



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

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN TOGGLING PARA EL
ESTACADO DE PIELES MENORES”**

TESIS DE GRADO

**Previa a la obtención del título de
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

AUTORES:

CARLOS ALFREDO AGUALSACA MERO
ÁLVARO MARCELO MOYANO BARAHONA

RIOBAMBA-ECUADOR

2014

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

Ing. Daniel Mauricio Beltrán del Hierro.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. M.C. Edwin Darío Zurita Montenegro.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 30 de junio del 2014.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo quien a través de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, me han acogido en su seno para educarme con sus conocimientos, valores, principios y ética profesional. A todos los Docentes de la Facultad que contribuyeron con sus conocimientos, experiencias y anécdotas, gracias por su tiempo y por su paciencia. Un agradecimiento especial a Alfredo Agualsaca y Nobeís Mero, quienes con su AMOR, cariño, paciencia, afecto y respeto han sabido guiarme por el buen camino a lo largo de mi vida. En general a todos mis mejores amigos, quienes han compartido conmigo muchas experiencias universitarias, nunca cambien.

Carlitos Agualsaca

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado primero a DIOS, quien me ha dado la sabiduría y prudencia para poder administrar mi vida, en segundo lugar se lo dedico a mis padres Alfredo y Nobeís, quienes con amor, cariño y dedicación me han convertido en un hombre de bien, hecho y derecho, en tercer lugar se lo dedico a mi Abuelita Cruz Elizabeth Moreira quien es mi orgullo, mi compañía desde el cielo y por último a toda mi familia y amigos quienes con esmero siempre nos han brindado su caluroso apoyo incondicional.

Carlos Agualsaca

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL	3
B. PIELES DE ESPECIES MENORES	4
1. <u>Pieles ovinas</u>	4
2. <u>Pieles caprinas</u>	7
3. <u>Pieles de conejo</u>	8
4. <u>Pieles de cuy</u>	10
5. <u>Pieles de animales marinos</u>	11
C. ESTIRADO DEL CUERO	12
D. SECADO DE LAS PIELES	14
1. <u>Factores que influyen en el secado</u>	16
a. <u>Características del agua y el aire</u>	17
b. Características del aire húmedo	17
c. Equilibrios hidroscopicos del cuero	18
3. <u>Modificaciones del cuero durante el secado</u>	18
a. Reducción del contenido de agua	19
b. Contracción de la superficie	20
c. Migraciones de las sustancias solubles	20
d. Modificaciones del punto isoeléctrico	21
e. Formación de varios tipos de enlaces químicos	22
4. <u>Sistemas de secado</u>	23
a. Cámaras de secado	23
b. Túnel de secado	24
c. Secadero de Pinzas	26
d. Toggling	26
e. Composición y funcionamiento de la máquina de secado Toggling	29
f. Placas Secotherm	30
g. Secado al vacío	30
h. Bombas de calor	32

i.	Por radiación	32
5.	<u>Fallas en el procedimiento y defectos en el cuero</u>	34
a.	Oscurecimiento del color - Cueros curtidos al vegetal	34
b.	Flor Quebradiza	36
c.	Defectos en el secado Pasting y en otro tipo de secado	36
d.	Pérdida de superficie del cuero y endurecimiento	37
E.	INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN EL SECADO DEL CUERO	38
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	41
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	41
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	41
C.	MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	42
1.	<u>Materiales</u>	42
2.	<u>Equipos</u>	42
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	43
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	43
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	43
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	44
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	45
1.	<u>Longitud inicial del cuero</u>	45
2.	<u>Longitud final del cuero</u>	45
3.	<u>Incremento de la longitud del cuero en decímetros</u>	46
4.	<u>Porcentaje de estiramiento del cuero</u>	46
5.	<u>Tiempo de secado</u>	46
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	47
A.	DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO	47
B.	BALANCE DE MASA DENTRO DEL TOGGLING	56
1.	<u>Calculo de la masa de Agua</u>	57
2.	<u>Calculo de la materia seca</u>	58
3.	<u>Balance de energía dentro del toggling</u>	59
C.	PRUEBAS FÍSICAS DE LAS PIELS MENORES ESTACADAS EN EL TOGGLING DISEÑADO, CONSTRUIDO E INSTALADO EN EL LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELS	63
1.	<u>Longitud Inicial</u>	63
2.	<u>Longitud final del cuero</u>	65
3.	<u>Incremento en decímetros de la longitud del cuero</u>	69
4.	<u>Porcentaje de estiramiento del cuero</u>	71
5.	<u>Tiempo de secado</u>	73

D.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	76
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	79
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	80
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	81
	ANEXOS	

RESUMEN

La construcción, e instalación del toggling, para el estirado y secado del cuero se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio de Curtición de Pieles de la FCP, de la ESPOCH, no se dispone de tratamientos experimentales sin embargo se procedió a realizar pruebas piloto semanales, con 5 pieles, que se consideró como fuente de variación, por lo que, los resultados registrados respondieron a una recopilación de muestras sistematizadas, utilizando estadística descriptiva. Los resultados indican que para que el cuero quede plano, con flor lisa y poro fino debe secarse en el toggling. Después de comparar la longitud tanto inicial como final y porcentaje de incremento en la longitud, se concluye que el método más adecuado fue el toggling, porque el cuero se seca en menor tiempo, tiene mejor rendimiento en área, mejores cualidades de quiebre y suavidad. Los resultados indican que el toggling fue construido con materiales y técnicas para conseguir un mayor porcentaje de incremento en la longitud del cuero así como también se estima que se requiere de 2 horas con 30 minutos para conseguir un secado óptimo. El toggling aunque tiene un costo elevado, se compensa por la calidad del cuero, además de acuerdo a la evaluación económica se conseguirá una recuperación del capital en los dos primeros años, y el tiempo de vida útil restante será utilidad. Por lo que se utilizara el secado al vacío en el toggling, ya que los beneficios son más altos, que en otro tipo de secado como al ambiente.

ABSTRACT

The construction and installation of toggling, for the stretched and the leather is developed in the Tanning of Skins Lab of ESPOCH, there are not available experimental treatments , although was proceed to realize pilot test weekly, 5 skins, considered like variation source, so the registered results answered to the collect of systematized samples, using descriptive statistic. The results indicate that the leather remains flat with smooth flower and thin pore must dry in the toggling. After to compare the length both initial and final and the percent in the increase in the length, is concluded that the appropriate method was the toggling, because the leather dries off in less time, has better performance in the area, best qualities of breakdown and smoothness. The results indicate that the toggling was built with techniques and materials to obtain a greater percentage of rises in the length of leather and is estimated that is required of 2 hours with 30 minutes to obtain an ideal drying. Although the toggling has a high cost, makes up for the leather quality, besides according to the economical evaluation will get a capital recovery in two first years, and the time of remaining useful life will be profit. For this reason will use the vacuum drying in the toggling, since the benefits are higher than in another type of dried out the air.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	PORCENTAJE DE AGUA EN EL CUERO CURTIDO AL CROMO.	20
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	41
3.	ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS PIELES ESTACADAS EN EL TOGGLING DISEÑADO, CONSTRUIDO E INSTALADO EN EL LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELES.	64
4.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	77

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Esquema de la piel.	4
2.	Cámara de secado del cuero.	24
3.	Túnel de secado del cuero	25
4.	Secadero de pinzas.	26
5.	Esquema de un toggling.	28
6.	Ilustración de un secador al vacío.	31
7.	Ilustración del secadero por radiación.	34
8.	Dimensiones promedio de la piel ovina.	47
9.	Dimensiones de la base y la altura que deben tener las mallas de estacado partiendo de las medidas iniciales de la piel	49
10.	Dimensiones de la malla de estacado.	51
11.	Construcción de la malla de estacado.	52
12.	Construcción del marco para la malla de estacado.	52
13.	Sujeción de la malla con el marco de soporte mediante el eje de giro.	53
14.	Adición de las rieles para el sistema de rodadura de los marcos de sujeción.	54
15.	Estructura interna del toggling.	55
16.	Plano estructural del toggling finalizado.	55
17.	Comportamiento de la longitud inicial de las pieles estacadas en el toggling diseñado, construido e instalado en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles.	66
18.	Comportamiento de la longitud final (dm), de las pieles estacadas en el toggling diseñado, construido e instalado en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles.	68
19.	Comportamiento del incremento de la longitud de las pieles estacadas en el toggling diseñado, construido e instalado en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles.	70
20.	Comportamiento del porcentaje de estiramiento de las pieles estacadas en el toggling diseñado, construido e instalado en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles.	72
21.	Comportamiento tiempo de secado de las pieles estacadas en el	75

toggling diseñado, construido e instalado en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles.

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Estadísticas descriptivas de la longitud inicial del cuero.
2. Estadísticas descriptivas de la longitud final del cuero.
3. Estadísticas descriptivas del incremento en decímetros de la longitud del cuero.
4. Estadísticas descriptivas del porcentaje de estiración del cuero.
5. Estadísticas descriptivas del tiempo de secado del cuero.
6. Diseño del Toggling.
7. Construcción del toggling.
8. Comprobación de las medias y montaje del toggling.
9. Instalación del toggling en el laboratorio de curtiembre.
10. Mediciones experimentales de las pieles de animales menores.
11. Formatos de los análisis físicos del cuero.

I. INTRODUCCIÓN

La producción rumiantes menores ha sido una de las actividades tradicionales en el Ecuador, sin embargo, desde hacía varias décadas se encuentra en franco retroceso, las provincias de la serranía ecuatoriana reúne las condiciones más aptas para cría de rumiantes menores, no obstante encabeza el proceso de reducción de esta población nacional, a la vez que presenta los mayores ajustes, cambiando su importancia relativa dentro del sistema agropecuario, pasando a conformar una producción que se destina principalmente al consumo interno. La Industria del cuero ha desarrollado equipos y procesos solo para pieles de ganado bovino, descuidándose de la industria de pieles menores utilizadas en peletería, calzado, vestimenta, etc. Al llegar al proceso de secado, el cuero se halla impregnado en agua, que fue el vehículo de todas las operaciones anteriores, por lo que pesa el triple de lo que pesa estando seco y el secado consiste en evaporar gran parte del agua que contiene hasta reducir su contenido al 14% aproximadamente. Antiguamente para secar las pieles se las colgaba al aire y si se necesitaba acelerar el proceso por motivos de condiciones ambientales demasiado húmedas, se utilizaba aire caliente en diversos tipos de secadero.

El secado se considera una operación simple, tanto al aire como en máquina y aparentemente no influiría en las características del cuero termina, el secado es algo más que la simple eliminación de la humedad para permitir la utilización práctica del cuero, pues también contribuye a la producción de las reacciones químicas que intervienen en la fabricación del cuero, por lo que constituye uno de los pasos más importantes en la calidad del cuero. Por tal motivo se busca la implementación de un Sistema de Estacado, para mejorar los procesos de transformación de pieles de animales menores en cueros de calidad, por consiguiente se expone una técnica de estacado y secado con maquinaria semiautomática para lotes de 10 pieles de rumiantes menores. Esto proporciona un perfecto estirado y secado de la piel, además no permite optimizar el tiempo, evita pérdidas por fallas en el contorno de la piel. El desarrollo industrial ha conllevado a grandes avances tecnológicos, los mismos que permitan una producción bien amplia en diferentes campos industriales para obtener

diversificación de productos, los inconvenientes que presenta es el secado de cuero que es un paso necesario dentro del proceso de una curtiembre, al realizarlo de una manera lenta retardará todo el proceso de producción. Al ocurrir esto la empresa tiene muchas pérdidas económicas, de ser solucionado el problema las curtiembres tendrán mayores ganancias. Los trabajadores también representa un problema porque es mucho más complicado realizar el estado y secado mediante procesos tradicionales, se deben colgar las pieles al aire libre hasta estar completamente secas teniendo en cuenta que puede tardar varios días porque el clima dificulta el proceso.

