxiliares

En <http://www.productosauxiliares.htm>. (2005), se manifiesta que entre los principales productos auxiliares se destacan:

- **Reticulantes:** Son auxiliares que se utilizan para mejorar las propiedades físicas de un acabado y actúan uniendo las diversas moléculas de la película del acabado entre sí para mejorar la solidez al frote húmedo, aunque por otro lado empeoran las flexiones y la elasticidad. El mejor conocido de los reticulantes, también llamado fijador, es el formol.
- **Penetrantes:** Son productos que varían la tensión superficial de las preparaciones de acabado y por consiguiente su mayor o menor absorción por parte de la piel, pero también modifican la viscosidad que es una de las variables que juegan en la velocidad de penetración. La adición de estos productos en formulaciones de acabado mejora su extensibilidad y la humectación. Es importante destacar que con la elección de un producto inapropiado se puede lograr el efecto opuesto al deseado, ya que estos en algunos casos, al ser mezclados con las resinas producen un hinchamiento de las partículas de emulsión. También pueden emplearse como penetrantes mezclas de tensoactivos no iónicos o amónicos. Estos últimos son los más apropiados para ser aplicados sobre cueros de fuertes, recurtido vegetal.
- **Agentes de tacto superficial:** El usuario al tocar la piel siente el tacto de la última capa aplicada que es la que se pone en contacto con su mano. Como

agentes de tacto están las emulsiones de ceras, las siliconas y algunos tipos de aceites, etc. Mediante estos o su combinación podemos lograr tactos grasosos, sedosos o cerosos.

J. MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS FÍSICO DEL CUERO CAPRINO

1. Medición de elongación y resistencia de la flor mediante el lastómetro

El centro de Investigación y Asesoría Tecnológica del cuero. (2005), indica que este método puede ser usado para cualquier cuero ligero, pero es propuesto en particular para ser utilizado con cueros para corte de botas y zapatos. Para otro cuero que no sea flor entera, la flor será considerada como la superficie, acabada de tal manera que simule la flor, o que pretenda ser usada en lugar de la flor de un cuero ordinario.

a. Equipo Utilizado

Lultcs, W. (1983), menciona que para realizar la medición del porcentaje de elongación a la ruptura y de la resistencia de la flor mediante el uso del lastómetro para lo cual se necesita de una abrazadera para sujetar firmemente el borde del disco plano circular de cuero, que deje libre la porción central del disco, la abrazadera deberá mantener fija el área sujeta del disco estacionario cuando esté siendo aplicado a su centro una carga mayor de 80 kgf. El límite entre el área sujeta y libre será claramente definido. El diámetro del área libre será de 25 mm. El dispositivo para medir la distinción del disco de cuero, será calibrado directamente en décimas de milímetro y los errores en ninguna parte de la escala deberán exceder de 0.05 mm.

Hidalgo, L. (2004), afirma que la distinción será tomada como la distancia entre la mordaza y la esfera, en una dirección normal al plano ocupado por el cuero, cuando el disco es sujetado y está bajo carga cero; no será tomada en cuenta la comprensión del cuero y su decremento en espesor debido a la aplicación de la carga de la esfera.

2. Medición de la resistencia a la flexión del cuero y sus acabados

El centro de Investigación y Asesoría Tecnológica del cuero. (2005), señala que este método se basa en el siguiente principio. La probeta es doblada y sujeta de cada orilla para mantenerla en posición doblada en una máquina diseñada para flexionar la probeta. Una pinza es fija y la otra se mueve hacia atrás y hacia delante ocasionando que el doble en la probeta se extienda a lo largo de esta. La probeta es examinada periódicamente para valorar el daño que ha sido producido. Las probetas son rectángulos de 70 x 40ml, para esto se sujeta las probetas en la máquina de la manera descrita arriba y encender el motor. Después de 100, 1000 y 10.000 ciclos pagar el motor y examinar el acabado del cuero para ver si se ha dañado. Anotar cualquier daño observado, su naturaleza, y el número de ciclos al cual fue observado. En el examen del acabado de un cuero para la evaluación del daño, es esencial una buena iluminación de la superficie y es muy útil una lupa de 6 aumentos. El daño del acabado del cuero puede ser de las siguientes clases:

- El cambio del tono del film del acabado (ponerse gris), sin otro daño. Resquebrajamiento del acabado con estrías superficiales más grandes o más pequeños.
- Pérdida de la adhesión entre el acabado y el cuero con cambios ligeros o considerables de color en área doblada. Pérdida de la adhesión de una capa del acabado u otra., con cambios ligeros o considerables de color en un área doblada.
- Pulverización o desprendimiento en escamas del acabado, con cambios ligeros o considerables de color, mientras que el daño del cuero puede ser de las siguientes clases.
- Desarrollo de pliegues gruesos en la flor (llamada flor suelta), Pérdida del gravado de la flor. Ruptura de la capa flor. Pulverización de las fibras

(generalmente en el lado carne o corium que en la capa flor), si ha ocurrido mucha pulverización, el cuero puede desarrollar un tacto vacío aún si pocos signos de polvo en las superficies. Continuación de rompimiento de fibras hasta tal punto que un agujero se desarrolla a través del espesor completo del cuero.

a. Equipo Utilizado

Lultcs, W. (1993), reporta que el equipo que se utiliza para esta prueba debe tener las siguientes características:

- Una plataforma de metal, horizontal completamente plana.
- Un soporte para sujetar el cuero, que deje expuesto 80 ml.
- Un dispositivo que permita al cuero ser extendido linealmente por los menos 10% en la dirección de fricción.
- Un dedo de 500 gr. de peso.
- Una base de 15 mi x 15 mi.
- Una abrazadera para fijar los pedazos de fieltro de lana.
- Un peso adicional de 500 gr.
- Un dispositivo para guiar el dedo cuando la carga completa (peso total 1Kg), presione la probeta tensionada o como sea conveniente.
- Un dispositivo para manejar el carro con movimientos de vaivén con una distancia de recorrido de 50 mm. y una frecuencia de 40 ± 2 movimientos por minuto.

K. MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

En <http://www.gemini.udistrital.edu>. (2004), se indica que el análisis organoléptico es la valoración cualitativa que se realiza a una muestra del cuero terminado, basada exclusivamente en la percepción de los sentidos. En la mayoría de los casos precisamente los resultados de los análisis organolépticos, los que se complementan con los análisis de laboratorio, los que facilitan la posterior interpretación de los resultados. Es por ello que se debe adquirir habilidad y práctica en la realización e interpretación de análisis organolépticos. Las características o parámetros organolépticos, son simplemente evaluaciones y percepciones sensoriales que se realizan directamente en los cueros terminados y que por lo general, algunas veces con propósitos de confirmación y otras con propósitos de cuantificación. Dichos parámetros son:

- **Llenura:** Da una mejor calidad en la estructura fibrilar en toda la superficie; es decir, que el enriquecimiento de las fibras colágenas del cuero, es mucho más uniforme para la fabricación de artículos de marroquinería.
- **Blandura:** Es la suavidad y mejor caída del cuero, que debe tener los cueros destinados para la confección de artículos para vestimenta.
- **Redondez:** Arqueo o curvatura que debe cumplir un material apto para la confección de artículos de marroquinería y calzado.
- **Morbidez al Tacto:** En los diversos tipos de artículos de cuero, las exigencias de blandura y flexibilidad son cada vez mayores. El consumidor exige suavidad en su contacto con el cuero, procurando saciar su sentido en el tacto agradable. Por lo tanto, el cuero debe ser cada vez más maleable, suave y agradable al tacto.

1. Método para el análisis sensorial

Hidalgo, L. (2004), indica que para realizar el análisis de las características sensoriales del cuero caprino se procede de la siguiente manera:

- Las apreciaciones sobre el análisis sensorial del cuero caprino, deben ser hechas, en lo posible, por un solo analista.
- Los resultados del análisis sensorial deben ser escritos en un lenguaje rigurosamente técnico, y basados en la escala que se propone para realizarlos.
- Los parámetros referidos en los resultados, deben ser los mismos para todas las muestras de cueros y de acuerdo a esto la calificación de 1 a 2 corresponde a un cuero de BAJA calidad; 3 a 4 equivale a BUENA calidad; y 5 corresponde a un cuero de MUY BUENA calidad. Calificación que conforme a Hidalgo (2005), se llevará a cabo para determinar las características organolépticas del cuero caprino de nuestra investigación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en el laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el kilómetro 1 1/2 Panamericana Sur, de la Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba. A una altitud de 2.740 m. s. n. m. con una latitud de 01° 38' s y una longitud de 78° 40' W. El tiempo de duración de la investigación fue de 126 días de los cuales en el 80 % del tiempo se curtieron las pieles caprinas y en el otro 20% se efectuó los análisis físicos y sensoriales del cuero caprino. El lugar donde se desarrolló la investigación posee las siguientes condiciones meteorológicas, que se describen en el cuadro 3:

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	2007
Temperatura (° C)	13.45
Precipitación relativa (mm/año)	42.8
Humedad relativa (%)	61.4
Viento / velocidad (m/S)	2.35
Heliofania (horas sol)	1317.6

Fuente: Estación Meteorológicas. F.R.N. ESPOCH. (2007).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales que conformaron la presente investigación fueron 20 pieles de caprinos adultos de un promedio de 15 pies² y 6,5 kg. de peso fresco

provenientes de diferentes zonas de las provincias de Chimborazo, distribuidas en 5 pieles para cada uno de los tratamientos incluido el testigo, con un tamaño de la unidad experimental de 1.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales equipos e instalaciones que se utilizaron para la presente investigación fueron los siguientes:

1. Materiales

- Cuchillos grandes.
- Pecheras.
- Baldes.
- Guantes.
- Mascarillas.
- Botas.
- Tinas.
- Cordel con sujetadores.
- Cuchillos.
- Tinas.
- Baldes.
- Tijeras.

2. Químicos

- Agua.
- Cloruro de Sodio (NaCl o sal en grano).
- Formiato de Sodio (NaCOOH).
- Bisulfito de Sodio (NaHSO₃).
- Ácido Fórmico (HCOOH).

- Ácido Sulfúrico (H_2SO_4).
- Ácido Oxálico (HO_2CCO_2H).
- Ríndente.
- Grasa Animal Sulfatada.
- Lanolina.
- Grasa cationica.
- Dispersante.
- Anilinas.
- Recurtiente de sustitución.
- Rellenante de faldas.
- Recurtiente neutralizante.
- Recurtiente acrílico.
- Alcoholes grasos.
- Sulfato de amonio [$(NH_4)_2SO_4$].
- Bicarbonato de sodio Na (HCO_3).
- Quebracho sulfatado ATS.
- Quebracho sulfatado ATO.
- Nutrientes livianos y blanqueadores.

3. **Equipos e instalaciones**

- Bombos de Remojo y Pelambre.
- Maquina Descarnadora de piel.
- Maquina divididora.
- Bombos de curtición.
- Maquina escurridora.
- Maquina raspadora.
- Bombos de Teñido.
- Maquina Escurridora de teñido.
- Maquina de estiramiento al vacío.
- Maquina Humectadota.
- Maquina Ablandadora.

- Toggling.

a. Equipos de mediciones físicas

- Probeta.
- Abrazaderas.
- Pinzas superiores sujetadoras de abrazaderas.
- Lastómetro.
- Flexómetro.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la evaluación de los cueros caprinos, en el plan experimental se aplicó un arreglo bifactorial completamente al azar (DCA), con arreglo combinatorio, con 4 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento (incluido el testigo), en 3 ensayos consecutivos (réplicas). De acuerdo a la siguiente ecuación de rendimiento:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor estimado de la variable.

μ = Media general.

α_i = Efecto de los tratamientos (Niveles de quebracho sulfatado ATS).

β_j = Efecto de los ensayos (replicas).

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción.

δ_k = Efecto de las repeticiones.

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental.

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se utilizó la prueba de Kruskal - Wallis

$$H = \frac{20}{nT(nT + 1)} \frac{\sum RT_0^2}{nRT_0} + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 4(nT + 1)$$

Donde:

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

nT = Número total de observaciones en cada nivel de quebracho Sulfatado ATS.