La forma de realizar el proceso de secado de los cueros determina; que, en muchos de los casos no es posible eliminar las bacterias propias de las pieles; son necesarias eliminar para mejorar la calidad del cuero. Razón que es factible diversificar su producción con el objetivo de satisfacer los requerimientos de nuestros clientes que se ha considerado factible diseñar y construir un Toggling para el estado de pieles las cuales tienen su amplia aplicación. Este equipo será el primero en el laboratorio de curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias, que servirá como referencia para empresas similares que se interesen por diversificar su producción en cantidad y la calidad requerida. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Diseñar un Toggling para el estacado de pieles de animales pequeños y optimizar tiempos de producción en el laboratorio de Curtiembre de la facultad de Ciencias Pecuarias.
- Construir un Toggling con materiales de alta resistencia a la corrosión y oxidación, que permitan el óptimo secado del cuero.
- Instalar y evaluar el proceso de secado de pieles menores en el Toggling, a través de pruebas a escala de laboratorio.
- Determinar los costos de construcción, instalación y funcionamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL

Hidalgo, L. (2004), señala que de una manera muy elemental puede decirse que la composición de la piel fresca está formada por un retículo de proteínas fibrosas bañadas por un líquido acuoso que contiene proteínas globulares, grasas, sustancias minerales y orgánicas.

- Agua: 64 %
- Proteínas: 33 %
- Grasas: 2 %
- Sustancias minerales: 0.5 %
- Otras sustancias 0.5%

Cotance, A. (2004), indica que entre estos valores destaca el elevado contenido de agua en la piel. Aproximadamente un 20 % de esta agua se encuentra combinado con las fibras de colágeno de forma similar. Del total de proteínas que tiene la piel aproximadamente un 94 a 95 % es colágeno, 1 % elastina, 1 a 2% queratina y el resto son proteínas no fibrosas. La piel vacuna contiene poca grasa, la de cerdo de 4 a 40 %, en los ovinos de 3 a 30 % y en las de cabra de 3 al 10 %. Estos porcentajes están calculados sobre piel seca, de estas cantidades el 75 a 80 % son triglicéridos. Las proteínas de la piel se clasifican en dos grandes grupos, las fibrosas y las globulares.

- Las proteínas fibrosas son la queratina, el colágeno y la elastina, a las globulares pertenecen las albúminas y las globulinas. Las queratinas son las proteínas que forman el pelo y la epidermis, su característica es; el elevado contenido en su molécula del aminoácido cistina, cuyos porcentajes sobre peso de proteína varían entre los valores de 4 al 18%. Químicamente es más reactivo que la elastina pero menos que las proteínas globulares.

- Las proteínas globulares se encuentran en la piel formando parte de la sustancia intercelular, proceden del protoplasma de las células vivas de la piel. Son muy reactivas químicamente y fácilmente solubles.

Para <http://www.asebio.com>.(2013), entre los lípidos que contiene la piel los triglicéridos son los más abundantes. Los triglicéridos forman depósitos que sirven de reserva nutritiva para el animal. Se encuentran diluidos por toda la dermis, pero se acumulan sobre todo en el tejido subcutáneo, constituyendo el tejido adiposo. En el gráfico 1 , se ilustra el esquema de la piel.

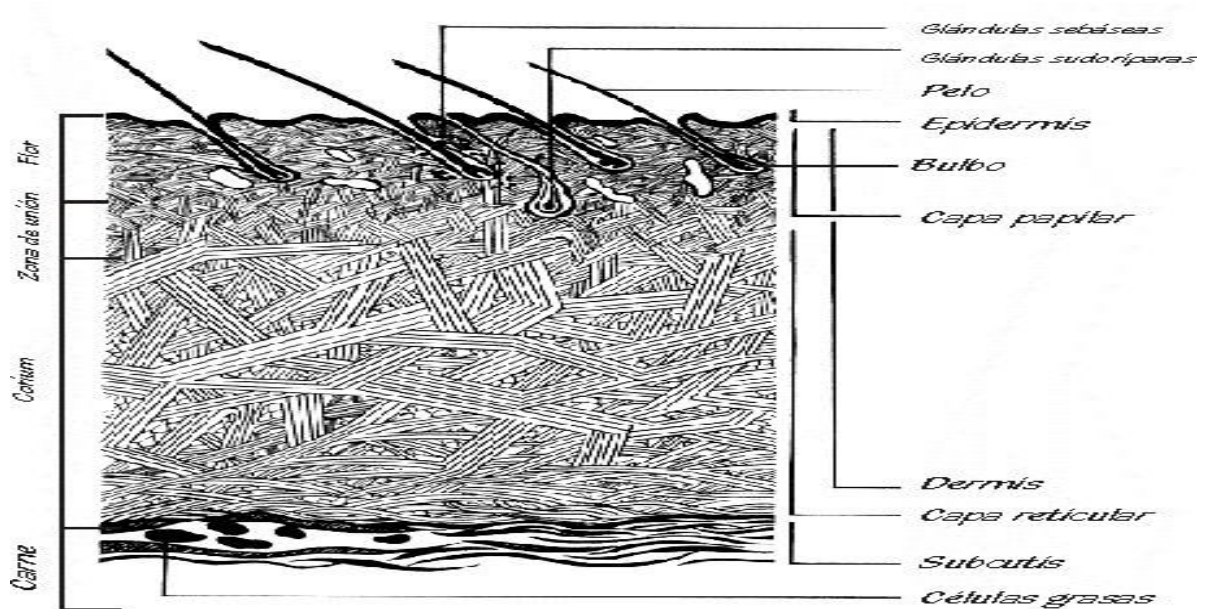


Gráfico 1. Esquema de la piel.

B. PIELES DE ESPECIES MENORES

1. Pieles ovinas

Según <http://www.cueronet.com>.(2013). a diferencia de lo que sucede con el ganado bovino, la mayoría de las razas ovinas se crían principalmente por su lana o para la obtención de carne como de lana, siendo las menos las razas exclusivamente para carne. Las pieles ovinas de más calidad las proporcionan aquellas razas cuya lana es de escaso valor. Los animales jóvenes son los que

surten a la industria de las mejores pieles, de los animales viejos solamente se obtienen cueros de regular calidad. El destino de estas pieles, cuyo volumen de faena las hace muy interesantes, es generalmente la fabricación de guantes, zapatos, bolsos, etc. Dado que la oveja está protegida fundamentalmente por la lana, la función primordial de la piel consiste en coadyuvar al crecimiento de las fibras. En general se puede decir que la piel de los ovinos es fina, flexible, extensible y de un color rosado, aunque es normal la pigmentación oscura de determinadas razas.

Junqueira, L. (2005), señala que en las razas productoras de lanas finas, como las Merinos la piel es más delgada y con mayor número de folículos y glándulas, tanto sudoríparas como sebáceas, que en las razas carniceras. Otra característica distinta se encuentra en los Merinos, en los cuales la piel forma pliegues o arrugas en el cuello, denominados corbatas o delantales, y en algunos se encuentran estas arrugas en parte o en la totalidad de la superficie corporal. Los folículos son invaginaciones de la piel en las cuales se originan las hebras pilosas y lanosa. En el interior se encuentra la raíz de la hebra con el bulbo pilífero que rodea a la papila que lo nutre y que origina el crecimiento de las fibras de la piel. Las secreciones sudoríparas tienen forma de tubos y desembocan en un poro de la piel por medio de un conducto excretor. Las glándulas sebáceas aparecen como racimos cuyo conducto excretor se abre en la parte interior y superior del folículo, poco antes de que la fibra aparezca en la superficie de la piel.

Ponti, B. (2008), manifiesta que las secreciones glandulares de la piel se unen originando la grasa de la lana, también llamada suarda, que la lubrica y protege de los agentes exteriores. La fibra de lana consta a su vez, de dos partes: una interna o raíz incluida en el interior del folículo y otra externa, libre, que constituye la fibra de lana propiamente dicha. A simple vista, la fibra de lana presenta una forma cilíndrica de sección circular u ovalada y con punta solamente en los corderos, pues la lana de animales esquilados continúa su crecimiento sin punta. Histológicamente, la fibra de lana está constituida por tres capas distintas: una externa, la capa cuticular, una más interna, la capa cortical y

la central o capa medular. Las células de la capa cuticular presentan la característica de estar colocadas semisuperpuestas en forma de escamas, dejando un borde libre sobresaliente, y vistas al microscopio, presentan un aspecto aserrado. Esta superposición de las células cuticulares es propia de la lana y de algunas otras fibras animales, pero no la poseen las fibras vegetales ni las sintéticas o artificiales.

Soler, J. (2008), reporta que la capa cortical constituye el cuerpo de la fibra, y está formada por células muy delgadas, alargadas, así como si fueran husos que por su posición paralela al eje longitudinal de la fibra le confieren a la lana resistencia y elasticidad. Las hebras de color negro o marrón se deben a la existencia de pigmentación en las células de esta capa cortical. A veces se encuentra en el interior una tercera capa denominada medular, sobre todo en lanas de animales poco perfeccionados. Se trata de un canal lleno de aire, interrumpido por un número variable de células superpuestas de diferentes tamaños. En la observación microscópica la médula se muestra de color negro como consecuencia de la refracción de la luz. La diferencia histológica fundamental que permite diferenciar a la lana del pelo es la existencia en este último de la capa medular. La presencia de fibras meduladas en los vellones de la mayoría de las razas de ovinos mejoradas, se considera una falta de refinamiento, pero debemos tener en cuenta que algunas razas producen normalmente una mayor proporción de pelo que de lana.

Según <http://www.produccionovina.com>.(2013), cuando la queratinización se produce solamente en las células de las capas cuticular y cortical, mientras que las células de la medular no han absorbido suficiente cantidad de cistina, se producen las fibras meduladas y los pelos. En resumen, podemos establecer la siguiente diferenciación entre pelo y lana:

- Pelo: es una fibra con médula de grosor variable, continua o discontinua, de aspecto lacio y opaco.

- Kemp: es una fibra fuertemente medulada, de gran diámetro, de crecimiento discontinuo, que se observa en los corderos hasta los pocos meses de vida.
- Lana: es una fibra que carece por completo de capa medular, de aspecto translúcido y más o menos ondulado.

Libreros, J. (2003), indica que los cueros crudos que se obtienen en los frigoríficos son los de mejor calidad por los cuidados que se les prodigan, en cambio los cueros de campo son de calidad inferior tanto por su presentación como por sus posteriores cualidades, sobre todo cuando provienen de animales muertos por diversas enfermedades.

2. Pieles caprinas

Según <http://www.buenastareas.com>.(2013), en la piel caprina se marca en general una disposición de fibras con más densidad que en el caso de la oveja, también como resulta obvio tiene menos células adiposas y en su mayoría los pelos están muy inclinados sobre la superficie exterior de la piel. Al microscopio se observa que la sección del pelo de cabra es más grueso que la lana,(siempre resulta más fina la lana que el pelo) también es de aspecto similar al vacuno pero el de cabra está más inclinado.

Adzet J. (2005), indica que el aspecto de las glándulas sebáceas es muy parecido a las de cordero pero menos abundantes. Los haces de fibras de la capa papilar y reticular son mucho más compactas que las de cordero, aunque similares en tamaño y ángulo de tejido. En general toda la piel de cabra es más compacta que la de cordero. La cabra es un animal muy resistente que puede vivir con sobriedad de alimentos, y de los que se pueden aprovechar su carne y su leche. Se adaptan fácilmente a climas rigurosos y son muy comunes en Asia, África, Sudamérica. Las pieles muchas veces son originarias de aldeas pequeñas que se encuentran en zonas muy diversas por tanto su calidad varía considerablemente, las pieles de cabra se clasifican de acuerdo con la edad 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.

Bühler, B. (2000), manifiesta 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. La epidermis es 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 son mucho menos abundantes en las pieles de cabra.