R = Rango identificado en cada grupo.

En el cuadro 4 se describe el esquema del experimento:

Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Nivel de Quebracho sulfatado ATS	CODIGO	Nº REPET.	T.U.E	OBS/NIVEL
15%	T0	5	1	5
20%	T1	5	1	5
25%	T2	5	1	5
30%	T3	5	1	5
Total				20

T.U.E. tamaño de la unidad experimental (nº de pieles a procesar por repetición).

*Se trabajarán con 3 réplicas para cada uno de los tratamientos,

En el cuadro 5 se describe el esquema del análisis de varianza:

Cuadro 5. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
---------------------	--------------------

Total	59
Factor A	3
Factor B	2
Interacción A*B	6
Error Experimental	48

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Físicas

- Resistencia a la tensión (N/cc).
- Porcentaje de rotura del cuero o lastometría (%).
- Porcentaje de elongación (%).

2. Sensoriales

- Llenura (puntos).
- Blandura. (puntos).
- Redondez. (puntos).

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los análisis estadísticos a los que serán sometidas las variables son:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para las diferentes variables.
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan ($P < .05$), para las variables que presenten significancia.
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables no paramétricas

- Análisis de Regresión y Correlación
- Análisis de Beneficio /Costo.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las pieles caprinas frescas, una vez compradas fueron sometidas a la curtición con quebracho sulfatado ATS para ser transformadas en cuero, el respectivo proceso lo detallare a continuación:

1. Remojo

Como se ha dicho anteriormente es el proceso por el cual se realiza el tratamiento de la piel en bruto con agua para conseguir limpiarlas del estiércol, y productos utilizados en la conservación, disolver parcialmente las proteínas solubles en agua y/o en agua salina, y llevar la piel al estado de hidratación que tenía en el animal vivo. Los productos químicos utilizados son los que se describen a continuación:

- | | |
|---|--------------|
| • Agua | 100 – 300 % |
| • Bactericida | 0.05-0.10 % |
| • Tensoactivo | 0.2 - .1.5 % |
| • Carbonato de sodio (Na_2CO_3) | 0.10 – 0.30% |

2. Pelambre

Esta etapa consistió en: separar el pelo o lana de la piel, destruir la epidermis, hinchar y separar las fibras y fibrillas del colágeno, destruir proteínas no

estructurales así como nervios, vasos sanguíneos y músculos. Se lo realizó con el objeto de preparar químicamente la piel para tener un mejor aprovechamiento de los curtientes, los productos químicos utilizados fueron:

- Agua(dependiendo si se lleva a cabo en tambor o en paleta) 80-250%
- Tensoactivo 0.2 – 1.00 %
- Sulfuro de sodio (Na_2S) 0.80 - 2.50 %
- Cal (CaOH)₂ 3.50 - 6.00 %
- Sulfhidrato de sodio (NaSH) 0.10 - 1.50 %
- Derivados del petróleo 0.50 - 1.50 %
- Enzimas 0.05 - 1.50 %

3. Desencalado

En esta operación se elimina la cal y productos alcalinos del interior de la piel, algunas sustancias para desencalar son: ácido sulfúrico, ácido acético, ácido fórmico, bisulfito de sodio, sulfato y cloruro de amonio. El desencalado es una operación de limpieza en conjunto con el rendido, la que tiene por objeto eliminar sustancias químicas y orgánicas que no sean curtibles, los productos químicos utilizados:

- Agua 50 -150%
- Sulfato de amonio (NH_4)₂ so₄ 1.00 - 3.00 %
- Tensoactivo 0.20 - 0.50%
- Bisulfito de sodio 0.20 - 0.50%

4. Rendido

El rendido es una proteólisis enzimática de residuos de elastina, proteoglicanos queratina, proteínas solubles y tejido así como una acción enzimática para el desdoblamiento de las grasas naturales. Los productos químicos utilizados:

- Enzimas (proteáceas, lipasas) 0.08 - 2.00%

5. Piquelado

El grado de piquelado (y el pH de los cueros), variará según los lotes de cuero, el proceso de conservación y la antigüedad del piquelado. Por otra parte, de acuerdo a su origen, los cueros piquelados tendrán más o menos grasa. Se desgrasa, generalmente, en el estado piquelado, a los cueros muy grasosos. Los otros pueden ser desgrasados después de la curtición. En ambos casos, desgrasados o no, los cueros piquelados deben volver a un estado de hidratación adecuado como para poder entrar en el proceso de curtición. Además, los cueros piquelados deben volver, a un valor pH menos ácido, considerándose el valor pH 4 como perfectamente adaptado para la curtición con extracto vegetal.

6. Curtido

Después del trabajo de ribera, una vez desencalados y rendidos los cueros caprinos fueron sometidos a un baño desengrasante constituido generalmente por un solvente que finalmente emulsiono en agua. Luego fueron enjuagados con abundante agua. Las operaciones siguientes fueron realizadas en fulón (5-7 r.p.m.). Consistieron en un tratamiento con bisulfito de sodio, una precurtición con taninos sintéticos y la curtición vegetal con el extracto de quebracho sulfatado ATS (15, 20, 25 y 30%). Todos estos productos fueron agregados directamente

sin disolución previa. Los porcentajes indicados se refieren al peso de las pieles descarnadas.

- A un baño de 150% de agua, donde ya se encontraban las pieles, se agregó 0,5-1% de Bisulfito de Sodio (polvo). Luego de media hora de movimiento se añadió de 2 a 5% de tanino sintético en polvo (de astringencia mediana, pH 3,8-4,5). Después de 45 minutos, se agregó el extracto vegetal (quebracho ATS), en 3 o 4 veces, con 1 hora de intervalo. La cantidad total de extracto necesario fue de 15, 20,25 y 30%.
- El rodado se lo realizó durante 2 a 3 horas más después de haber efectuado la última adición de extracto; luego los cueros fueron sacados, apilados durante una noche antes de ser rebajados, blanqueados, engrasados y acabados, con el fin de obtener cueros más llenos y con mejor “toque”.
- Después del tratamiento con bisulfito de sodio y del precurtido con tanino sintético, se agregó solamente la $\frac{1}{4}$ parte de la cantidad total prevista del extracto vegetal y tras una hora y media de rodado se colocaron los cueros sobre caballete durante una noche. En este estado, los cueros no son resbaladizos y fue muy fácil descarnar o rebajarlos.
- Luego, se los colocó nuevamente en el fulón con 150% de agua, prosiguiéndose la curtición con el agregado en dos o tres veces, a intervalos de una hora, del resto de extracto, la curtición fue terminada a las 2 o 3 horas después de puesta la última porción del extracto vegetal (quebracho ATS). Terminada la curtición, se pudo utilizar el segundo baño como primer baño de “color”, tras haberle agregado el tanino sintético y procedido a su reforzamiento conveniente con extracto vegetal.

7. Nutrición y blanqueo

Los cueros curtidos ya sean a partir de tripa, o del estado piquelado luego de haber reposado durante 24 horas apilados, o después del desgrasado, recibieron

una nutrición liviana y a continuación, en el mismo baño de 40 ° C, fueron blanqueados durante 20 minutos con 1% de ácido oxálico.

Parte de este ácido fue luego neutralizado con la adición de 2% de hiposulfito de sodio.

8. Ecurrido

El escurrido consistió en la eliminación de la mayor parte del agua que ha quedado entre las fibras del cuero.

9. Acabado en húmedo

Es una operación que consistió en rehidratar las fibras del cuero curtido y prepararlo para la etapa posterior, los productos químicos utilizados:

- Agua 100 – 150 %
- Acido oxálico (C₂H₂O₄) 0.2 - .05 %
- Tensoactivo 0.2 - .05 %
- Acido acético (CH₃COOH) 0.2 - .05 %
- Acido fórmico(HCOOH) 0.2 - .05 %

a. **Neutralizado**

Este proceso consiste en aumentar el pH en el cuero (pH 4.0 a 6.0), para que los recurtientes, colorantes y engrasantes penetren y se dispersen homogéneamente, los productos químicos utilizados:

- Agua 100.0 - 150.0%
- Formiato de sodio (HCOONa) 0.5 - 2.0%
- Bicarbonato de sodio (NaHCO₃) 0.3 - 1.5%
- Sales neutralizantes y tamponantes* 0.5 - 2.0%
- Opcionales

b. Recurtido

Este proceso tuvo la finalidad de dar ciertas características al cuero según el artículo final deseado. Ejem. Cuero para corte, tapicería y marroquinería, los productos químicos utilizados:

- Agua 80.0 - 100.0%
- Recurtientes acrílicos 2.0 - 4.0%
- Recurtientes proteínicos 2.0 - 4.0%
- Recurtientes resínicos 2.0 - 4.0%
- Glutaraldehydos 2.0 - 6.0%
- Generalmente se utilizan indistintamente hasta un 18 % en su totalidad.

c. Teñido

El teñido es una operación que cuyo objetivo fue proporcionar al cuero, un color determinado, ya sea en la superficie solamente ó en todo el espesor del mismo. Los productos químicos utilizados:

• Acido fórmico	0.2 - 1.0%
• Anilinas ácidas	0.1 - 5.0%
• Anilinas directas	0.1 - 1.0%
• Anilinas básicas (catiónicas)	0.1 - 0.5%
• Nivelador de anilina	0.1 - 1.0%
• Amoniacó	0.5 - 1.0%

d. Engrase

El engrase tuvo por objeto lubricar las fibras y darle al cuero ciertas características físicas como: suavidad, textura, tacto, elongación etc. Los productos químicos utilizados

• Aceites Sulfitados	1.0 – 4.0%
• Aceites sulfonados	2.0 - 10.0%
• Aceites sulfoclorados	2.0 - 10.0%
• Aceites crudos	0.5 - 1.0%
• Acido fórmico (HCOOH)	0.5 - 3.0%
• Estos aceites pueden ser de origen natural o sintético.	

10. Acabado en seco

a. Ecurrido y desvenado:

Esta operación consistió en extraer el excedente de agua interfibrilar procedente de las operaciones anteriores, y también en estirar y alisar los cueros mediante una máquina que funciona con una cuchilla helicoidal.

b. Secado y desorillado

Mediante esta operación se extrajo un porcentaje considerable de humedad al cuero, el cual después de ser secado contendrá entre el 16 y 22 % de humedad para lo cual clavaremos el cuero a unos marcos de madera hasta obtener su secado durante 24 horas. Después de este tiempo recortaremos las orillas del cuero y zonas defectuosas.

11. Etapa del acabado

El acabado del cuero es la parte final del proceso de fabricación de las pieles, esto no consiste simplemente en pintar la superficie de la piel para tapar los rasguños naturales o cubrir los defectos producidos en las operaciones previas, sino que deben contribuir a proporcionar a la piel duración y elegancia, resaltando sus características propias mediante la aplicación sobre el lado de flor de varias capas de preparaciones seguidas de los correspondientes secados a través de la aplicación de películas; a pistola, para lo cual utilizamos: resinas, blinders, fillers, modificadores de tacto, mateantes, lacas acuosas, lacas solventes, pigmentos acuosos, pigmentos solventes, colorantes, disolventes orgánicos (metil isobutil y etil cetona, ciclohexanona, tolueno, xileno, alcohol isopropílico y acetona).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FISICAS DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 y 30%) de CURTIENTE VEGETAL, QUEBRACHO SULFATADO ATS”

1. Resistencia a la tensión o tracción

Al efectuar el análisis de varianza de la resistencia a la tracción del cuero caprino se evidenció diferencias altamente significativas ($P < 0.0008$), por efecto del porcentaje de curtiente vegetal quebracho sulfatado empleado en la formulación, la separación de medias evidencia diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en donde el mayor valor es obtenido por los cueros con el 25% de curtiente vegetal (T2), con valores medios de 174.52 N/cc, ubicándose a continuación los cueros curtidos con 15 y 30% de curtiente vegetal (T3 y T4), con valores medios de 162.85 y 162.78 N/cc respectivamente, los mismos que comparten rangos de significancia de acuerdo a la prueba de Duncan ($P < 0.05$), en tanto que el menor valor es reportado por los cueros con el 20% de curtiente vegetal (T1), con valores medios de 149.39 N/cc, como se observa en el cuadro 6.