3. Pieles de conejo

Frankel, A. (2009), menciona que la preparación de las pieles es, sin lugar a dudas, la más antigua de las industrias, ya que los pueblos primitivos no conocían la fabricación de materias textiles, y buscaban en los cueros y pieles el vestido para cubrir sus cuerpos. Según documentos históricos, Nemramus, tres mil años antes de nuestra era, indicaba a los sidonios el arte de utilizar las pieles como vestimenta. Por otra parte, los chinos atribuyen a Tening-Fang, fundador de la dinastía de los Chang, el descubrimiento del curtido, mil setecientos setenta y seis años antes de Cristo; así pues, desde las épocas más remotas, vemos jugar al cuero un papel importantísimo en la vida de los pueblos. Se lo usa tanto para vestido como para velas de embarcaciones, como defensa en los escudos y corazas, en la fabricación de recipientes y vasos, en los casos de guerra y en infinidad de artículos. Más tarde los hebreos presentan ante el mundo el pergamino que fue uno de los agentes más poderosos del desarrollo de la civilización.

Graves, R. (2008), reporta que la piel es un tegumento natural que cubre el cuerpo y constituye el límite entre el organismo y el ambiente exterior, ejerciendo funciones muy importantes de protección del organismo contra sus efectos desfavorables. Es una parte inseparable del organismo y desempeña papel importante en los procesos de:

- Regulación térmica.
- Metabolismo
- Eliminación de los productos residuales del organismo.

Según <http://www.faunagua.org/biblioteca>.(2013), siendo la piel la materia prima para la producción del cuero, es necesario tener algunos conocimientos acerca de ella. Recuérdese que una parte la removemos durante la producción y otra es utilizada para el cuero final. La Histología de la piel nos proporciona estos conocimientos. Aunque las pieles de distintos animales a primera vista se ven diferentes, un examen más a fondo muestra que las pieles de todos los mamíferos son iguales; sin embargo, para el curtidor es de importancia conocer algunas diferencias según la especie, raza, etc., para poder darles un tratamiento apropiado. Las partes principales de la piel son:

- Grupa: Parte correspondiente a la región posterior, anca y cola.
- Costados o flancos: Corresponde esta parte al abdomen y tórax, región inferior. En ellas se encuentran las tetillas y además la piel es supremamente delgada, razón por la cual es susceptible de roturas durante la operación del descarnado.
- Patas o garras: Como la figura lo enseña es la parte correspondiente a extremidades cuando las pieles una vez curtidas y teñidas se destinan a artesanías. Esta región es eliminada.
- Cuello o nuca: Corresponde como su nombre lo indica a la región del cuello, también es recortada en los trabajos artesanales. Es una región con menos intensidad y calidad de pelo.

- El lomo: Es la mejor parte de la piel, la de mayor espesor, el cual disminuye hacia los costados. Es la parte que se utiliza en artesanías

4. Pieles de cuy

Aleandri, F. (2009), El éxito de una explotación pecuaria está basado en el buen manejo de las diferentes etapas productivas. En cualquier sistema de crianza del cuy, el empadre, destete, cría y recría son las fases más importantes en donde deben aplicarse la tecnología adecuada, tomando en cuenta aspectos fisiológicos y el medio ambiente. Una alternativa adicional para la crianza de cuyes es utilizar la piel con fines artesanales. La piel de cuyes de descarte desmerece la calidad de la carne por la dureza que tiene la piel de los animales adultos. De un total de 40 cuyes adultos con un peso vivo promedio de 1294 g, $\pm 69,02$ g, máximo 1,582 – min 975 g.), se ha determinado que el 16,41% de su peso lo conforma la piel. En relación a otras especies este valor porcentual es alto, por lo que debe mejorarse la técnica del desuello para que la piel no arrastre grasa ni carne. Se ha probado la opción de preparar pergaminos, cueros y peletería. La opción de peletería es escasa, sin embargo presenta condiciones para ser procesada a pergaminos y aún se tiene una mejor alternativa que es el procesado a cuero por tener excelentes cualidades físico mecánicas.

Según <http://www.fao.org.com>.(2013), el procesado del curtido puede ser manual hasta la etapa de wet blue, el espesor de la piel curtida es heterogénea aumenta en dirección antero - posterior y disminuye de la espina dorsal hacia la falda es mayor en el crupon (1,92 mm), que en la falda (0,92 mm). El área promedio del cuero acabado llega a 0,69 pie², fluctuando de 0,50 a 0,76 pie², el peso promedio es de 33 g, máximo 42 g y mínimo 22 g, en cuanto a la resistencia a la tracción se observa que el cuero wet blue húmedo, requiere un valor promedio de 116,1 N/cm²; con amplitud de 57,1 a 159,1 N/cm². Cuando aumenta el espesor a más de 2,2 mm, se incrementa la resistencia a la tracción y disminuye cuando el espesor es menor, el alargamiento a la rotura, en promedio alcanza un valor de 72%; y presenta una amplitud de 42 a 90%; se percibe una relación directa entre el espesor y el alargamiento dado que los valores superiores a 2,1 mm, resultan

con más de 78% de elongación. En la resistencia a la flexión se aprecia la excelente disposición del cuero de cuy para soportar 36,000 flexiones continuas durante 2 horas sin haber sufrido daños en la superficie externa. La temperatura de contracción del cuero de cuy semiprocesado al cromo registra valores de 98 a 100 °C; concluidas las evaluaciones físico mecánicas se ha procedido a la manufactura de calzado para damas y niñas, teniendo referencias positivas en relación a la facilidad que brinda el cuero para el moldeado y forma del calzado.

5. Pieles de animales marinos

Frankel, A. (2009), afirma que los peces presentan una estructura de piel totalmente diferente y en el caso de las pieles de tiburón, las escamas son muy pequeñas con una capa inerte exterior destinada a conferir una mayor protección. Tiene un empleo bastante limitado. Su estructura es completamente diferente de las de los lagartos y serpientes, puesto que su medio ambiente es el agua. Las que más se aplican son las de tiburón su piel está provista de escamas. Las pieles curtidas en bruto se utilizan como superficie abrasiva en muchos productos; curtidas, sin ellos se emplean para zapatos, carteras, bolsos, artículos de viaje, guantes, etc. La influencia del clima, en particular de la temperatura es evidente en razón del rol protector que tiene la piel. La dieta influye sobre la salud del animal, y por consiguiente sobre las características y calidad de la piel. Cada raza proporciona unas pieles cuyas características son muy típicas. Las características de las pieles de pescado que no contienen carne, sin roturar por un mal fileteado o descarnado y lo más grande y enteras posibles. reporta que la piel de todos los peces, al igual que los vertebrados, está compuesta también por dos capas importantes: la epidermis y la dermis o corium.

Según <http://www.pacma.es/p/61.com>. (2013), la influencia de la edad es muy sensible, la piel de los animales jóvenes es siempre de mejor calidad que la de los adultos. Por otra parte, además del efecto natural que ejerce el envejecimiento sobre la calidad de la piel, a medida que la edad aumenta se acumulan daños

sobre la piel del animal. La influencia del sexo sobre la piel, es importante, la piel de hembras es más fina. La piel es el reflejo del estado de salud del animal.

C. ESTIRADO DEL CUERO

Graves, R. (2008), afirma que el estirado del cuero es una operación anterior al secado del cuero pero muy importante porque a causa del trabajo en un contenedor específico que en la industria contenedora se denomina bombo más la incorporación de diversos productos en la operación de curtición, teñido y engrase se produce encogimiento, es la fase llamada comúnmente estirado se produce también una disminución de agua sin embargo esto no es suficiente para llevar el cuero directamente al secado, entonces se realiza el escurrido ya que la eliminación de líquido por vía mecánica exige mucho menos energía que evaporando el agua del cuero en el curso de secado, esta operación supone un alto consumo de energía, consiste en darle al cuero una estabilidad dimensional, esto lo hacemos en tableros de madera o en una máquina estacadora llamada togli que son unos marcos metálicos donde se agarra el cuero con unos ganchos y se lo estira, por medio de temperatura se le da la estabilidad de la superficie.

Libreros, J.(2003), señala que el cuero al cromo húmedo se seca libremente al aire se produce una notable contracción de su superficie, se abarquillan, se endurecen, no son planas. Las pieles curtidas al cromo o al vegetal húmedo llenan un elevado grado de plasticidad extendiéndose fácilmente para lo cual el cuero debe estar húmedo y caliente. Para obtener cueros bien planos, pensando en pieles tipo flor recogidas los cuales se, esmerilan se ideó el secado pasting, que consiste en pegar el cuero sobre una placa plana y secarlo en el túnel de secado. Consta de marcos que llevan las placas, túnel de secado con varias secciones, lavador de placas y pistola pulverizadora, termostato, higrómetro, adhesivos que mantiene pegado el cuero a la placa en el recorrido, de tal manera que cuando el cuero se seque se pueda separarse de las placas. Se utilizan la metilcelulosa 10- 20g/L, polímeros acrílicos y productos naturales. Para obtener cueros comerciales con este sistema de secado es necesario modificar la

recurtición del 4-10% sobre el rebajado de resinas, taninos vegetales para separar a las fibras, en el engrase utilizar 20-25% más de grasa.

Para [\(http://www.laspieles.org\)](http://www.laspieles.org).(2013), Las hojas teñidas y engrasadas se dejan en reposo durante la noche y luego se escurren con una humedad del 50-55% para que no dificulte la adhesión del cuero o la placa de vidrio. Una vez aplicada la pasta adhesiva se procede a estirar evitando bolsas de aire entre la piel y el vidrio, el estriado del cuero es paralelamente. Las diferencias que existen entre ellos son pequeños si el estirado es insuficiente o si se logra ganar un cm en los bordes de una hoja de cuero de 200 cm² se ganara el 5% del pietaje. Una vez las pieles clavadas se introducen dentro del túnel de secado que, en las primeras fases se evapora mucha agua con una temperatura al final del proceso de 35-40°C y con una humedad del 40-60% y el tiempo de secado depende del tipo de cuero. Según Lhuede se obtiene cuero de mejor calidad si durante la media o cuarta parte del ciclo final de secado se trabaja a temperaturas inferiores por ejemplo empezar 55-65°C y 50-60% de humedad y terminar a 35°C y 45-55% de Hr, en el estirado y secado al pasting el calor se transmite por convección forzada a través de las corrientes de aire caliente que llegan al lado de la carne del cuero donde el agua se transforma en vapor y para poderse separar el agua del interior del cuero debe salir por difusión hacia el lado de la carne

Morera, J. (2000); .reporta que en este tipo de secado la flor queda protegida del calor y acumulación de sustancias solubles. Con este sistema se consigue un aumento de la superficie del cuero del 10-12% respecto a los mismos cueros secados al aire, se logra una flor más lisa y firme y que el cuero quede plano favorable a los cueros para esmerilarse. La productividad de este sistema de secado es más elevada que cuando se seca directamente al aire. En 1911 Smith desarrolló un nuevo método de estirar y secar cueros adheridos a una placa con aplicación de calor y aire a través de su paso por un túnel al que le llamó pasting. Consiste en un túnel, pero las pieles en vez de colgarse se pegan a placas usando adhesivos. Las placas pueden ser de vidrio, hierro esmaltado, madera tratada, material plástico como resinas epoxi, acero inoxidable. Todos los materiales tienen sus ventajas e inconvenientes. El vidrio tiene mucha finura y es poco conductor, protege mejor la flor, pero al aumentar la temperatura puede

haber roturas y son muy caras. La madera no se rompe, pero se doblan, son poco lisas, valen para serraje pero no para plena flor. El material plástico no se rompe y es poco conductor pero es caro y menos fino que el vidrio. El acero inoxidable es muy fino, pero se raya más que el vidrio, es conductor y es muy caro. Las placas suelen medir alrededor de 1,80 m x 3,25 m.

Según <http://www.buenastareas.com>.(2013), los adhesivos se pueden aplicar sobre la placa o sobre el cuero. Como adhesivo se puede utilizar metil o etilcelulosa (10-20 g/L, soluciones muy viscosas). Antes se usaban engrudos de almidón, almidones rectificadas y algunos mucílados (granos de linaza cocidos). El cuero debe estar pegado mientras está húmedo, pero que al secar la flor no quede pegada a la placa. Cuanto más grueso sea el cuero, más concentrado debe ser el adhesivo. También influirá el tipo de cola si el cuero está muy engrasado o reseco. A veces se puede añadir (0,5g/L), aceites sulfonados para que el producto seco sea más flexible y se pueda arrancar. En el túnel circula aire caliente, el calor viene por lado de carne y no del lado de la flor. El cuero queda totalmente plano. Tiempo de secado: 5-8 h. Es el sistema que da mayor superficie, frente al secado por colgado supone un aumento del orden del 5-10%. Se utiliza principalmente para todo tipo de cuero corregido de flor (empeine, forro, marroquinería, serraje) pero no para acabados plena flor porque el adhesivo queda en la flor y se debería lavar la flor y volverla a secar antes de poderla acabar, con los inconvenientes que esto conllevaría. Es importante que el pegamento al retirarse del cuero seco, quede adherido lo más posible a la lámina y eliminarse bien.

D. SECADO DE LAS PIELES

Adzet, J. (2005), reporta que después de la tintura y engrase los cueros se dejan durante en noche sobre el caballete para que la grasa se fije mejor y al día siguiente se realiza la operación del escurrido, que para no perjudicar el cuero se debe dejar a una humedad del 50% como mínimo, luego el cuero se estira, procediéndose a continuación al secado de diversas formas. El secado se considera una operación simple, tanto al aire como en máquina y aparentemente

no influiría en las características del cuero terminado, pero esto no es así. El secado es algo más que la simple eliminación de la humedad para permitir la utilización práctica del cuero, pues también contribuye a la producción de las reacciones químicas que intervienen en la fabricación del cuero, por lo que constituye uno de los pasos más importantes en la calidad del cuero. Durante la operación de secado y dependiendo del tipo de sistema que se utilice se producen migraciones de diversos productos, formación de enlaces, modificación del punto isoeléctrico, etc., es decir que ocurren modificaciones importantes. En relación al agua que contiene el cuero se puede decir que se encuentra unida a él de cuatro formas distintas desde el punto de vista físico:

- **Absorbida molecularmente** Esta agua se encuentra unida al colágeno a través de puentes de hidrógeno en diferentes puntos y proporciones diferenciándose los siguientes: 1-2% de agua (0,01-0,02 g agua/g colágeno) Enlazada dentro de la triple hélice del colágeno a través de tres puentes de hidrógeno que se establecen con los grupos hidroxilo (OH-) de la hidroxiprolina. Esta agua está unida a la molécula de la proteína, permaneciendo dentro de ella aún en condiciones estándar de secado, con temperaturas de 105°C. Esta agua no se congela. 6,5 % de agua (0,07 g agua/g colágeno) Enlazada al colágeno por dos puentes de hidrógeno. Esta agua tampoco se congela. 6,5-20 % de agua (0,07-0,25 g agua/g colágeno) Enlazada a la proteína del colágeno a través de dos puentes de hidrógeno. Esta agua se congela por debajo de los - 93°C.
- **Enlazada molecularmente:** Esta agua también se encuentra unida a la proteína del colágeno, en los grupos funcionales de las cadenas laterales y en los enlaces peptídicos a través de un puente de hidrógeno. El agua unida así se congela a - 7°C. Su cantidad se estima en 20-30 % (0,25-0,50 g agua/g colágeno).
- **Atrapada en los espacios capilares** A un contenido de humedad entre 30,40-55 % los espacios interfibrilares están llenos con agua débilmente unida. Agua libre (incluyendo la que está en los capilares). Como agua libre puede considerarse tanto el agua atrapada en los espacios capilares mencionada anteriormente, como, la que sin estar en los capilares sigue estando en el

cuero. El agua libre puede decirse que se encuentra en el cuero enlazada muy débilmente en una cantidad de 30-66.66 % (0,50-2,0 g agua/g colágeno) de la cual la que no se encuentra en los capilares y queda comprendida entre 55-66,66 %, puede eliminarse fácilmente por medios mecánicos.

1. Factores que influyen en el secado

Hidalgo, L. (2004), señala que los factores que influyen en el secado del cuero son:

- Sustrato cuero: Cuanto mayor es el espesor más lento es el secado. cueros curtidos al cromo: 60-90°C; cueros curtidos al tanino: 35-50°C.
- Temperatura: La temperatura no es más que una sensación térmica producida por el cambio de calor entre dos sistemas. Esto es lo que ocurre en el secado de los cueros, o sea, un sistema para que este cambie calor con el cuero produciendo la evaporación de agua. Si la temperatura solo produjese el efecto de evaporar el agua del cuero, la operación del secado sería muy simple pues bastaría con controlar la temperatura con un termómetro y estaríamos secando correctamente. Pero sabemos que el cuero es el resultado del entrelazamiento de millares de grupos de fibras que tanto en su interior como en el exterior tienen agua por lo tanto es fácil imaginar que algo irá a ocurrir cuando evaporemos el agua.

Fernandez, O. (2001), manifiesta que evaporando el agua superficial se sucederá una acomodación en los grupos de fibras en el espacio dejado por el agua. Evaporando el agua de los capilares ocurrirá una retracción fibrilar resultando un cuero rígido en ciertas áreas. Cuando comienzan a surgir formas de retracción en el cuero ya está relativamente seco (20% de humedad). No quiere decir que antes de ese valor no ocurra retracción, apenas a partir de ahí ella es más intensa. Esto se explica por el hecho de que para retirar agua de los capilares necesitamos de grandes cantidades de calor. En el secado del cuero box calf por ejemplo, a 60°C y 60% de humedad, la humedad final será del 15% y

la retracción del cuero 14%. La temperatura de la superficie inicialmente subió rápidamente a 49°C en tanto permaneció constante por una hora antes de subir nuevamente. Cuando fue secado a 60°C y 20% de humedad, la humedad final era de 6,5 y la retracción del cuero fue del 19%. Durante la operación de secado la temperatura del cuero fue constante a 38°C por una hora y subió rápidamente. La retracción del cuero paró cuando la humedad fue de 26-27%.

a. Características del agua y el aire

Soler, J. (2008), indica que entre las características del agua y del aire que se deben tomar en cuenta para el secado del cuero son:

- **Evaporación** La evaporación de los líquidos se lleva a cabo cuando sus moléculas se desplazan de un espacio hacia otro espacio libre, si ese espacio es abierto el líquido continuará evaporándose hasta agotarse, si el espacio es limitado se acumularán las moléculas de agua hasta volverse otra vez líquidos; la presión ejercida será la presión del vapor del líquido a la temperatura dada. Se dice que se alcanza un equilibrio cuando la cantidad de moléculas que se evaporan sea la misma que la de las moléculas que vuelven a estado líquido. El proceso de evaporación va acompañado de la absorción de energía. Cuando la energía que se absorbe es calor, a este se le llama calor latente de evaporación.
- **Punto de ebullición** Es la temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido es igual a la presión externa, en este punto, el líquido se puede evaporar hasta agotarse formando burbujas en su interior. Si la presión externa disminuye el punto de ebullición disminuirá y si la presión externa aumenta, también aumentará el punto de ebullición.

b. Características del aire húmedo

Morera, J. (2000), manifiesta que la combinación de nitrógeno, oxígeno, gases nobles y dióxido de carbono, forman el aire atmosférico, este contiene humedad en mayor o menor grado. Se dice que el aire está saturado cuando el vapor de agua que contiene está en equilibrio con agua líquida a una temperatura y presión.

- Humedad absoluta. Es la relación entre la masa de vapor de agua y la del aire seco que la acompaña.
- Humedad relativa. Es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene una masa de aire y la que contendría si estuviese saturada a la misma temperatura.

c. Equilibrios hidroscopicos del cuero

Cotance, A. (2004), menciona que los sólidos que contienen agua pueden comportarse como húmedos o higroscopico. Se llama sólido húmedo a aquel cuerpo donde el agua no se encuentra ligada de forma alguna al cuerpo sólido. El sólido higroscópico por el contrario presenta una tensión de vapor de agua menor que la del agua a la misma temperatura debido a que esta agua se encuentra fuertemente ligada al sólido por enlaces químicos La presión de vapor de agua de un cuerpo higroscópico depende de la temperatura, la naturaleza del cuerpo, el estado de la superficie y de la cantidad de agua que contiene. El cuero es una sustancia higroscopica cuyo contenido de humedad en equilibrio vendrá determinado por la humedad relativa del aire en contacto con él. Una temperatura de 20°C y con una humedad relativa de 100% una vez se ha alcanzado el equilibrio encontraremos en el cuero una humedad aproximada del 30%. Si sumergimos el cuero seco en agua durante 24 hrs. Mas, el cuero aceptara 100% o más de agua, la cual puede eliminarse parcialmente al aplicarle presión pero no de forma completa.

3. Modificaciones del cuero durante el secado

Libreros, J. (2003), reporta que durante el secado se producen cambios físicos y químicos como la reducción del contenido de humedad del cuero y la contracción de su superficie. Además de esto, también se suceden como mencionábamos anteriormente migraciones de las materias solubles, se modifica el punto isoelectrico del cuero y se forman diversos tipos de enlaces entre fibras y productos.

a. Reducción del contenido de agua

Según <http://www.italianleathergroup.it.com>.(2013), el contenido de agua de un material húmedo se puede expresar sobre el peso real que es la suma de la materia seca más el agua. En las operaciones de secado como el material pierde agua el peso del total varía y no es un valor adecuado para basar en él el cálculo. Como base constante, para el cálculo del contenido de humedad debe tomarse la cantidad de materia seca, la cual es siempre la misma durante toda la operación de secado y nos permitirá realizar cálculos más simples y efectivos. Se conoce que 333 kg, de cuero reposado eliminan por medios mecánicos 108 kg, de agua y luego en secado se eliminan 106 kg, de agua o sea un total de 214 kg. La cantidad de agua que se elimina en la operación de escurrido a máquina y durante el secado es más o menos la misma. Por lo tanto 100 kg de cuero seco (correspondientes a los 333 kg. de cuero reposado) dan 119 kg de cuero secado al aire, terminado, pronto para pintar.

Hidalgo, L. (2004), indica que la evaporación de los líquidos se lleva a cabo cuando sus moléculas se desplazan de un espacio hacia otro espacio libre, si ese espacio es abierto el líquido continuará evaporándose hasta agotarse, si el espacio es limitado se acumularan las moléculas de agua hasta volverse otra vez líquidos; la presión ejercida será la presión del vapor del líquido a la temperatura dada. El cuero curtido al cromo húmedo contiene los siguientes porcentajes de agua, que se identifican en el cuadro 1.

Cuadro 1. PORCENTAJE DE AGUA EN EL CUERO CURTIDO AL CROMO.

Estado del cuero	Porcentajes de agua del cuero	
	Sobre cuero real	Sobre cuero seco
Cuero curtido al cromo previo reposo de 24 hs. sobre caballete	70	233
Cuero curtido al cromo escurrido con máquina hidráulica	55	125
Cuero curtido al cromo secado al aire	16	19

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

b. Contracción de la superficie

Para <http://www.buenastareas.com>.(2013), al secar el cuero al aire colgado libremente se produce contracción de la superficie, se encoge, se arquea, se endurece y queda con el poro basto. Para que el cuero quede plano, tenga una flor lisa y el poro fino debe secarse pegado a una placa plana. La contracción depende de la tensión superficial que tiende a reducir la superficie libre de agua, al secar se cierran los capilares y al acercarse las fibras se producen enlaces químicos. La piel está llena de canales capilares llenos de agua. Un cuero al secarse tira, se tensiona, si está muy húmedo, se seca muy rápido y está muy estirado llega a fractura en una zona de menor resistencia, como puede ser una cicatriz. En la contracción del cuero durante el secado influyen el recurtido y el engrase así como el método de secado utilizado y la tensión a que se somete al cuero.

c. Migraciones de las sustancias solubles

Según <http://www.playsafa.es/preguntas-frecuentes/proceso.com>.(2013), para eliminar el agua del interior del cuero esta debe salir a la superficie externa y cuando llega allí el agua se transforma en vapor pero no los sólidos que pueda

contener, por lo que durante el secado puede aumentar la concentración de sólidos en la zona superficial. Si el secado es muy lento los sólidos pueden volver a penetrar hacia el interior del cuero por difusión. Si el secado es muy rápido, y como el proceso de difusión es lento, los sólidos quedan depositados en las zonas superficiales del cuero. El secado del cuero al cromo no acostumbra a presentar problemas, ya que normalmente este tipo de cuero contiene pocos productos solubles. Sin embargo pueden presentarse problemas de migraciones si el cuero contiene recurtientes, grasas, colorantes o sales no fijadas. Mientras haya agua dentro, la grasa está emulsionada. Al extraer el agua violentamente se producen las migraciones, pero si seca lentamente forman enlaces químicos o se ocluyen en el seno del cuero.