La toma de muestras fue realizada de acuerdo a la Norma IUP 2 y el análisis se realizó con el empleo de dinamómetro, con una velocidad uniforme de la separación de mordazas de 100 mm/min, estableciéndose como límite permitido por el LACOMA de 150 N/ cc, de acuerdo a la norma IUP 6, si comparamos este reporte con los valores medios obtenidos en el presente trabajo experimental se puede observar que los tratamientos T0,T2,T3, superan ampliamente este límite, mientras que el tratamiento T1 se encuentra por debajo del valor referencial, es decir se producen cueros que pueden romper fácilmente su estructura fibrilar con la aplicación de una mínima tensión. El coeficiente de variación entre los tratamientos es de 4.23% es decir que las variaciones entre los datos reportados son mínimas. Los resultados logrados en esta investigación coinciden con los reportados por Mora, C. (2005), quien al utilizar niveles del 30% de quebracho

Cuadro 6. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 y 30%) DE QUEBRACHO SULFATADO ATS.

VARIABLE	NIVELES DE CURTIENTE VEGETAL				Prob	E.E.	CV	D.E.
	15%	20%	25%	30%				
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (N/cc)	162.85 b	149.39 c	174.52 a	162.78 b	0.00008	1.53	4.23	**
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	43.03 b	39.93 c	46.87 a	41.75 b	0.000005	0.51	5.27	**
LASTOMETRÍA (mm).	7.79 a	7.66 ab	7.19 b	7.61 ab	0.0712	0.14	8.51	**

** Las diferencias son altamente significativas $P < 0.05$.

Promedios con letras diferentes difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan $P < 0.05$.

Elaborado: Avalos, A (2008).

sulfatado que fue el nivel más óptimo para la curtición vegetal , evidencia valores de resistencia a la tensión de 166.50 N/cc y que están dentro de los límites permitidos por el Laboratorio de Control de Calidad de “Curtipiel Martínez” (LACOMA), como se indica en el gráfico 1.

Al realizar el análisis de regresión se determinó una regresión cúbica altamente significativa ($P < 0.0001$), con una ecuación de regresión igual a Resistencia a la tensión = $1189.59 - 147.96 (\% \text{curtiente}) + 6.81 (\% \text{curtiente})^2 - 0.10 (\% \text{curtiente})^3$, lo que indica que partiendo de un intercepto de 1189.59 la resistencia a la tensión inicialmente se incrementa en 14.79 décimas, observándose posteriormente que continua esta tendencia a incrementarse en 0.68 décimas al llegar al segundo nivel, para finalmente comenzar a decrecer en 0.010 décimas por cada unidad de cambio del porcentaje de quebracho sulfatado adicionado a la curtición de pieles caprinas, como se observa en el gráfico 2 . El coeficiente de determinación fue de 53.58% por efecto del porcentaje de curtiente vegetal mientras que el 47.42% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, como son especialmente el tiempo y la intensidad de rodaje de los fulones que provocan el aumento o la disminución de la resistencia de las fibras del colágeno. Los resultados logrados en esta investigación coinciden con los reportados por Mora, C. (2005), quien al utilizar niveles del 30% de quebracho sulfatado evidencia valores de resistencia a la tensión de 166.50 N/cc.

2. Porcentaje de elongación a la ruptura

Los valores medios obtenidos del porcentaje de elongación a la ruptura del cuero caprino presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.00005$), por efecto del porcentaje de curtiente vegetal empleado, alcanzándose los mejores resultados con el empleo del tratamiento T2 con valores medios de 46.87% superiores a los valores reportados por el tratamiento testigo (T0), que evidencio medias de 43.03%, en tanto que la menor elongación fue reportada por el tratamiento T1 con valores medios de 39.93% y que además son inferiores a los límites exigidos por el LACOMA , que son de mínimo 40% de alargamiento,

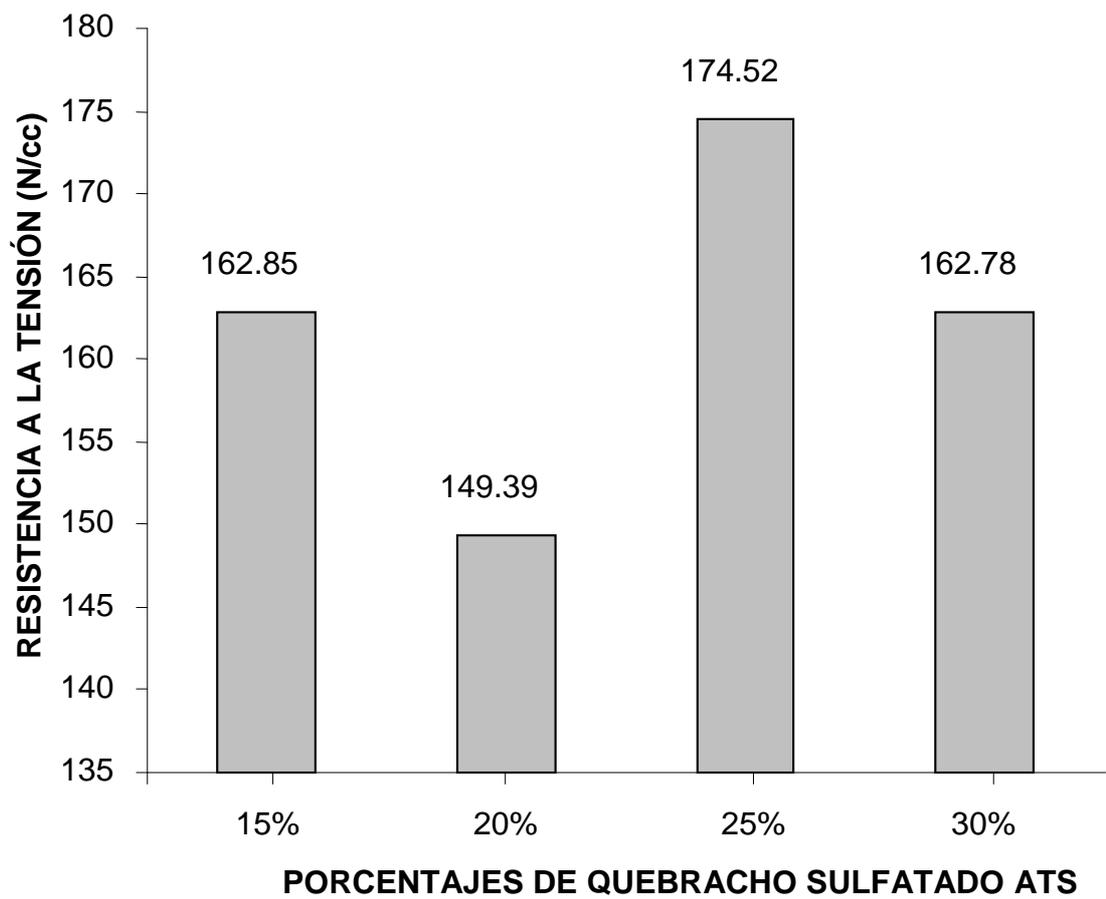


Gráfico 1. Resistencia a la tensión del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS.

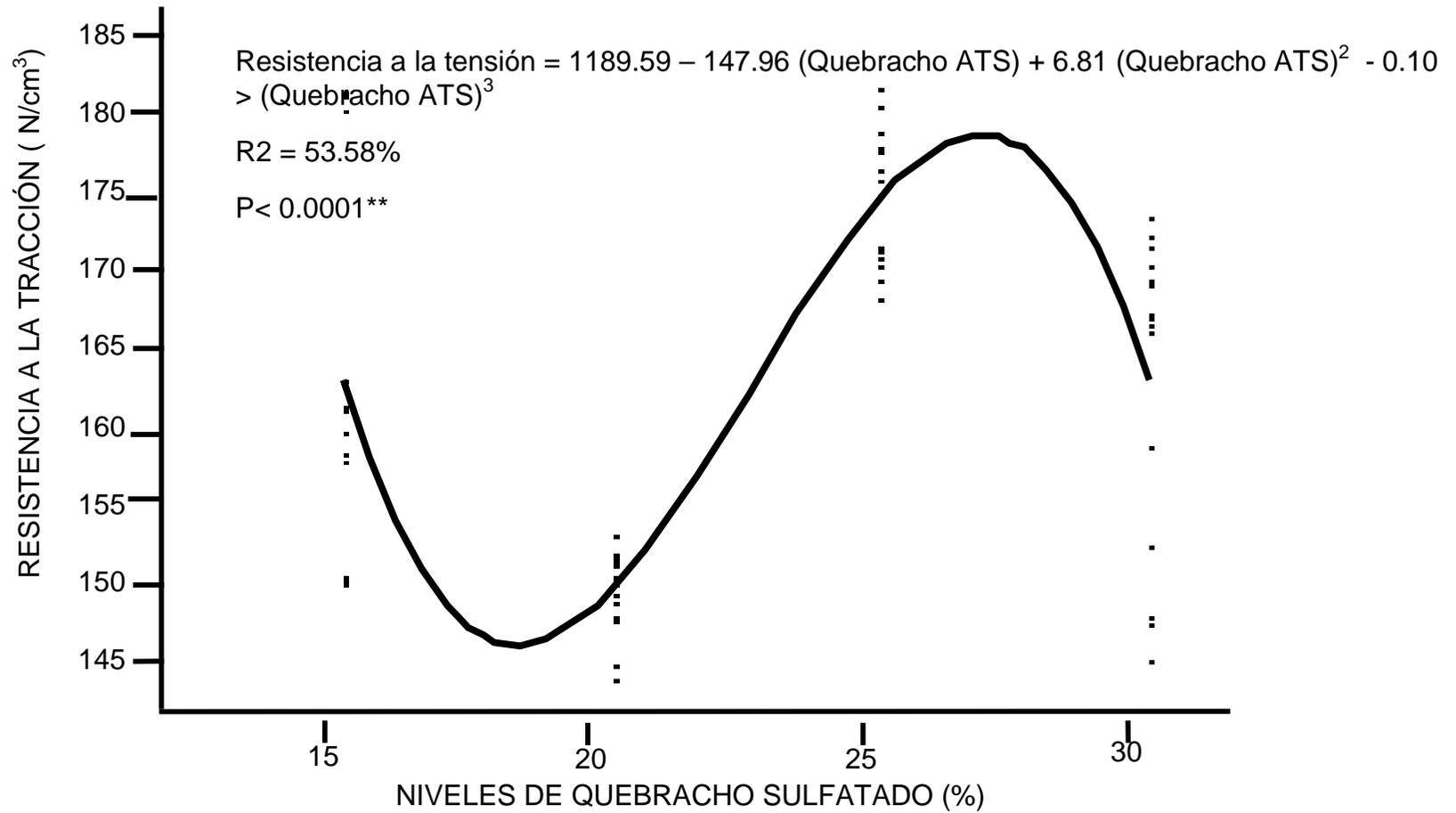


Grafico 2. Línea de regresión de la resistencia a la tensión en función de los porcentajes de quebracho sulfatado en la curtición vegetal de pieles caprinas.

como se observa en el cuadro 6. Estos reportes guardan relación con lo mencionado por Hidalgo, L. (2004), quien manifiesta que el extracto de quebracho sulfatado (ATS), es rico en taninos condensados de alto peso molecular (flobafenos), que son difícilmente solubles y sirven para mejorar el rendimiento y el alargamiento de las fibras del colágeno. Además se puede indicar que los reportes de la presente investigación son inferiores a los obtenidos por Mora, C. (2005), quien al realizar la curtición vegetal con el 30% de extracto de quebracho sulfatado evidencio valores medios de 62.50%, esto se debe principalmente a las exigencias del laboratorio que se utilizó para el análisis, ya que cada uno de ellos marca sus propias exigencias de calidad, pero todos se rigen a las normas de ensayo para resistencias físicas que en el caso del porcentaje de elongación es la IUP 6(2006), cuyo valor es de 40% (gráfico 3).