Hidalgo, L. (2004), reporta que el cuero curtido al vegetal para suela de zapato puede llegar a contener entre materias orgánicas y minerales cantidades del orden del 20% de sustancias solubles. Si este tipo de cuero se seca de una forma rápida debido a las migraciones que tienen lugar, se oscurece el color y se obtiene una flor que rompe al doblarla, lo cual es un cuero de mala calidad. Pero, si el secado es lento para que las materias solubles tengan tiempo de volver a penetrar hacia el interior de la piel se puede obtener un cuero de máxima calidad.

d. Modificaciones del punto isoeléctrico

Gansser, A. (2006), indica que en el cuero curtido con sales de cromo catiónicas la sal de cromo coordinada con la proteína tiene una doble carga positiva y existe un grupo sulfato iónico que la compensa. Durante el secado se elimina agua, aumentará la concentración de iones sulfato en la solución y llegará un momento en que los iones sulfato se coordinarán con los átomos de cromo, como el nuevo complejo formado tiene carga nula, el punto isoeléctrico del cuero curtido al cromo seco será inferior al del cuero curtido al cromo húmedo. Esta disminución del punto isoeléctrico durante el secado puede aprovecharse para obtener teñidos atravesados utilizando colorantes ácidos o directos, que penetrarán más. Al remojar un cuero curtido al cromo, que previamente se había secado, el tacto que adquiere no es el mismo que tenía el cuero al cromo húmedo. Ello indica que las

reacciones que ocurren durante el secado sólo son parcialmente reversibles. Además de los grupos sulfatos pueden coordinarse con los átomos de cromo otras sustancias tales como las grasas y recurtientes. El punto isoelctrico de los cueros es:

- P.I de la tripa: 5.
- P.I de la piel: 6-7.
- P.I curtido al cromo: 7 (no varía mayormente con la neutralización).
- P.I. secado: 6.

e. Formación de varios tipos de enlaces químicos

Grozza, G. (2007), manifiesta que durante el secado y a causa de la eliminación de agua, las fibras se acercan entre sí y los grupos iónicos de carga contraria de la propia fibra se puede acercar suficientemente entre sí para formar enlaces electrovalentes que en estado sólido son muy estables. En el secado los grupos reactivos iónicos de las moléculas de grasa, recurtientes Y colorantes pueden formar enlaces electrostáticos con los grupos iónicos de la piel. La acción entre los grupos iónicos tiene lugar a distancias relativamente grandes. Una vez se han acercado suficientemente existe la posibilidad de que entren en juego otros tipos de enlaces, tales como los enlaces por puentes de hidrógeno que actúan a distancias más cortas.

Aleandry, f. (2009), reporta que Los enlaces por puentes de hidrógeno también se pueden formar entre fibras de colágeno curtidas debido a que contienen numerosos grupos peptídicos e hidroxilos. La contracción y endurecimiento que experimenta el cuero durante el secado se deben a la formación de diversos tipos de enlace y a la eliminación de agua que actúa como lubricante. Si se logra disminuir la cohesión entre las diversas fibras por interposición de productos recurtientes y grasas se obtendrá un cuero más blando. Si secamos muy rápido y se forman muchos enlaces, hay mucha contracción no queda plano, queda grueso. Muchos de los enlaces no son reversibles.

4. Sistemas de secado

Ponti, B. (2008), manifiesta que existen diferentes formas de eliminar el agua de los cueros, desde un simple secado al aire libre donde el equipo es elemental y se depende absolutamente de las condiciones climáticas, este tipo de secado va a depender del clima de la zona y de la estación del año Reduce área del 5-10% o algunas de las tenerías utilizan las partes altas de la construcción para instala, menor control de calidad los clavaderos o las barras de colgar tienen que tener de 12-16% de humedad desuniformidad en el secado para poder bajarlas. Hasta los sofisticados métodos de secado al vacío que requieren un equipo especial y caro y que se adaptan a la curtiembre sin depender de los factores climáticos. El calor necesario para secar los cueros puede transmitirse por convección (de aire), por conducción (placa caliente) o por radiación. Otro aspecto a tener en cuenta es si los cueros están o no tensionados durante la operación del secado.

a. Cámaras de secado

Junqueira, L. (2005), indica que el funcionamiento de una cámara de secado consiste en colgar las pieles húmedas en su interior, en algunos casos se pueden poner en funcionamiento ventiladores y calefactores hasta que las pieles se hayan secado, este tipo de proceso se utiliza por lo general en pieles curtidas al vegetal, para darnos cueros de mejor calidad, el tiempo aproximado es de 48 horas. Puede secarse al aire libre o con la ayuda de una estufa.

- Al aire: Es el mejor secado ya que no exige para nada a la piel, el cuero llega al equilibrio final en forma lenta. La desventaja es que lleva un tiempo mayor y que se requiere de un gran espacio al aire libre bajo techo. Se debe procurar que la luz del sol no toque directamente los cueros porque se podrían oxidar los taninos.
- Secado con Estufas: Recintos cerrados por donde se hace la circulación forzada del aire caliente, regulándose la temperatura y la humedad. La primera se controla mediante un termostato y existe una válvula de vapor que

regula la cantidad de vapor que llega al calefactor. La segunda se controla con un higrómetro y se regula según la recirculación de aire. En el gráfico 2, se ilustra las cámaras de secado del cuero.



Gráfico 2. Cámara de secado del cuero.

b. Túnel de secado

Libreros, J. (2003), reporta que el túnel de secado consta de varias secciones independientes llamadas celdas o cámaras en las cuales se puede determinar independientemente la temperatura y la humedad del cuero. Como vemos en el esquema la primera celda puede empezar con 70°C. Al principio la piel está más fría porque está húmeda. Interesa la recirculación para absorber más humedad. La cuarta celda se puede poner a unos 40° C y con mucha recirculación para que la piel no se reseque. A veces incluso se pone la última celda a 30°C para que al salir la piel los operarios no se quemen al manipularla. Como a medida que pasa el tiempo el cuero tiene menor cantidad de agua, la temperatura seguiría subiendo. Lo que se hace es pasar a la otra celda y así se mantiene aproximadamente constante la temperatura del cuero. Las pieles se pueden colgar con unas pinzas y sin tensar. A veces estos secaderos son de 2 pisos y hay unas barras, con cadenas para moverlas, que van dando vuelta y las pieles se cargan y descargan por el mismo sitio. Generalmente se usa para pieles pequeñas como de cordero o cabra.

Bühler, B. (2000), menciona que los túneles de secado acostumbran a trabajar en continuo y disponen de un mecanismo transportador que sirve para transportar los cueros de un extremo a otro. El mecanismo transportador consiste en tubos separados por cadenas situadas sobre unas guías laterales a todo lo largo del interior del túnel. Las pieles se cuelgan de barras mediante pinzas apropiadas que dependen de las mismas. Las pieles entran por un extremo recorren todo el circuito interno y salen por el otro ya secas o con cierta humedad para los procesos posteriores. En el tipo de dos plantas se introducen en las barras situadas en la parte baja y se descargan en la misma parte de las barras que descenden de lo alto, lo que permite hacer la carga y descarga por el mismo lugar y por consiguiente mayor productividad. En el secado de pieles sin tensar en el túnel, se obtiene una superficie menor, pero los cueros una vez terminados más blandos y más gruesos o esponjados. Las pieles pueden pasar por el túnel de secado siendo tensionadas como se ilustra en el gráfico 3.

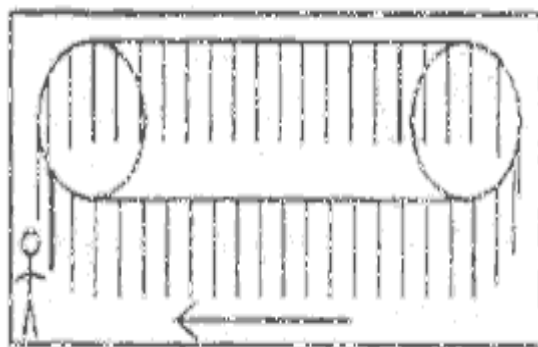
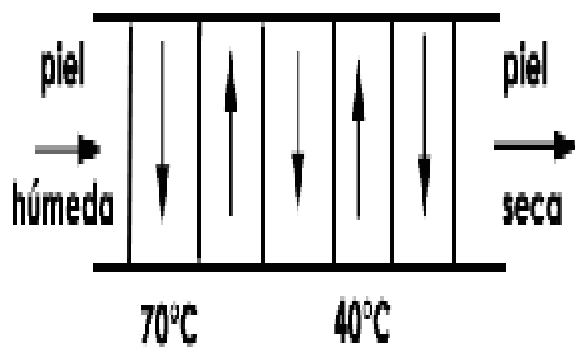


Gráfico 3. Túnel de secado del cuero.

c. Secadero de Pinzas

Para <http://www.taringa.net.com>.(2013), en esta máquina se pinzan las pieles sobre placas perforadas. Si se desean pieles blandas deben secarse previamente al aire, acondicionar a una humedad del orden del 20-22% y ablandarse. Si tienen demasiada humedad al pinzar quedarán acartonadas. Una vez pinzadas se ponen en una cámara de secado con calefacción y recirculación de aire. Hay otros sistemas basados en el pinzado. En uno de ellos, los marcos se tensan y destensan de manera automática, como se ilustra en el gráfico 4, las pieles quedan muy planas.



Grafico 4. Secadero de pinzas.

d. Toggling

Según <http://www.revolucionesindustriales.com>.(2013), la teoría del secado consiste en que el agua a presión normal de una atmosfera hierve a 100grados centígrados pero si reducimos la presión exterior la temperatura de ebullición disminuye. El principio de secado al vacío consiste en reducir la presión exterior del cuero, para lo cual debe cerrarse en un recipiente hermético y hacer un vacío parcial para evaporar el agua fácilmente a menor temperatura, el cuero se mantiene en su posición sujeto mediante presión para un buen contacto, el agua transformada en vapor atraviesa el cuero y se elimina por el sistema de vacío, la

mezcla de aire y vapor de agua deben refrigerarse con agua fría para condensar el vapor de agua. Los factores que permiten obtener buenos resultados en los secaderos de vacío son principalmente dos:

- Regular la presión que sujeta la piel durante el secado.
- La posibilidad de realizar el secado en dos etapas.

Para [http://www.infoandina.org/recursos/secado-de-cuero.\(2013\)](http://www.infoandina.org/recursos/secado-de-cuero.(2013)), las pieles son finas y firmes de flor y una superficie plana y no nos preocupamos en eliminar el adhesivo. En el secado al vacío si existen materias no fijadas firmemente al cuero el vapor de agua la arrastra fuera de la piel. Estos hechos deben tenerse en cuenta y modificar la fórmula de fabricación para las pieles que deben secarse al vacío, de forma que durante el secado se eliminen al mínimo posible de productos. De acuerdo a este principio la máquina que se utiliza es el toggling que consiste en el clavado del cuero en marcos metálicos de chapa perforada con ganchos especiales y secado controlado; en consecuencia, una unidad de toggling consiste en una cantidad de chapas perforadas colocadas en un secador de temperatura y humedad controladas.

Para [http://www.italianleathergroup.it.\(2013\)](http://www.italianleathergroup.it.(2013)), en el togling el cuero se estira y se sujeta mediante un número de abrazaderas (ganchos especiales o toggles) que se enganchan en las chapas. El toggling tiene la ventaja de permitir el secado de grandes cantidades de cuero en un espacio relativamente pequeño; además, durante el secado se estira el cuero. Tiene la desventaja de que resulta difícil mantener y controlar condiciones de temperatura y humedad constantes, este tipo de secado utilizando el toggling, donde el cuero se sujeta a marcos metálicos por medio de ganchos que lo estiran e impiden la formación de arrugas. El cuero así obtenido tiene una superficie mayor y más lisa. Este tipo de secado es más simple, mediante el cual el cuero permanece colgado en el interior de una cámara o túnel de secado, y se seca mediante una regulación técnica de calefacción del aire en circulación de la velocidad de paso y de la humedad del aire seco, en el gráfico 5, se aprecia el esquema de un toggling:



Gráfico5. Esquema de un toggling.