Realizando el análisis de la regresión del porcentaje de elongación en función de los porcentajes de quebracho sulfatado empleados en la curtición vegetal de las pieles caprinas se estableció una tendencia cúbica altamente significativa ($P < 0.0001$) con una ecuación de regresión para el porcentaje de elongación = $333.57 - 42.27 (\text{curtiente}) + 1.97 (\text{curtiente})^2 - 0.029 (\text{curtiente})^3$, de donde se desprende que el porcentaje de elongación a la rotura del cuero caprino inicialmente tiende a crecer en 4.22 décimas, para posteriormente continuar esta tendencia al incrementarse el porcentaje de curtiente vegetal en 0.19 décimas y por último tiende a decrecer en 0.0029 décimas con porcentajes más elevados de extracto de quebracho sulfatado como se observa en el gráfico 4 . El coeficiente de determinación evidenciado en la presente investigación es de 46.08% por efecto del porcentaje de curtiente vegetal, en tanto que el 53.92% restante depende de otros factores como son: ataque bacteriano, conservación inadecuada de la piel, mal curtido (cueros con zonas crudas), quemaduras por químicos (álcalis y ácidos), y por exceso en el rodamiento, entre otras.

3. Lastometría o distensión

Para el análisis de la lastometría o distensión de los cueros caprinos se tomó como referencia la Norma IUP 9 (2001), del Laboratorio de Control de Calidad de "Curtipiel Martínez" (2007), que exige una distensión mínima de 7.2 mm. Para

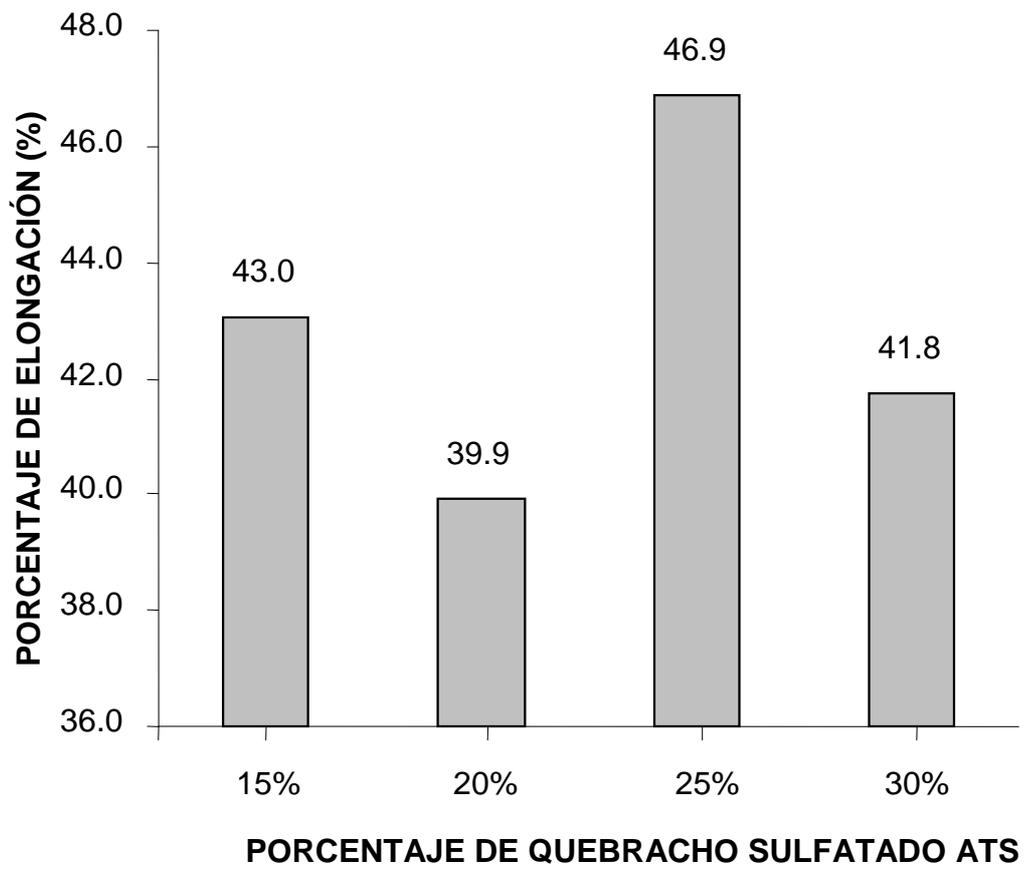


Gráfico 3. Porcentaje de elongación del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS.

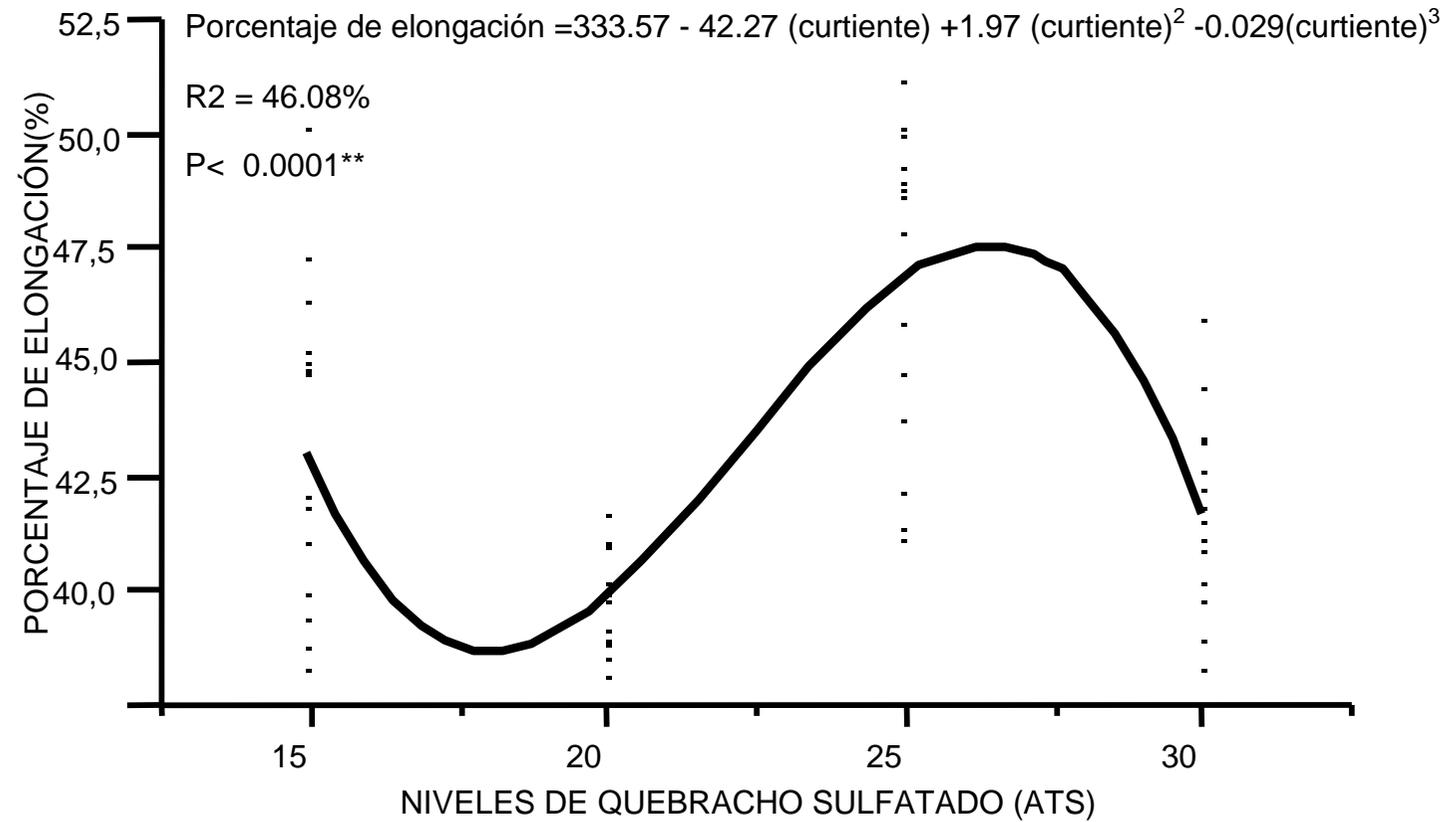


Gráfico 4. Línea de regresión del porcentaje de elongación en función de los porcentajes de quebracho sulfatado en la curtición vegetal de pieles caprinas.

que pueda considerar un cuero de buena calidad. Los valores medios reportados en la presente investigación evidenciaron diferencias altamente significativas ($P < 0.00712$), y una superioridad a los cueros del tratamiento testigo con valores de 7.79 mm. seguidos por los cueros del tratamiento T1 (7.66mm), con quienes comparten rangos de significancia de acuerdo a la prueba de Duncan ($P < 0.05$), a continuación se ubican los cueros del tratamiento T3 con valores medios de 7.61 mm. para por ultimo ubicarse los cueros del tratamiento T2 con valores medios de 7.19 mm. como se observa en el grafico 5. Resultados que al cotejarlos con las exigencias de la norma antes indicada se encuentran por debajo de los límites permitidos lo que da como resultado cueros que pueden romper fácilmente su estructura fibrilar con el empleo de fuerzas exteriores como son por ejemplo al montar y desmontar el calzado, o en las costuras que se realiza en la confección de vestimenta.

El coeficiente de variación para la lastometría evidenció un valor de 8.51% es decir que no existe variabilidad estadísticamente significativa entre los datos reportados de la presente investigación. Esto puede deberse a lo que manifiesta Bacardit, A. (2004), quien indica que la determinación de la distensión o lastometría nos sirve para juzgar la aptitud del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos, es decir en la confección de los artículos finales a los que son destinados como son chompas, zapatos, marroquinería, etc. la cual se ve reducida con el empleo de curtientes vegetales ya que los fenoles que son los constituyentes químicos característicos de estos forman sedimentos de ácido elágico que desmejora las resistencias físicas del cuero. (Cuadro 7).

Es por esto que los datos reportados evidencian menores calificaciones de lastometría con porcentajes más elevados de curtiente vegetal. No se realizó el análisis de regresión de la lastometría porque no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas por efecto del porcentaje de extracto de quebracho sulfatado empleado en la formulación de la curtición vegetal de cueros caprinos.

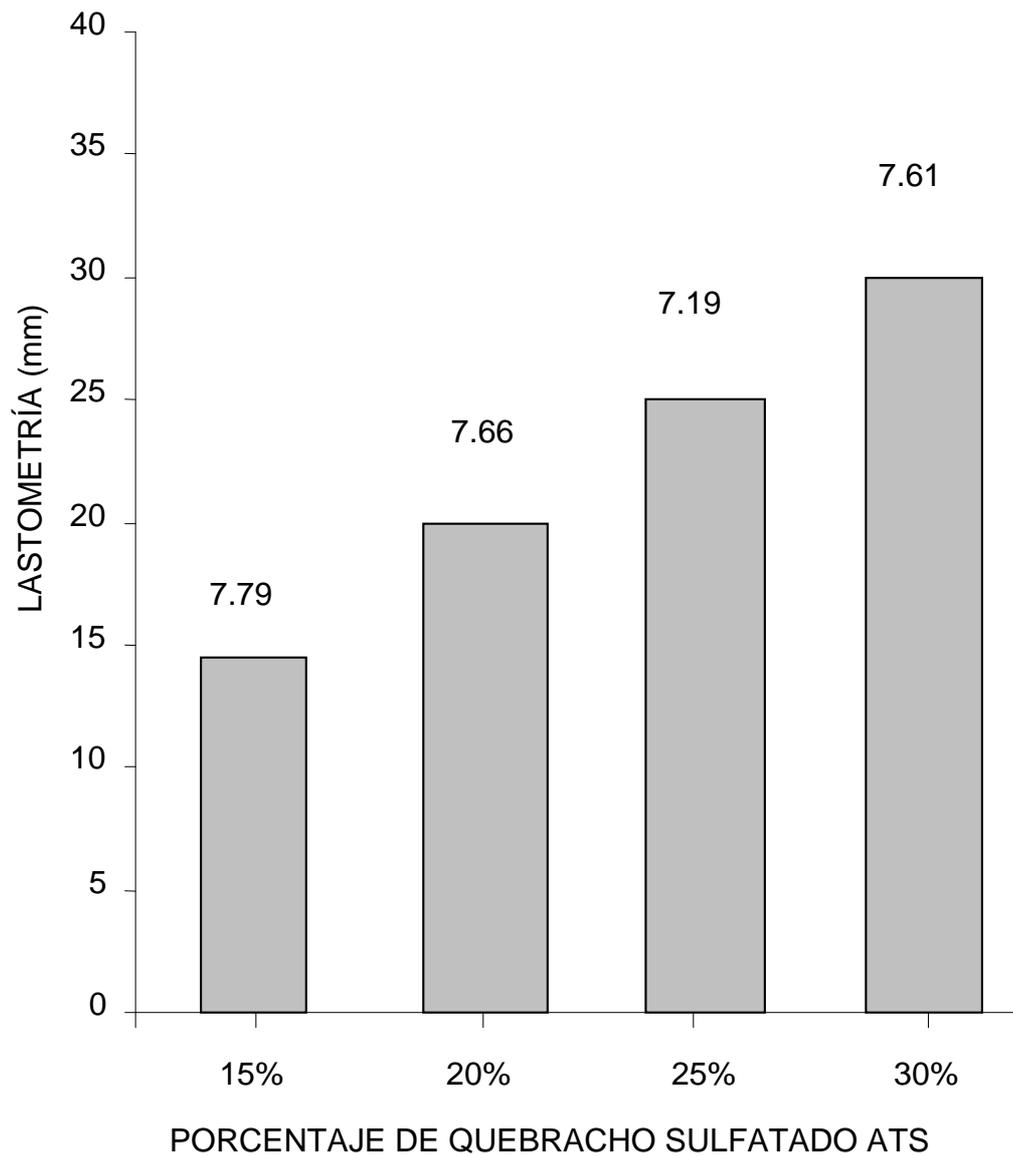


Gráfico 5. Lastometría o distensión del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS.

Cuadro 7. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 y 30%) DE QUEBRACHO SULFATADO ATS.

VARIABLES	NIVELES DE CURTIENTE VEGETAL				CRITERIO k- w	Prob	E.E	CV	D.E
	15%	20%	25%	30%					
LLENURA (PUNTOS)	4.00 b	3.80 b	4.67 a	3.13 c	21.72	7.00E-05	0.17	19.02	**
BLANDURA (PUNTOS)	3.93 b	3.67 b	4.60 a	2.73 c	30.06	1.00E-06	0.15	17.46	**
REDONDEZ (PUNTOS)	3.93 b	3.73 b	4.60 a	2.87 c	25.53	0.00001	0.17	19.75	**

K-W: Criterio Kruskal-Wallis (X^2 calculado = H).

** Las diferencias son altamente significativas según chi cuadrado $P < 0.002 = 10.859$.

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

Referencia de calificación= 1 a 2 (baja); 3 a 4 (Buena) y 5 (Muy Buena); según Hidalgo, L (2008).

Elaborado: Avalos, A (2008).

B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 Y 30%) DE CURTIENTE VEGETAL, QUEBRACHO SULFATADO ATS”.

1. Llenura

En la evaluación de la llenura de los cueros caprinos curtidos con diferentes porcentajes de quebracho sulfatado ATS se reportaron diferencias altamente significativas de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis para variables sensoriales ($P < 0.000001$), estableciendo como mejor tratamiento al trabajar con el 25% de quebracho sulfatado ATS (T2), con apreciaciones sensoriales de 4.60 puntos y calificación de MUY BUENA de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2007), ubicándose a continuación los cueros de los tratamientos T0 y T1 (15 y 20%) con valores medios de 3.93 y 3.73 puntos respectivamente y calificación de BUENA, de acuerdo a la mencionada escala, para por último ubicarse el tratamiento T3 (30%), que reportó las puntuaciones más bajas, con valores medios de 2.87 y calificación de Buena. (gráfico 6).

Esto se debe principalmente a lo que manifiesta tanto Soler, J.(1985), como Hidalgo, L. (2004), que indican que la curtición vegetal con extracto de quebracho sulfatado tiene tendencia al relleno selectivo en los lugares más vacíos de la piel esto es en las faldas y cuellos, debido a su elevado tamaño molecular que hace que las soluciones formadas sean coloidales e inclusive se forman suspensiones, concediendo a toda el área del cuero de una condición de homogeneidad en la distribución de las fibras del colágeno. El análisis del coeficiente de variación determina un valor de 19.72% que como es el caso de datos de campo es considerado aceptable y que determina que no existe mayor variabilidad entre los reportes de los diferentes porcentajes de quebracho sulfatado como se observa en el gráfico 7. Al cotejar los resultados reportados en la presente investigación con los datos reportados por Mora, C. (2005), que establece puntuaciones para llenura de 4.83 puntos y calificación de MUY BUENA con el empleo del 30% de quebracho sulfatado nos podemos dar cuenta que guardan relación.

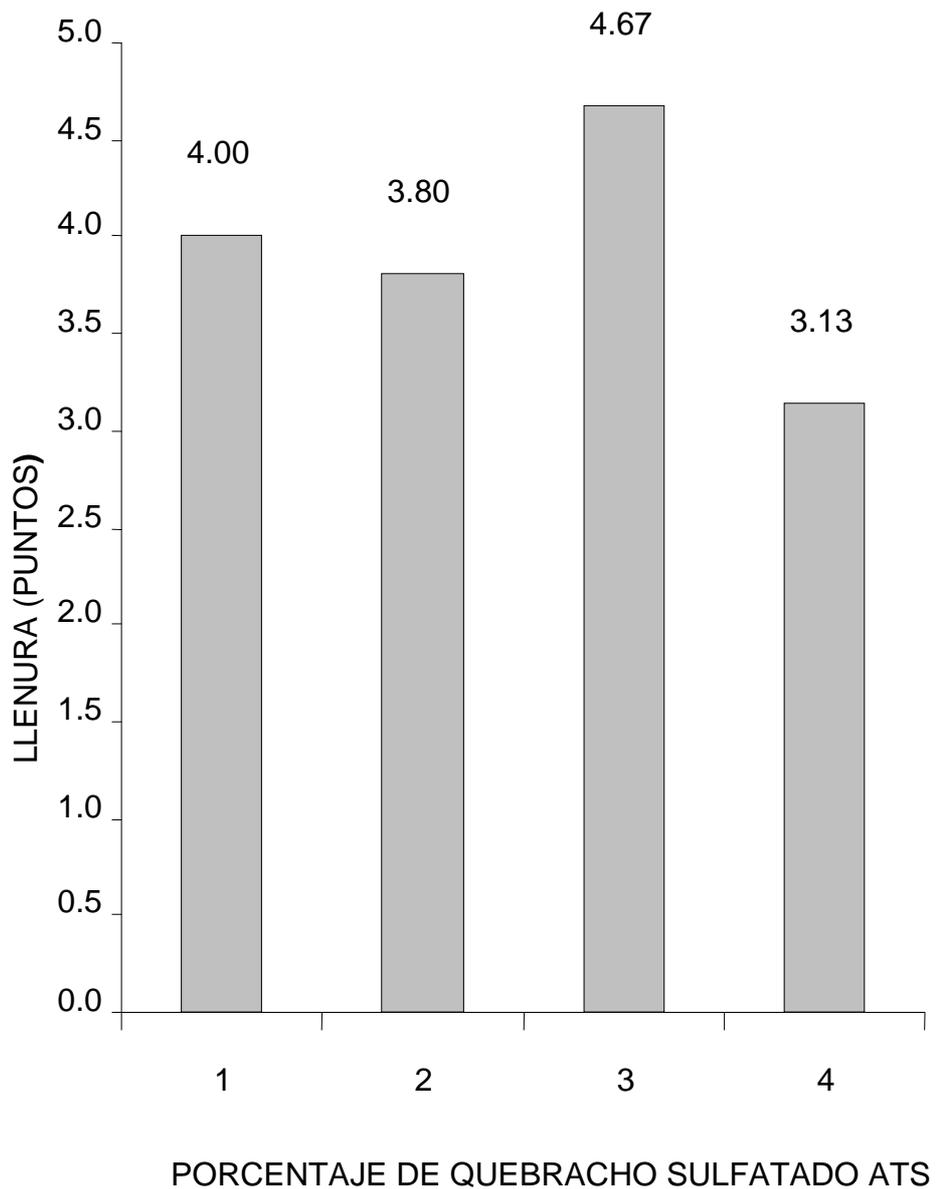


Gráfico 6. Llenura del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS.

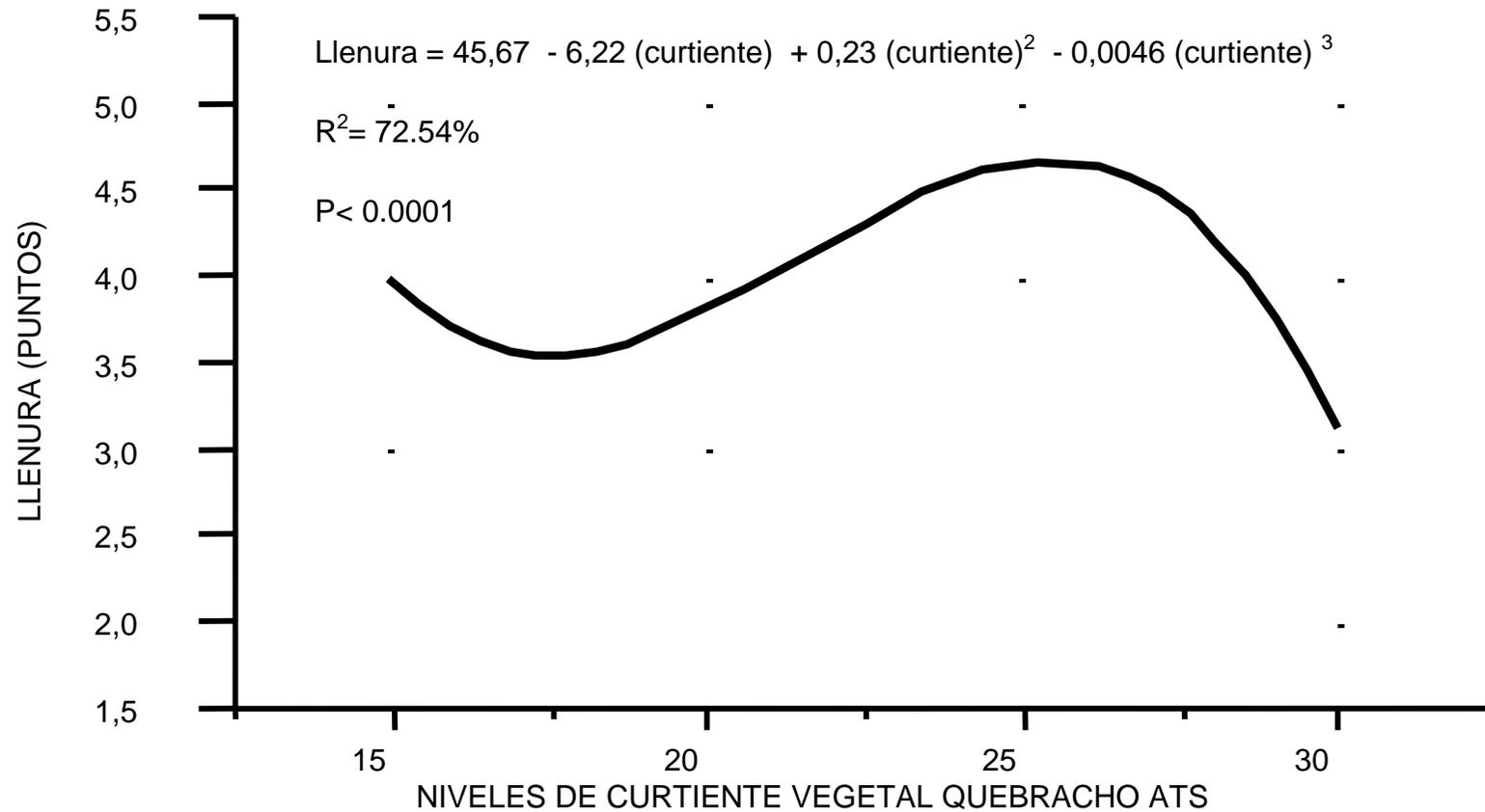


Gráfico 7. Línea de regresión de llenura en función de los porcentajes de quebracho sulfatado en la curtición vegetal de pieles caprinas.