Aleandry, F. (2009), reporta que las pieles previamente secas al aire se acondicionan a una humedad del 20 al 22% y se ablandan, en este estado se pinzan sobre placas perforadas, en forma que queden planas y se dejan secar en este estado. Al secar las pieles bajo tensión quedan más planas lo cual facilita las siguientes operaciones. Se comienzan a pinzar por la culata, cachetes, patas traseras, cruce, lomo y terminamos con flancos, en este orden. El control de la temperatura del aire de la cámara se realiza con un termostato que esta conectado a una válvula que de forma eléctrica abre o cierra el vapor de una batería calefactora de tubos a través de la cual circula aire impulsado por un ventilador.

Grozza, G. (2007), indica que en la zona de recirculación de instala un hidrómetro que nos indica la humedad relativa y nos permitirá regular la salida del aire. Al pinzar las pieles hay que procurar que queden lo más planas posibles y que adquieran su forma natural, evitando estirarlas en exceso y que queden pieles deformadas. Durante este proceso de secado las pieles se contraen y si al pinzarlas quedan excesivamente tensadas, durante el secado pueden romperse y desengancharse. Si las pieles ablandadas se pinzan con un contenido de humedad elevado, una vez secas quedan con un tacto acartonado, lo ideal es que

queden blandas y para esto debemos vigilar el contenido de humedad al iniciar el proceso de secado en pinzas.

Para [\(http://www.italianleathergroup.it\)](http://www.italianleathergroup.it).(2013), Las ventajas del Toggling son:

- Rendimiento
- Mejora en taco de piel crust
- Mayor productividad para operaciones posteriores.
- Mayor control de la calidad
- Mejor uniformidad en el sacado

El mismo sitio web señala que [\(http://www.italianleathergroup.it\)](http://www.italianleathergroup.it).(2013) las Desventajas: del toggling son:

- Costo
- Mano de obra especializada
- No apto para curtido al vegetal (suela)
- Seguridad.

e. Composición y funcionamiento de la máquina de secado Toggling

Para [\(http://www.revistavirtualpro.com\)](http://www.revistavirtualpro.com).(2013), el secadero tipo toggling consta de una cámara que normalmente contiene 20 marcos, los cuales pueden sacarse de la cámara a través de una guías fijas, los marcos sujetan unas placas de hierro galvanizado perforadas sobre las cuales se colocan los cueros mediante unas prensas que las fijan y a la vez contienen una clavija que se incrusta e las perforaciones de la placa. Una vez colgados los cueros, la placa se coloca en posición vertical y se introduce dentro de la cámara de secado, en esta existe un termostato conectado a una válvula de vapor, que sirve para regular la temperatura del aire de secado a través de una batería calefactora formada por tubos de aleta y un ventilador para hacer recircular el aire. En la zona de

recirculación se encuentra un hidrómetro que mide la humedad relativa en el interior de la cámara, la máquina de secado toggling consiste en el clavado del cuero en marcos metálicos de chapa, perforada con ganchos especiales y secado controlado; en consecuencia, una unidad de toggling consiste en una cantidad de chapas perforadas colocadas en un secador de temperatura y humedad controladas siendo las temperatura de 120°C, para cueros mojados y temperaturas de 30°C para cueros secos, el cuero se estira y se sujeta mediante un número de abrazaderas (ganchos especiales o toggles), que se enanchan en las chapas, el toggling tiene la ventaja de permitir el secado de grandes cantidades de cuero en un espacio relativamente pequeño, además durante el secado se estira el cuero y permite ganar área, este método tiene la desventaja de que resulta difícil mantener y controlar condiciones de temperatura y humedad constante, este método de toggling se utiliza generalmente solo para cueros de animales menores y para elaborar tafilete y gamuza.

f. Placas Secotherm

según <http://www.faunagua.org/biblioteca>.(2013), en el secado con placas secothermse pega el cuero a ambas caras de unas placas metálicas, en general de acero inoxidable, aluminio o cobre, dentro de las que circula un líquido caliente, normalmente agua. La medida aproximada de las placas es de 1,5 m x 3 m. Es un sistema más económico que el pasting porque se pueden comprar las placas que se quiera. Las placas suelen ir fijas para poder pegar bien las pieles. La piel se pega con adhesivo por el lado flor y a veces hay unas pinzas para asegurar que se aguante. El calor va de adentro hacia afuera y no como en el pasting que va de afuera hacia adentro, con lo cual en el sistema secotherm la piel queda menos compacta. Se usan a temperaturas entre 80-90°C por lo que se recomienda para cueros al cromo bien curtidos, recurtidos y engrasados y nunca para cueros al vegetal. El tiempo de secado oscila entre los 20-30 minutos.

g. Secado al vacío

Para <http://www.cueronet.com>.(2013), el secado al vacío consta de una

plataforma lisa de acero inoxidable con orificios y una cubierta que puede tapar en forma de bisagra o subiendo y bajando. Hay varios sistemas. Lleva incorporado una bomba de agua que suele ser de anillo hidráulico para reducir la presión (hacer el vacío) La placa inferior es calefactor y comunica por conducción la temperatura necesaria para evaporar el agua de la piel. El tamaño de las placas oscila entre 1,8 m x 3,25 m y 2,3 m x 5 m. El cuero previamente alisado es colocado con el lado flor sobre la superficie de la placa (sin formar arrugas). La placa se calienta entre 50°C para cuero vegetal y 85°C para cuero cromo. En el cabezal se pone un filtro o bien una red metálica de malla fina que presiona el cuero al cerrar y para que el vapor de agua pase hacia la cámara de vacío principal en que hay un condensador que transforma el vapor en agua líquida. Luego, se cierra en forma hermética y se produce el vacío que provoca en breves minutos la evaporación del agua que contiene el cuero. Como la flor va apoyada en la placa calefactor y se seca primero, sale el vapor de agua por el lado carne, como se ilustra en el gráfico 6:

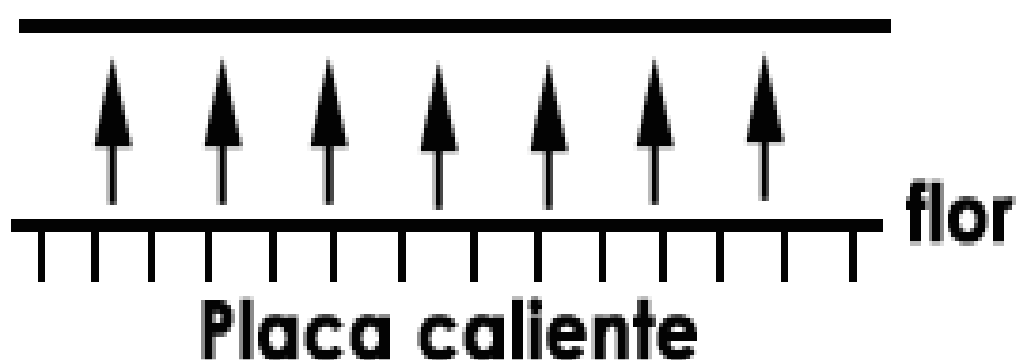


Gráfico 6. Ilustración de un secador al vacío.

Para <http://www.cica.org.ar.com>.(2013), no es conveniente realizar el secado total ya que al secarse primero la flor se perdería conductividad y se alargaría mucho el tiempo de secado. Además, se aumentaría el riesgo, ya existente, de migración de productos como grasas, recurtientes, colorantes, etc. Normalmente se usa como pre-secado. Se ponen las pieles unos 2 minutos, reduciendo la humedad del 50% al 25-30% y luego se pasan a otro secadero. Este sistema no requiere adhesivos lo cual es muy importante para cueros que se acaban con plena flor ya

que no quedarán residuos del pegamento. Se puede regular la temperatura de la placa, el tiempo de secado, la presión del aire y la presión sobre el cuero. A menor temperatura de la placa, mayor tiempo de secado.

h. Bombas de calor

Para <http://www.fonseca.com.ar/cuero.html>.(2013).al utilizar las bombas de calor se puede trabajar a temperaturas bajas y se obtienen cueros más blandos. Es un buen sistema para el vegetal ya que se evitan los fenómenos de contracción. la unidad de refrigeración consta de dos radiadores, un compresor y una válvula. Hay dos zonas: una de baja presión y una de alta presión. Es como un refrigerador: hay un gas que recorre el circuito cerrado, se comprime con un compresor y se condensa (pasa a líquido) y pasa por el radiador caliente que se refrigera con el aire. El líquido pasa por la zona de baja presión a temperatura ambiente y automáticamente se evapora (pasa a gas) y se enfría fuertemente debido a la pérdida de calor latente de evaporación. El gas frío pasa por el radiador frío y vuelve al compresor, cerrando el circuito. En el secadero hay un ventiladores que impulsan el aire. Dicho aire (húmedo) pasa por el radiador frío y se condensa la humedad de dicho aire, secándolo. Luego el aire seco pasa por el radiador caliente para calentarlo a la temperatura deseada y aumentar así su capacidad de secado y se vuelve a la cámara.Según el material empleado para construir el secadero puede haber problemas de corrosión.

i. Por radiación

Stryer, L. (2005), menciona que en el secado por radiación se emplean ondas electromagnéticas para transmitir energía. Se utilizan principalmente 3 tipos distintos de radiación:

- Lámparas infrarrojo: El secadero puede funcionar con lámparas, mediante electricidad, proporcionando calor seco o con placas, mediante gas propano o butano proporcionando calor húmedo. La principal aplicación está en el

secado que sigue a las capas de acabado. Se instala fundamentalmente en los túneles de secado de máquinas de acabado y se logra mediante lámparas de infrarrojo.

- Microondas. Se basa en el mismo principio que el electrodoméstico que usamos en nuestros hogares. El agua absorbe la energía de las microondas debido a la fricción molecular y la evaporación ocurre en el interior de las fibras por oscilación de las moléculas de agua. Esto reduce el efecto de pegado de las fibras durante el secado y la piel queda blanda. Sin embargo, al evaporarse el agua a 100°C a presión atmosférica existe el peligro de que produzcan sobrecalentamientos locales. Para evitar este riesgo se ha propuesto usar microondas a presión reducida (vacío) y a nivel de laboratorio ya se está trabajando con estos sistemas.
- Alta frecuencia. Se coloca el cuero entre dos placas cargadas. Se crea un campo eléctrico, la materia se polariza y los dipolos orientados crean un campo opuesto al existente entre las placas. Si se usa corriente alterna la polaridad de E varía y las moléculas se ordenan hacia ambos lados alternativamente. Los electrodos van recubiertos de teflón y refrigerados para que no se calientes. Las máquinas son lentas, entre 1-10 m/min porque se necesita mucha energía. El cuero se seca de adentro hacia afuera, no superficialmente porque el calor se transmite por el campo eléctrico creado dentro del cuero. Tiene la ventaja que las zonas más húmedas absorben más energía que las más secas y se logra una mayor igualación del contenido de humedad. Se usa para secar por ejemplo pieles que vienen del vacío. Sirve más que nada para igualar la humedad. Luego ya pasa al ablandado. En el gráfico 7, se ilustra el mecanismo de un secadero de los cueros por radiación.