Mediante el análisis de regresión se pudo determinar una tendencia cúbica altamente significativa ($P < 0.0002$), y una ecuación de regresión para llenura de $45,67 - 6,22 (\text{curtiembre}) + 0,23 (\text{curtiembre})^2 - 0,0046 (\text{curtiembre})^3$, como se puede observar en el gráfico 3, lo que indica que inicialmente la llenura tiende a disminuir en 0.622 décimas con porcentajes bajos de quebracho sulfatado ATS para luego evidenciar un crecimiento de 0.023 décimas para por último evidenciar nuevamente una disminución de la llenura en 0.00046 décimas por efecto del porcentaje de quebracho empleado en la formulación de la curtición vegetal de los cueros caprinos, presentando además un coeficiente de determinación de 72.54%, en tanto que el 27.46% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son: la calidad de la materia prima, los tiempos y revoluciones de rodado, la presión en el pesaje de los productos químicos utilizados para la curtición, entre otros.

2. Blandura

La característica sensorial de blandura de los cueros caprinos que se reporta en el gráfico 8, establece diferencias altamente significativas de acuerdo a la prueba de Kruskal – Wallis ($P < 0.000001$). La separación de medias por Duncan ($P < 0.05$) estableció diferencias estadísticas entre los tratamientos, en donde la mejor puntuación fue alcanzada por los cueros del tratamiento T2 con valores medios de 4.60 puntos y calificación de MUY BUENA de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2007), es decir con este tratamiento se producen cueros con bastante caída y sumamente blandos que pueden ser utilizados especialmente en la confección de vestimenta y calzado y que difieren estadísticamente de los tratamientos T1 y T2 con puntuaciones de 3.93 y 3.67 puntos respectivamente y calificación de BUENA de acuerdo a la mencionada escala, lo cuales además comparten igual rango de significación de acuerdo a Duncan ($P < 0.05$), en tanto que el tratamiento T3 fue el que alcanzó la menor puntuación del ensayo con valores medios de 2.73 puntos y condición BAJA, como se indica en el gráfico 9. Hidalgo, L. (2004), manifiesta que la calificación de 1 corresponde a cueros con una blandura bastante dura y sin caída; 5 corresponde a una mayor blandura, es decir un

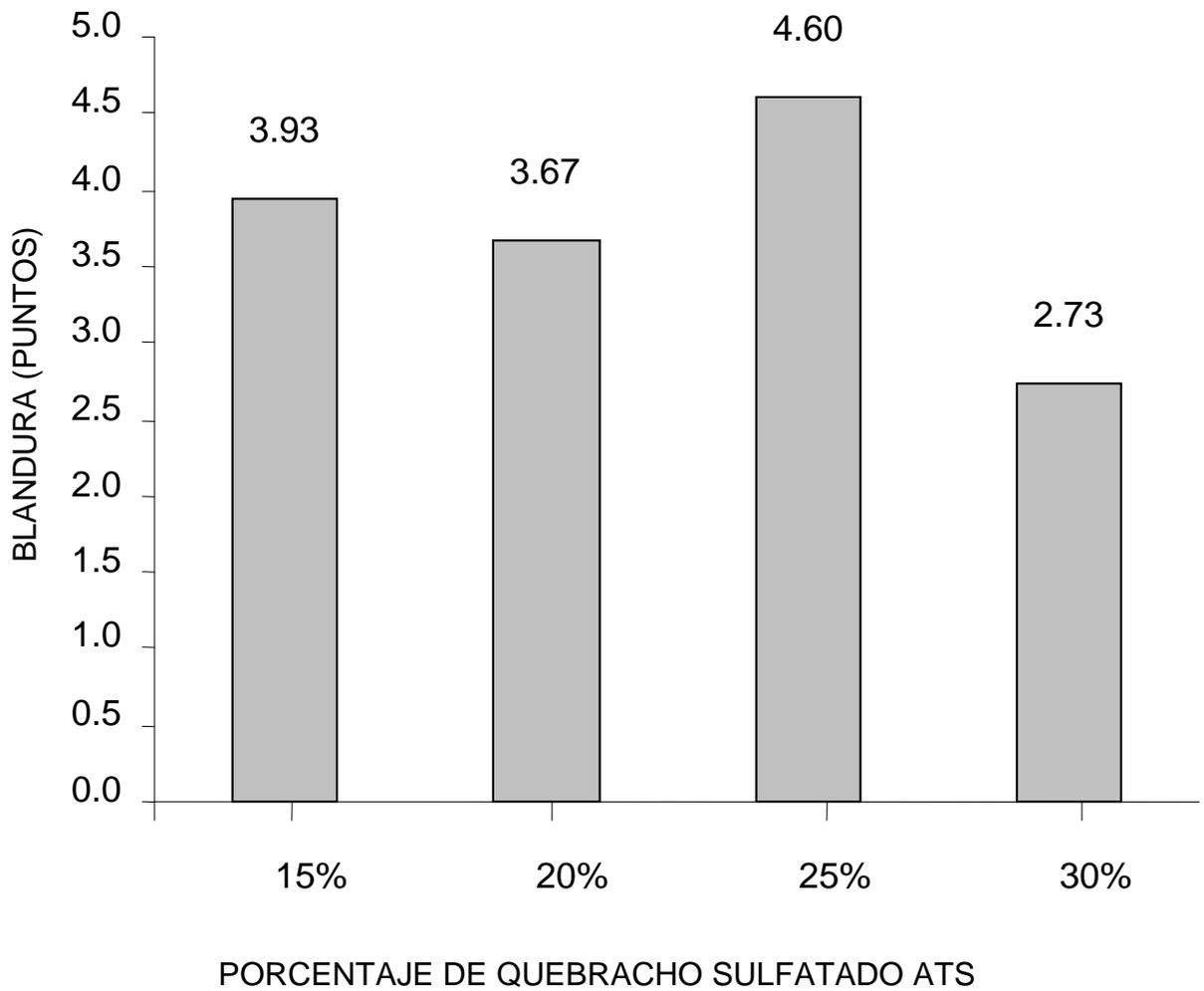


Gráfico 8. Blandura del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS.

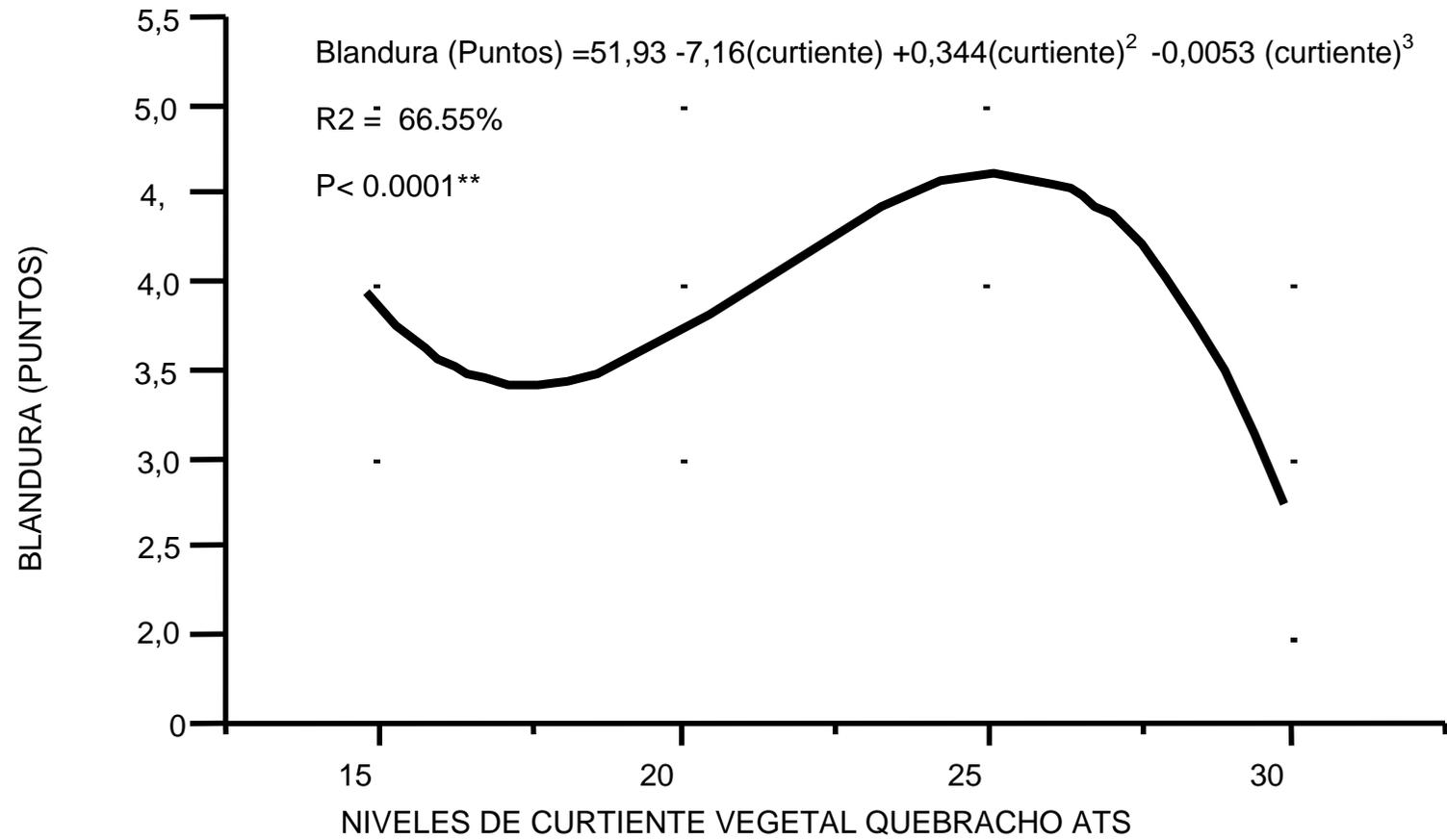


Gráfico 9. Línea de regresión de la blandura en función de los porcentajes de quebracho sulfatado ATS en la curtición vegetal de pieles caprinas.

cuero totalmente suave y sumamente caído y que números intermedios denotaran blandura y caída con escala de duro a suave y de ninguna caída a sumamente caída. En la investigación realizada por Mora, C. (2005), quien registró en sus pruebas sensoriales calificaciones medias de 5 puntos y condición de MUY BUENA para blandura con el empleo de los 20% de quebracho sulfatado ATS, que al ser comparados con los reportes de nuestra investigación se observa que guardan una cierta similitud.

Al realizar el análisis de regresión de la blandura se determinó una tendencia cúbica altamente significativa con una ecuación de regresión de Blandura = $51,93 - 7,16 (\text{curtiembre}) + 0,344 (\text{curtiembre})^2 - 0,0053 (\text{curtiembre})^3$, lo que manifiesta que inicialmente se establece que la blandura decrece en 0.716 decimas, para posteriormente incrementarse en 0.0344 decimas y finalmente volver a decrecer en 0.00053 decimas por efecto del incremento del porcentaje de quebracho sulfatado ATS empleado en la curtición vegetal de pieles caprinas, notándose además que el pico máximo de crecimiento de la llenura es alcanzado con el empleo del 25% de curtiembre vegetal. El coeficiente de determinación nos evidencia un porcentaje de 66.55% mientras que el 33.45% depende de otros factores no considerados en la presente investigación.