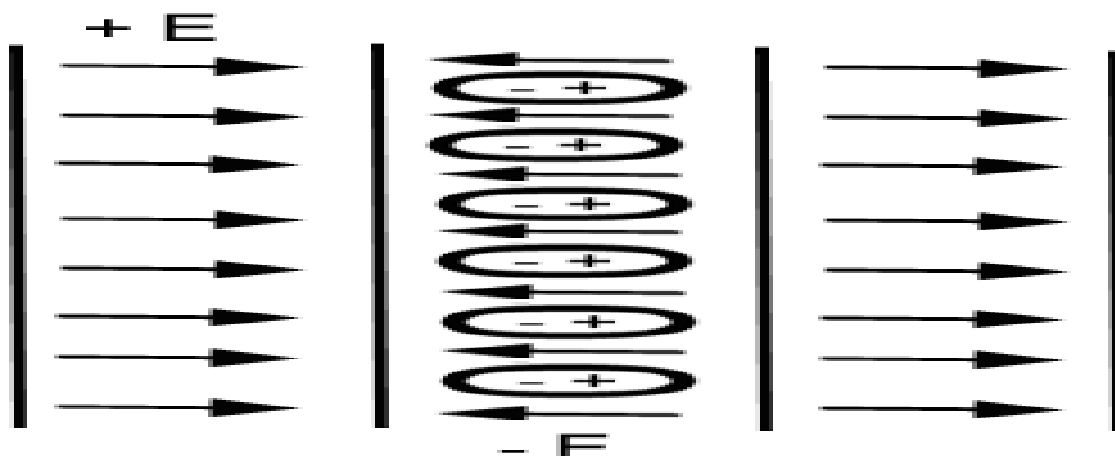


Gráfico 7. Ilustración del secadero por radiación.

5. Fallas en el procedimiento y defectos en el cuero

Fernandez, O. (2001), indica que la mayoría de las propiedades únicas del cuero son consecuencia de su estructura fibrosa, la cual es muy importante en el secado del cuero. La piel con la cual se produce cuero consiste de dos capas principales, la epidermis y el corium. La epidermis es removida durante las operaciones de ribera y el corium es la parte con la cual se fabrica el cuero. La estructura de la fibra del corium es de interés particular ya que los haces de fibras están formados por un grupo de fibras entrelazadas de tal forma que proporcionan gran resistencia y flexibilidad a la piel, al mismo tiempo que permite que el aire y el vapor de agua pasen a través de ella. Por otra parte, factores tales como el tratamiento de la piel en las operaciones de ribera, el tipo y extensión del curtido, lo mismo que el contenido de grasa y su distribución, son factores que influyen en los resultados del secado. Al descuidar cualquiera de estos aspectos, lo mismo que otros relacionados con el funcionamiento adecuado del equipo empleado en particular, se puede incurrir en defectos tales como:

a. **Oscurecimiento del color - Cueros curtidos al vegetal**

Soler, J. (2008), reporta que al terminar el curtido al vegetal los cueros deben lavarse para disminuir la presencia de taninos sobre la superficie dado que una

concentración mayor de 13° Be durante el secado puede generar migración del extracto curtiente hacia la superficie ocasionando un oscurecimiento de color en las zonas afectadas. Cuando durante el secado, una capa de moléculas de agua abandona la superficie de cuero, inmediatamente otra migra a la superficie. La rapidez de partida de las moléculas de agua, de la superficie del cuero es la misma que de las moléculas de agua que migran desde el interior del cuero hacia su superficie. Los espacios entre las fibras del cuero son lo suficientemente pequeños para actuar como capilares.

Morera, J. (2000), señala que si la evaporación del agua de la superficie del cuero es demasiado rápida, entonces el efecto capilar arrastrará extracto hacia la superficie concentrando el tanino en la misma. Con el progreso de la velocidad de secado el tanino se va concentrando, pudiendo llegar a ser sólido para cuando el cuero esté seco. La presencia de este extracto sólido, siempre en pequeñas cantidades, podría mostrarse como un oscurecimiento del color, desmereciendo la apariencia total del cuero. En aquellas áreas del crupón donde la estructura de la fibra está más abierta o floja, como por ejemplo en las áreas de la barriga y delantero, habrá un mayor volumen de tanino concentrado que en otras áreas donde las fibras están más compactas. Además cuando el cuero es secado demasiado rápido, el oscurecimiento del color podría ser mucho más pronunciado en éstas áreas. La lubricación de la superficie ayuda a controlar la velocidad de secado siendo más fácil mantener un color claro y uniforme.

Cotance, A. (2004), especifica que otra etapa del proceso de fabricación que puede producir oscurecimientos sobre la superficie de la flor es el planchado en rol. Para un planchado exitoso la suela de cuero debe contener entre 20-21 % de humedad, siendo este contenido de humedad muy crítico. Cuando los cueros muestran un alto contenido de humedad, durante el rolado se vuelven muy duros. Si el contenido de humedad está arriba del 22 %, entonces la presión del cilindro hará salir de la superficie algo de tanino presente entre las fibras oscureciendo la superficie en aquellas zonas con un alto contenido de humedad. Bajo tales condiciones esas zonas tienden a ser más oscuras que otras, dándole una apariencia no uniforme al cuero, ocasionando también flor quebradiza.

b. Flor Quebradiza

Libreros, J. (2003), manifiesta que los agrietamientos de la flor que se presentan durante el secado pueden ser originados incluso desde el período post mortem, conservación y trabajo de ribera, por la acción de microorganismos en sus fibras, las cuales al actuar sobre el colágeno producen cierta cantidad de degradación de tal forma que al llegar así los cueros a la etapa de secado no resisten la tensión producida formándose los agrietamientos. En el caso de cueros para corte que no han sido suficientemente humectados también se pueden producir agrietamientos sobre la flor, por la falta de lubricación entre las fibras. Los cueros curtidos al vegetal parecen tender más a agrietarse cuando en la flor se encuentran depositadas grandes cantidades de material curtiente, o cuando no se engrasan las pieles antes del secado, o en un clima caliente y seco, sobre todo cuando hace viento ya que el cuero tiende a secarse muy rápidamente.

c. Defectos en el secado Pasting y en otro tipo de secado

Frankel, A. (2009), indica que considerando que el secado es una función de tiempo, temperatura, humedad relativa y movimiento del aire a través de la piel, el sistema de secado se ha modificado con el transcurso de los años con el fin de hacerlo más eficiente y acorde al volumen de la producción de cueros. El secado pasting es un proceso se ha venido modificando y mejorando para llegar al sistema que conocemos hoy con las ventajas sobre otros métodos de un mayor rendimiento (12 % o más) y un promedio de producción más o menos alto. Es un sistema muy empleado pero si no se maneja adecuadamente puede producir defectos tales como el ondulamiento de fibra y aspecto glaseado de los cueros.

- Ondulamiento de Fibras.- En los secadores tipo pasting (construidos en varios tamaños dependiendo del tipo y producción de cada curtiembre) existen varias zonas de secado, de las cuales en general en las dos primeras se comience con una temperatura alta para reducirla en las siguientes, ajustando además la humedad en las dos últimas zonas de tal forma que el cuero abandone el secador a una humedad de 14-15%. El tiempo variará según si el aire incide

directamente sobre los cueros (perpendicularmente) desde 20 minutos hasta 1.5-2 horas dependiendo del peso y humedad de; cuero; o si el aire se aplica entre los cueros (paralelamente) donde el tiempo de secado podría ser casi el doble para las mismas condiciones. Se ha observado que cuando esta temperatura de secado alcanza valores arriba de 71°C los cueros producidos mostrarán fibras con cierto grado de ondulamiento y disminución en sus propiedades físicas; muestran baja resistencia a la tensión y flor quebradiza.

- **Aspecto Glaseado de los Cueros.-** Para realizar el secado en pasting los cueros deben quedar adheridos sobre placas verticales completamente extendidos, para lo cual suele usarse una pasta adhesiva generalmente preparada a base de almidón de varias clases y aditivos que brinden ciertas propiedades como pudiera ser la viscosidad. Cuando un cuero es secado en dichas condiciones el enlace formado consta de 3 partes importantes a considerar: El film adhesivo que une el cuero y la placa; La interfase entre el film adhesivo y la superficie del cuero, y La interfase entre el film adhesivo y la placa. Es importante que el enlace por una parte mantenga bien fijo el cuero sobre la placa y que por otra sea capaz de desprenderlo fácilmente, sin dañarlo cuando el secado termine. Para esto va a ser muy importante la selección adecuada de la pasta así como la cantidad aplicada, el tipo de cuero por secar, el contenido de grasa superficial de; cuero, además de la limpieza adecuada de las placas. Aunque existen diferentes formas de aplicar la pasta adhesiva siempre será importante aplicar la cantidad correcta, puesto que si se excede, los cueros mostrarán un aspecto glaseado.

d. Pérdida de superficie del cuero y endurecimiento

Bacardit, A. (2004), manifiesta que todos los cueros que son secados guindándose al aire libre presentan, de acuerdo al tipo de curtido, una crispación de la superficie del orden del 5-15%. La reducción de la superficie se debe fundamentalmente a aumentos de temperaturas en el secado en los estadios finales del proceso. Esta pérdida de superficie luego puede disminuirse en los procesos mecánicos del acabado como ablandar y clavar pero no se logra una

compensación total. Es importante seleccionar temperaturas suaves de secado e insertar zonas de climatización en las etapas finales del proceso. Cuando se habla del endurecimiento del cuero, hay que tomar en cuenta que las temperaturas muy altas en el secado o un tipo de curtido no resistente de estas temperaturas o un engrase menor, pueden ocasionar un endurecimiento del cuero.

E. INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN EL SECADO DEL CUERO

Adzet J. (2005), explica que es indispensable el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan a las industrias implementar procesos más eficaces y económicos que hagan su labor más productiva. El Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, CIATEC de México, es consciente de ello, por eso constantemente busca el desarrollo de sistemas que simplifiquen las labores propias de la industria del cuero y el calzado, es el caso de una de sus últimas creaciones, una máquina que a través de luces infrarrojas seca el cuero en un menor tiempo y con un importante ahorro del gas utilizado en el proceso. Se trata de un sistema de luces infrarrojas que son incorporadas a una banda de transporte elaborada con hilos de nylon que transporta el cuero dentro de la máquina y que no absorbe la temperatura, característica que evita que el cuero se caliente o se encoja. En esta máquina la radiación es absorbida en su gran mayoría por las moléculas de agua, que se mueven y aumentan su energía, esto genera la evaporación del líquido. Para el secado del cuero se requiere una radiación de 2,5 – 3,5 micrómetros de longitud de onda “El equipo hace lo que un secador tradicional por convención forzada; sin embargo, esta tecnología realiza el mismo proceso de secado en menor tiempo, a una velocidad mayor, ocupa 60 por ciento del espacio se destina a un equipo habitual, y además ahorra gas”.

Iglesias, E. (2007), manifiesta que México a nivel mundial es el octavo productor de cuero después de China, Italia, India, Brasil, Corea, Rusia y Argentina; procesa alrededor de 8 millones de pieles de bovino al año y casi 70 por ciento de esta producción tiene como fin la manufactura de calzado. El poco crecimiento registrado de esta industria en los últimos años hace evidente la necesidad de

emplear nueva tecnología a fin de mejorarla; una opción es el diseño de una máquina de secado por infrarrojo cuyo propósito es usarla en el acabado del cuero en menor tiempo. Se trata de una propuesta desarrollada en el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC) por medio de la cual se disminuye el uso de gas, además de ser una herramienta que ahorra espacio físico. De acuerdo con el doctor Sergio Alonso Romero, responsable de la investigación y del diseño, el proceso de infrarrojo consta de un sistema de banda típica donde se emplean hilos de nylon como soporte que no absorben la temperatura; debido a ello, el cuero no se calienta ni se encoje de la parte baja, del lado de la carne de lo que fue el animal.

Ponti, B. (2008), señala que las tenerías tradicionales curten la piel en mitades; por ejemplo, aunque el animal genere un cuero de 2.50 por 2 metros, la piel se divide para secarla en las máquinas que en la actualidad se usan. En el caso de la tapicería automotriz para los asientos se requieren curtir la pieza de piel completa y con el sistema diseñado en el CIATEC el proceso se puede realizar adecuadamente. Con este equipo de secado por infrarrojo, que ya obtuvo la patente en 2010, pueden colocarse cueros enteros o en mitades; asimismo, la herramienta puede diseñarse para que posea paneles cuya pequeña flama azul produzca calor y no luminosidad sobre toda la superficie del material que requiera secarse. “El equipo hace lo que un secador tradicional por convención forzada; sin embargo, esta tecnología realiza el mismo proceso de secado en menor tiempo; a una velocidad mayor, ocupa 60 por ciento del espacio que se destina a un equipo habitual, y además ahorra gas”.