3. Redondez

Los valores medios obtenidos de la característica sensorial redondez de los cueros caprinos presentaron diferencias altamente significativas de acuerdo a la prueba de Kruskal – Wallis ($P < 0.0001E-1$), por efecto de los niveles de quebracho sulfatado ATS empleados en la formulación, (gráfico 10), registrándose la mejor respuesta con el empleo del tratamiento T2 con valores medios de 4.60 puntos y calificación de MUY BUENA de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2007), es decir cueros con un arqueado ideal (como se indica en el gráfico 11), para ser utilizados especialmente en la confección de calzado, en tanto que las calificaciones más bajas fueron las reportadas por el tratamiento T3, con valores medios de 2.87 puntos y calificación de BAJA de acuerdo a la mencionada escala, es decir cueros que pueden ser utilizados especialmente

para vestimenta en donde el arqueo no es una característica principal que debe poseer el cuero a utilizarse, en tanto que

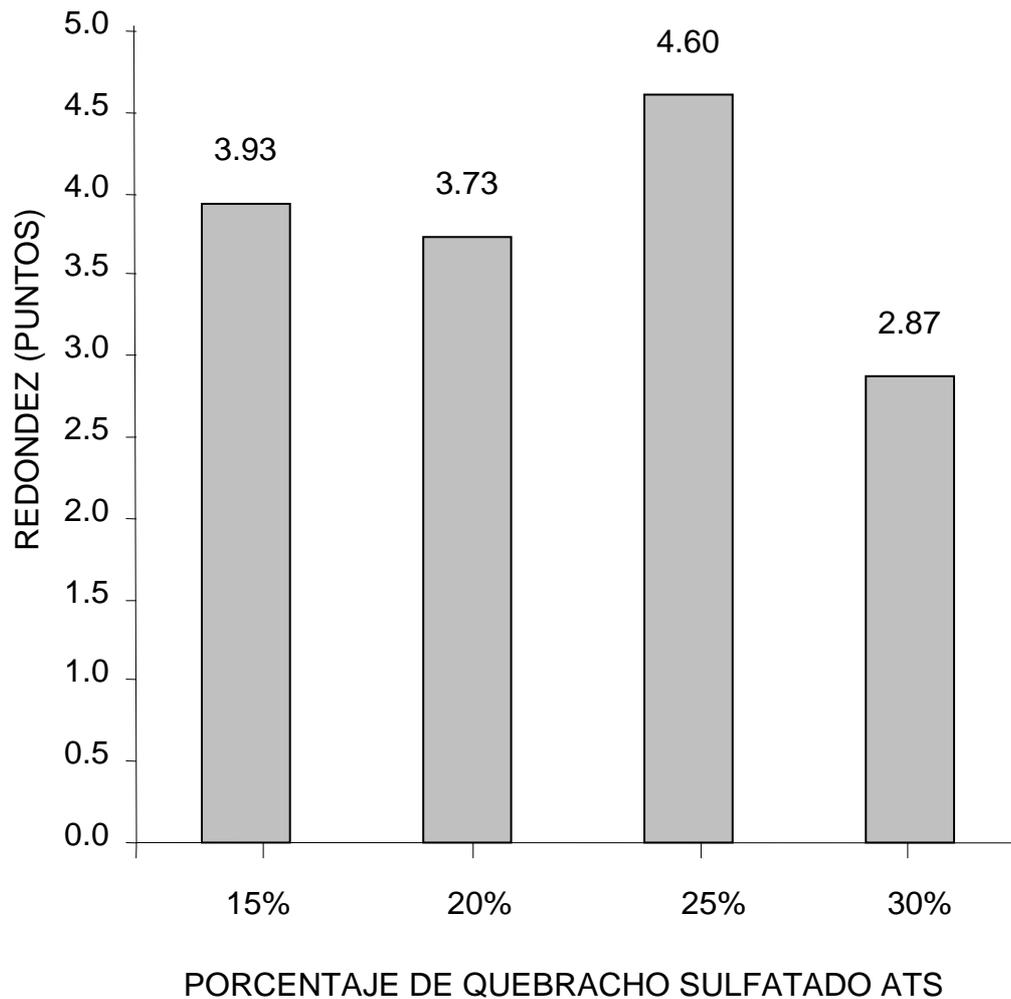


Gráfico 10. Redondez del cuero caprino curtido con diferentes porcentajes (15, 20, 25 y 30%) de quebracho sulfatado ATS.

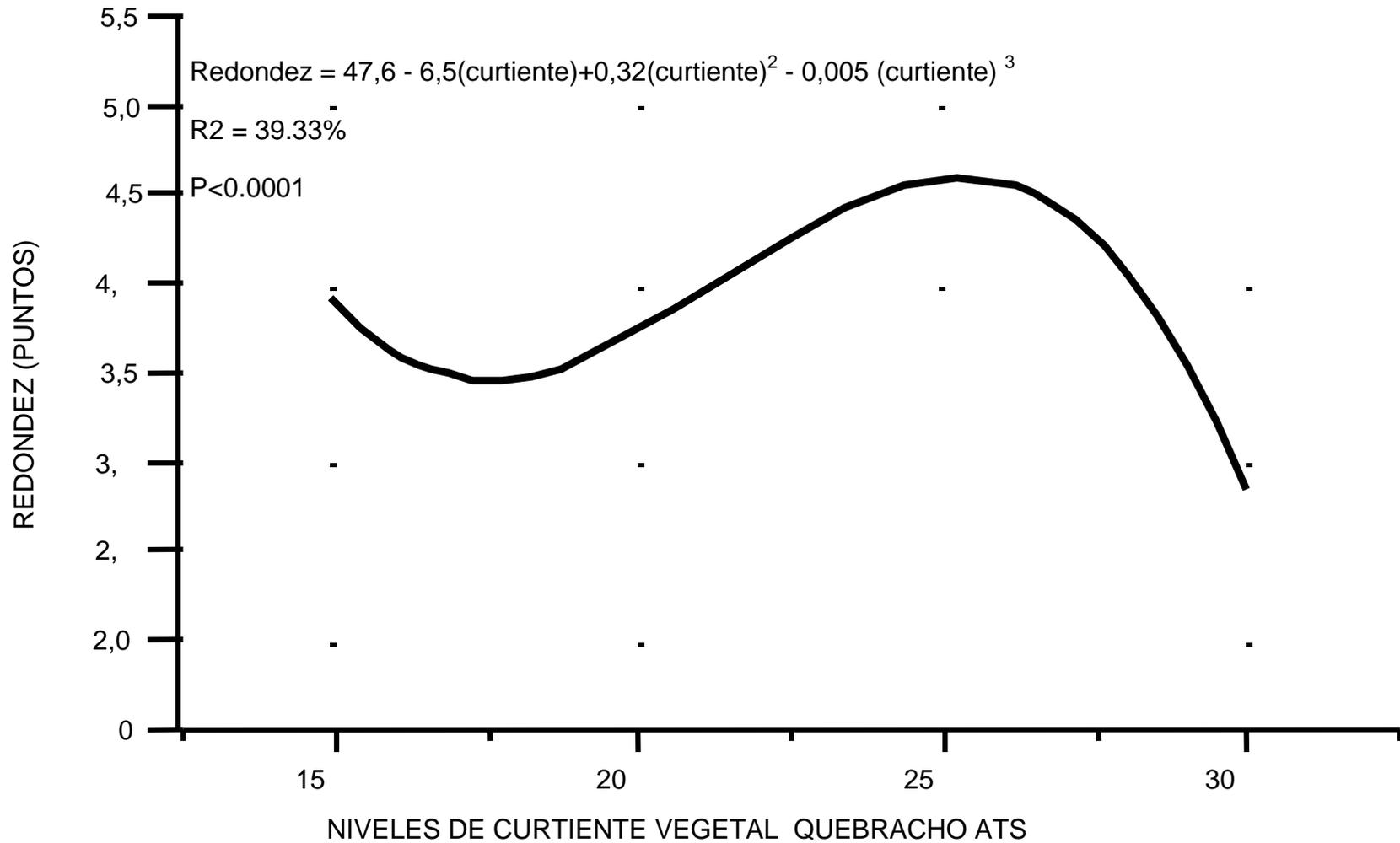


Gráfico 11. Línea de regresión de redondez en función de los porcentajes de quebracho sulfatado ATS en la curtición vegetal de pieles caprinas.

tratamientos T0 y T1 establecieron calificaciones de 3.73 y 3.93 puntos respectivamente y que comparten rangos de significancia de acuerdo a la prueba de Duncan ($P < 0.05$). El coeficiente de variación registrado para la redondez fue de 19.75% y que denota cierta confiabilidad en los datos con variaciones mínimas, expresadas en los valores de las desviaciones estándar (0.17). Esto se debe principalmente a lo que manifiesta Bacardit, A. (2004), quien indica una de las características principales de los curtientes vegetales es fijar el tanino sobre el colágeno para enriquecerlo y dotarle de una muy buena curvatura.

Realizando el análisis de la regresión de la redondez en función de los niveles de quebracho utilizados en la curtición de pieles de cabra se estableció una tendencia cúbica altamente significativa ($P < 0.001$), que se reporta en el grafico 11, de donde se desprende que el cuero caprino presenta una mayor resistencia a la tensión conforme se incrementa los niveles de quebracho sulfatado ATS con una ecuación de regresión para redondez = $47,6 - 6,5$ (curtiente) + $0,32$ (curtiente)² - $0,005$ (curtiente)³, lo que nos demuestra que con porcentajes bajos de quebracho sulfatado ATS inicialmente la llenura tiende a incrementarse en 0.65 décimas, para luego incrementarse en 0.032 decimas con el empleo del 25% de quebracho sulfatado ATS, para finalmente decrecer en 0.0005 decimas por cada unidad de cambio del porcentaje de quebracho sulfatado empleado en la curtición vegetal de cueros caprinos.

Como se puede evidenciar en los datos reportados el comportamiento de la llenura no es uniforme porque indica que tiene una influencia del 39.33 % (R^2), por efecto del porcentaje de curtiente vegetal utilizado, estableciéndose que este comportamiento más bien depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son: el tipo de conservación de la materia prima, la capacidad de penetración de los productos empleados en la curtición de las pieles caprinas, entre otros.

C. MATRIZ DE CORRELACION DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 y 30%) DE QUEBRACHO SULFATADO ATS

Para identificar si la correlación es significativa entre las variables en estudio se evaluó la matriz correlacional que se reporta en el cuadro 8. de donde se puede desprender que :

La correlaciona que se evidencia entre el porcentaje de curtiente vegetal y la resistencia a la tensión y porcentaje de elongación a la rotura de los cueros caprinos es significativa con un grado de asociación positivo de 0.33 y 0.45 respectivamente lo que indica que a medida que se incrementa el porcentaje de quebracho sulfatado la resistencia a la tensión y el porcentaje de elongación también se incrementan hasta el tercer tratamientos, en tanto que para consiguientes porcentajes de quebracho sulfatado esta tendencia tiende a decrecer ($P < 0.01$).

El grado de asociación existente entre el porcentaje de quebracho sulfatado y la lastometría disminuye con una relación significativa de $r = -0.349^*$, lo que manifiesta que a medida que se incrementan el porcentaje de quebracho sulfatado la lastometría tiende a disminuir ($P < 0.01$).

Para el caso de las variables sensoriales de llenura, blandura y redondez la correlación existente es significativa presentando grados de asociación de -0.318, -0.421 y -0.375 respectivamente, lo que nos indica que a medida que se incrementa el porcentaje de quebracho sulfato en la formulación de la curtición vegetal de los cueros caprinos las variables sensoriales de llenura, blandura y redondez tienden a recaer significativamente ($P < 0.01$).

Cuadro 8. MATRIZ DE CORRELACIÓN DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 y 30%) DE QUEBRACHO SULFATADO ATS.

		TRATAMIE TO	RESISTENCIA A LA TENSÌÒN	ELONGA CIÒN	LASTO METRÌA	LLENU RA	BLANDU RA	REDON DEZ
TRATAMIENTO	Pearson Correlation	1,000						
RESISTENCIA A LA TENSÌÒN	Pearson Correlation	0,333*	1,000					
PORCENTAJE DE ELONGACIÒN	Pearson Correlation	0,45*	0,622	1,000				
LASTOMETRÌA	Pearson Correlation	-0,349*	0,114	0,009	1,000			
LLENURA	Pearson Correlation	-0,318*	0,264	0,405	-0,057	1,000		
BLANDURA	Pearson Correlation	-0,421*	0,309	0,374	-0,073	0,473	1,000	
REDONDEZ	Pearson Correlation	-0,375*	0,277	0,370	0,001	0,428	0,596	1,000

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

D. EVALUACION ECONOMICA

Al realizar el análisis de costos se puede determinar con facilidad que el mayor rubro y de hecho significativo para la curtición vegetal de pieles caprinas lo representa la utilización del 25% de quebracho sulfatado ATS (T2), con un beneficio/costo de 1.24 o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se tendrá una utilidad del 24 centavos, superior en 19.05 dólares americanos al tratamiento con el 10% de quebracho sulfatado ATS (T1), que reportó una rentabilidad de 15% ya que su beneficio costo fue de 1.15, en tanto que los tratamientos con 15 y 30% de quebracho sulfatado reportaron un beneficio/costo de 5 y 10% respectivamente como se reporta en el cuadro 9 .

No obstante cabe señalar que estos márgenes de rentabilidad son apreciables e interesantes, ya que corresponden a beneficios rentables considerando que el tiempo de curtición de las pieles caprinas es relativamente corto por lo que conseguiremos una recuperación económica rápida y sin mayores riesgos que inclusive superan a la inversión de la banca comercial, que en los actuales momentos está entre los 12 a 14%., por lo que se puede recomendar incursiona en este tipo de actividad industrial que requiere de una costo de inversión bastante bajo, y que es la alternativa más idónea para reemplazar la curtición de pieles bovinas que en los actuales momentos está atravesando una crisis bastante fuerte por la ausencia de materia prima de calidad lo que hace que su costo se eleve en forma significativa.

Cuadro 9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CUERO CAPRINO CURTIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES (15, 20, 25 y 30%) DE QUEBRACHO SULFATADO ATS.

DETALLE	Cant.	Costo/u	Costo/T0	Costo/T1	Costo/T2	Costo /T3	TOTAL
Pieles	60	3.50	52.50	52.50	52.50	52.50	210
Tensoactivo	6	2.62	2.29	2.63	2.45	2.65	10
Cloruro de Sodio	12	0.70	4.52	0.19	4.36	4.62	14
Hidróxido de calcio	2	0.95	0.67	0.75	0.78	0.82	3.0
Sulfuro de Sodio	4	0.95	3.8	3.63	3.65	3.69	14.77
Formiato de Sodio	4	0.92	0.52	0.56	0.63	0.69	2.40
Rindente	8	0.79	2.32	2.35	2.45	2.56	9.68
Ácido Fórmico	4	1.10	1.12	1.12	1.26	1.32	4.82
Tanino Sintético	8	1.36	2.14	2.26	2.29	2.32	9.01
Dispersante	4	5.00	5.12	5.23	5.36	5.42	21.13
Quebracho Sulfatado ATS	60	2.23	16.89	17.12	17.26	17.53	68.80
Diesel	4	2.16	2.14	2.16	2.23	2.26	8.79
Ácido Oxálico	4	2.45	2.16	2.19	2.24	2.29	8.88
Hiposulfito de Sodio	8	1.24	2.45	2.49	2.56	2.68	10.18
Grasa Sulfatada	8	3.00	6.23	6.39	6.42	6.56	25.60
Grasa Sulfitada	24	0.68	5.23	5.26	5.32	5.86	21.67
Rebajado ó Raspado	60	0.53	12.32	12.45	12.32	12.36	49.45
Análisis	60	30.00	30	30.00	30	30	120.00
TOTAL EGRESOS			152.42	149.28	154.08	156.13	611.91
INGRESOS							
VENTA DE CUEROS							
SUPERFICIE PIE2			80	82	85	78	
Costo pie2			2.1	2.1	2.3	2.1	
Total			168	172.2	191.25	163.8	
Beneficio/costo			1.10	1.15	1.24	1.05	

Elaborado: Avalos, A. (2007).

V. CONCLUSIONES

Es importante considerar las siguientes conclusiones de carácter técnico derivadas de los resultados obtenidos:

1. Con la utilización del 25% de quebracho sulfatado en la curtición de pieles caprinas se mejoró en forma significativa las resistencias físicas del cuero en lo que tiene que ver con el porcentaje de elongación (46.87%), y resistencia a la tensión o tracción (174.52N/cc).
2. Al trabajar con el 25% de curtiente vegetal la lastimetría presentó los valores más bajos (7.19 mm), pero si supera las normas de calidad para el análisis del cuero IUP (2001), que exige una lastimetría mínima de 7 mm , antes de romper su superficie.
3. Con respecto al análisis sensorial de llenura (4.67 puntos), blandura (4.60 puntos), y Redondez (4.60 puntos), los mejores valores también fueron reportados por el 25% de quebracho sulfatado (T2), concluyendo que la presencia de estos porcentajes de curtiente vegetal coadyuva al mejoramiento significativo de las características sensoriales del cuero caprino por su óptimo enlace con los grupos carboxílicos del colágeno.
4. Los costos de producción cuando se utilizo el 25% de curtiente vegetal quebracho sulfatado en la curtición de pieles caprinas fueron de 154.08 dólares americanos para producir 15 cueros de óptima calidad, que se redujo hasta 149.28 dólares con el empleo del 20% de quebracho sulfatado, pero hay que tomar en cuenta que las características reportadas por este tratamiento no fueron las requeridas por el sector manufacturero del cuero, especialmente del sector calzado, al ser pobres sus características organolépticas de llenura y redondez.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones vertidas anteriormente se desprenden las siguientes recomendaciones:

1. Producir cueros caprinos con el 25% de curtiente vegetal (quebracho sulfatado), ya que se mejoran las resistencias físicas del cuero, permitiendo al sector del calzado disponer de materia prima de alta calidad y que resista a las fuerzas multidireccionales que apliquen sobre él, especialmente en el montado de los zapatos o en las costuras cuando se somete al doblado del paso al caminar.
2. Se recomienda producir cueros caprinos con el 25% de curtiente vegetal ya que se consigue mejorar en forma significativamente las características sensoriales del mismo, permitiendo que la flor del cuero sea aprovechado en su totalidad.
3. Se recomienda producir cueros caprinos curtidos con quebracho sulfatado ya que en los momentos actuales el sector curtiembre está atravesando una de las peores crisis por falta de materia prima (cueros bovinas), incremento de precio de las misma, por la poca oferta tienen que invertir mucho mas capital para competir en la captación de las pieles a los pequeños productores, la legislación ambiental está más estricta y exige evaluaciones ambientales con mayor frecuencia, entre otros factores, que hacen que este sector tan importante para la economía nacional se vea inclusive en la necesidad de cerrar sus puertas generando desempleo a muchas personas.

VII. LITERATURA CITADA

1. ABRAHAM, A. 1981. Caprinocultura I. 2a. ed. México D.F, México. Edit. LIMUSA. pp. 23,56, 83,139-157.
2. ABRAHAM A. y AGRAZ, G. 1981. Cría y Explotación de la Cabra en América latina. 1a. ed. México D.F, México. Edit. HEMISFERIO SUR. pp. 3-19, 114 – 118.
3. ADZET, J. 1995. Química Técnica de la Tenería. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Vallas. pp. 12, 45,56, 78.
4. AGRAZ, G. 1981. Cría y explotación de la cabra lechera en México. 1a ed. México D.F, México. Edit. TRUCCO. pp. 45, 55, 63,75.
5. ANDRADE, G. 1996. Prácticas II de tecnología del Cuero. sn. Riobamba, Ecuador. se. pp. 79 -86.
6. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
7. CENTRO DE LA INVESTIGACIÓN Y ASESORIA TECNOLÓGICA EN EL CUERO (CIATEC). 2005. Manual del Centro de la Investigación y Asesoría tecnológica en el Cuero y calzado. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. se. pp 12, 19, 25, 46, 47,52.
8. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2007. Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.

9. ENCICLOPEDIA LEXUS EDITORES. 2004. Manual de crianza de Animales 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. LEXUS. pp. 618 -641.
10. FRANKEL, A. 1989. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.
11. FONTALVO, J. 1999. Características de las películas de emulsiones acrílicas para acabados del cuero. sn. Medellín, Colombia. Edit. Rohm and Hass. pp. 19 – 41.
12. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. sn. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
13. <http://www.explotacioncaprina.com>. 2005. Hábitos y costumbres de los caprinos de nuestra serranía.
14. <http://www.necesidadesalimenticias>. 2005. Necesidades alimenticias para la producción de caprinos.
15. <http://www.google.com> . 2005. Manejo antes del sacrificio de los caprinos en la serranía.
16. <http://www.manejoantesdelsacrificio.htm>. 2005. Técnicas para el manejo antes del sacrificio de los caprinos.
17. <http://www.google.htm>. 2005. Técnicas para realizar el sacrificio de los animales caprinos.
18. <http://www.cueronet.com>. 2005. desollado y conservación de pieles caprinas.

19. <http://www.cueronet.htm>. 2005. Defectos más comunes presentes en las pieles caprinas.
20. <http://www.unitan.net>. 2005. Factores que influyen en el valor comercial de las pieles caprinas.
21. <http://www.defectosdelapiel.net>. 2005. Defectos as comunes en las pieles caprinas.
22. <http://www.definicion.org>. 2005. Operaciones de ribera para la curtición de pieles caprinas.
23. <http://www.flujograma.curtido.htm>. 2004. Curtición con productos vegetales de las pieles caprinas.
24. <http://www.definicion.curtido.org>. 2005. Elementos para la curtición con productos vegetales de las pieles caprinas.
25. <http://www.curtientesvegetales.html>. 2003. Estudio de los curtientes vegetales (quebracho sulfatado ATS).
26. <http://www.quebrachosulfatado.Html>. 2005. El quebracho sulfatado y sus propiedades.
27. <http://www.taninos.tripod>. 2005. El quebracho ordinario y sus propiedades para la curtición.
28. <http://www.curticiondeorigenvegetal.com>. 2005. El quebracho semi-soluble y sus propiedades.

29. <http://www.tecnica/quebracho.htm>. 2005. Número de uniones de éster en una molécula de tanino.
30. <http://www.finalidaddelacabado.htm>. 2005. Finalidad de los acabados del cuero caprino.
31. <http://www.productosauxiliares.htm>. 2005. Productos auxiliares para el acabado de los cueros.
32. <http://www.gemini.udistrital.edu>. 2004. Métodos para el análisis sensorial del cuero caprino.
33. JONES, C. 2002. Manual de Curtición Vegetal. se. Buenos Aires Argentina. Edit. LEMIN. pp. 32 -53.
34. LA CASA QUIMICA BAYER. 1987. Curtir, teñir, acabar. 1a ed. Edit. BAYER. Munich, Alemania. pp 11 – 110.
35. LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE CURTIPIEL MARTINEZ. 2007. se. Ambato, Ecuador. sn.
36. LACERCA, M. 1993. Laboratorio de Investigación y Análisis del Cuero y Efluentes. sn. Ambato. Ecuador. sl. pp. 1, 2, 5,9, 10.
37. LEACH, M. 1985. Utilización de Pieles. Curso llevado a cabo por el Instituto de Desarrollo y recursos Tropicales de Inglaterra en colaboración de la facultad de Zootécnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua. 2a ed. México DF, México. se pp 8 -15.
38. LULTCS, W. 1993. Physical Testing Comisión, J. soc. Leather Techno. Chem. sl. pp. 5, 12, 13, 16.

39. MORA, C. 2005. Evaluación de las pieles ovinas curtidas con 3 niveles de Quebracho Sulfatado ATS (20-25 y 30%). Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 76 -79.

40. SOLER, J. 2004. Procesos de Curtido. 1a ed. Barcelona, España. Edit. CETI. pp. 12,45, 97,98.

ANEXOS