El Centro de Investigación y Asesoría Tecnológica en el Cuero (2005), reporta que aunque las tenerías no han implementado esta herramienta, dicha tecnología puede ser transferida a otros mercados, donde se requiere secar artículos o películas muy delgadas, por ejemplo, láminas del orden de un milímetro de espesor; inclusive, puede cambiarse la longitud de onda del infrarrojo a fin de secar productos más gruesos. Si fuera requerido secar un material grueso, sería necesario cambiar las lámparas infrarrojas del equipo por otras con un diseño diferente para que la energía calorífica penetre más en el producto. En el sistema

de infrarrojo desarrollado en el CIATEC, la radiación es mayoritariamente absorbida por las moléculas de agua, que se mueven y aumentan su energía interna, lo que ocasiona la evaporación del líquido; para conseguir un secado eficiente y suave, es necesario emplear una radiación de 2.5-3.5 micrómetros (unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro) de longitud de onda. Cabe señalar que la radiación infrarroja se subdivide en tres grupos para uso industrial, y la media (entre 2.0—3.0 micras) es la destinada a secar el cuero (vía evaporación de agua); lo anterior explica que mientras más corta es la longitud de onda, la radiación penetra de manera profunda en la pieza y aumenta el grado de calor. Se opta por el sistema de infrarrojo porque el convencional escaro es su implementación; incluso el gabinete es tres veces más largo que su diseño y consume bastante energía a partir de gas; en cambio este sistema infrarrojo patentado ahorra espacio como gas, y tiempo de secado.

Para <http://www.ciatec.mx/.com>.(2013), otra de las ventajas que ofrece esta máquina patentada en el 2010 por CIATEC, es que permite curtir una pieza de piel completa. Una pieza de cuero mide aproximadamente 2,50 por 2 metros y normalmente no cabe completa en las tenerías tradicionales, por lo que tiene que cortarse y ser curtida por partes. Pero en el caso del cuero utilizado para tapicería de autos es indispensable que la pieza sea curtida en su totalidad en mismo proceso. Esta innovadora tecnología ya ha sido presentada en diversos congresos en Brasil y Colombia con total éxito y según los investigadores del *Ciatec* lo único que falta es que algún industrial quiera implementar este equipo en su empresa o bien adaptarlo a sus necesidades

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de campo es decir la construcción del toggling, para el estirado y secado del cuero se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio del cuero y Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo a una altitud de 2754 msnm. con una longitud oeste de 78 ° 28 ' 00" y una latitud sur de 01 ° 38'. Los análisis físicos se realizaron en el Laboratorio de Resistencias Físicas de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH. El tiempo de duración de la investigación fue de 126 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba, se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO
Temperatura (° C)	13.8
Humedad relativa (%)	63.2
Precipitación anual (mm/año)	465
Heliofania , horas luz	165.15

Fuente: Estación Agrometeorológica de la F.R.N. de la ESPOCH (2012).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Por ser un trabajo de tipo descriptivo no se consideró unidades experimentales, ni un diseño estadístico únicamente se evaluó las pruebas piloto del secadero Toggling, de manera comparativa.

C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES

1. Materiales

- Tubos de acero cuadrados
- Tubos de acero redondos
- Toles agujerados.
- Tés
- Pintura
- Platinas
- Electrodo
- Pernos
- Tablas triplex
- Tornillos tuercas
- Arandelas
- Varillas cuadradas
- Ruedas
- Cable
- Extensión

2. Equipos

- Soldadora
- Taladro
- Pulidora
- Moladora
- Ventilador
- Resistencia

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente proyecto no se dispone de tratamientos experimentales, sino que respondió al estudio de un diseño de procesos para la construcción y evaluación del Toggling para el Laboratorio de Curtición de la Piel de la Facultad de Ciencias Pecuarias, el mismo que permitió establecer un mejor resultado en el proceso de estacado de pieles menores. Sin embargo una vez instalado el equipo se procedió a realizar pruebas piloto cada semana, aproximadamente se procesaron 5 pieles, que se consideró como fuente de variación, por lo que, los resultados registrados respondieron a una recopilación de muestras sistematizadas, en tal virtud se utilizó estadística descriptiva, realizando el cálculo de las medias, medianas y moda así como la desviación estándar y coeficiente de variación de cada una de las mediciones .

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Longitud inicial del cuero
- Longitud final del cuero
- Temperatura de secado
- Incremento de la longitud
- Porcentaje de incremento de la longitud

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

- Media
- Moda
- Mediana
- Rangos
- Desviación Standard
- Coeficiente de variación
- Histograma de frecuencias.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La implementación del presente equipo de curtiembre se realizó de la siguiente manera:

- Primeramente se evaluó la planta de curtiembre para realizar el equipo de secado de pieles, es decir se determinó el área donde fue colocado y las instalaciones eléctricas que se necesitaron.
- Posteriormente se midió y conoció la capacidad de la planta, para poder diseñar el toggling adecuado.
- Luego se realizó la adquisición de los materiales adecuados que sirvieron para la construcción del equipo expuesto para el proceso de estirado y secado de pieles de animales menores.
- A continuación se procedió a la construcción de los marcos del toggling para dar forma del mismo, los que debieron ser de acero inoxidable y fueron soldados en forma cuadrada.
- Posteriormente se procederá a colocar las planchas de tol agujereado en la parte externa del equipo y que servirán para el estacado de las pieles.
- Luego se procederá a instalar tanto la resistencia como el ventilador dentro del toggling que son las fuentes de calor que se encargaran del secado de las pieles.
- A continuación se realizará el montaje del sistema de Toggling, en su totalidad en el laboratorio de curtiembre de la FCP y finalmente se pondrá en funcionamiento.
- Finalmente se realizó comparaciones del estacado y secado en el Toggling con el secado y estirado en las planchas de eucalipto, para lo cual se utilizó pruebas piloto con pieles que se encuentren en esos momentos en procesamiento de estudiantes de la asignatura de Curtiembre.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Longitud inicial del cuero

La longitud es una de las magnitudes físicas fundamentales, en tanto que no puede ser definida en términos de otras magnitudes que se pueden medir. En muchos sistemas de medida, la longitud es una unidad fundamental, de la cual derivan otras, longitud es la distancia que ocupa un cuerpo se mide en metros, Pies, yardas. La industria del curtido comercializa los cueros por superficie, salvo en el caso de las suelas que se venden por peso. La medición de la piel depende del estado en el que se encuentra. Se estima que se controló un 3% del número total de pieles para tener una idea exacta de la superficie de todo un lote. Las superficies del cuero se miden en pies cuadrados, pero hay países que manejan metros cuadrados. (1 pie cuadrado=929 cm²), Como la superficie del cuero varía de acuerdo a la humedad relativa del ambiente, antes de la medición se acondicionaron los cueros en ambientes de acuerdo a lo establecido en la Normas IUP3 (Climatizar los cueros para que haya condiciones de comparación entre los resultados. Esta norma establece una temperatura de entre 20°C + 2°C y una humedad relativa de 65 + 2 % durante las 48 horas que preceden a los ensayos físicos). Debido a la forma irregular de los cueros para conocer su superficie se emplearon sistemas manuales como son:

Método del cuadro.- Consistió en un simple marco de madera cuya superficie interior tenía 3 x 4 pies cuadrados, dividido por alambres de dos colores diferentes, uno correspondiente a pies cuadrados y otro a 1/4 pie cuadrado.

2. Longitud final del cuero

Al secar el cuero al aire este se encoge se endurece o se abarquilla y queda con el poro basto. Para que el cuero quede plano, flor lisa y poro fino debió secarse a una placa lisa. Se indica que el encogimiento que experimenta la piel bovina sin dividir, curtida al cromo y recurtida de un espesor de 3.6 a 4.5 mm. Colgada al

aire libre es del orden del 30% calculada sobre la superficie de la piel remojada sin curtir. Para el procedimiento de medición de la longitud final se procedió igual que para la final es decir utilizando el método del cuadrado y por diferencia se obtuvo el porcentaje de alargamiento del cuero.

3. Incremento de la longitud del cuero en decímetros

El incremento de la longitud del cuero se lo determino por diferencia entre la longitud final menos la longitud inicial y determina los decímetros que se han incrementado después del proceso de estirado de los cueros, el incremento en la longitud esta determinado por la siguiente formula

$$IL = Longitud\ final - longitud\ inicial$$

4. Porcentaje de estiramiento del cuero

El porcentaje de alargamiento del cuero es la relación en porcentaje del incremento en la longitud que ha sufrido el cuero después del secado y se calculó con la siguiente formula

$$Porcentaje\ de\ estiramiento\ del\ cuero = \frac{Incremento\ de\ la\ longitud\ del\ cuero}{longitud\ inicial} * 100$$

5. Tiempo de secado

Para determinar el tiempo de secado de un cuero fue necesario efectuar ensayos de velocidad de secado, los cuales se realizaron en condiciones constantes de secado, es decir con aire a presión, temperatura, humedad y velocidad constante, a intervalos de tiempo regulares se determinó por pesada de humedad del cuero y con los datos de humedad y tiempo. Se obtuvo una curva de secado en la cual disminuye.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO

Para la construcción del equipo en primera instancia se recurrió al dimensionamiento de las mallas que portaran las pieles, para ello se consideró la medición promedio de la superficie de las pieles menores de los animales que dentro de este grupo son lo más grandes como es el caso de los ovinos, cuyas pieles tienen en promedio las medidas descritas en el gráfico 8.

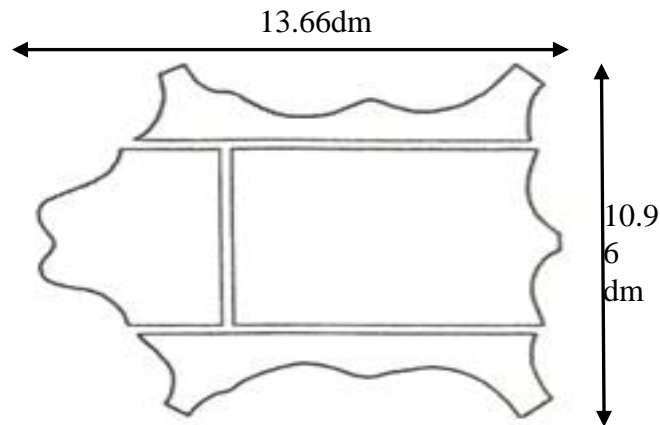


Gráfico 8. Dimensiones promedio de la piel ovina.

Tomando como referencia las dimensiones de una piel menor representativa (piel ovina) se debe conocer la superficie que ocupara en la malla de estiramiento. La superficie inicial de la piel, es decir el área que la piel tendrá al ingresar al toggling, se calcula mediante la expresión matemática formulada en la ecuación 1.

$$A_i = b_i * h_i$$

Donde:

A_i = área inicial de la piel

b_i = dimensión de la base inicial de la piel

h_i = dimensión de la altura inicial de la piel

$$A_i = 13.66dm * 10.66dm$$

$$A_i = 142.62dm^2$$

Conociendo además que no todas las pieles tendrán la misma superficie asumimos un factor de seguridad, es decir incrementamos en un porcentaje determinado el área de las pieles para asegurarnos de que al existir pieles de animales que sobrepasen el promedio pueda el equipo satisfacer con el estiramiento de los casos poco comunes. Para ello se asume que el factor de seguridad será de 10%, es decir que las pieles más grades sobrepasaran hasta en un 10% el tamaño promedio. Para calcular el factor de seguridad se parte de la ecuación 2.

$$Fs = \frac{A_i * 10}{100}$$

Donde

A_i = Área inicial de las pieles

Fs = Factor de seguridad

$$Fs = \frac{145.62dm^2 * 10}{100}$$

$$Fs = 18.56dm^2$$

Para obtener la superficie de la piel considerando animales que sobrepasen el tamaño promedio se utiliza la ecuación 3.

$$A_{ic} = A_i + Fs$$

Donde

A_{ic} = área inicial de la piel corregida

A_i = área inicial de la piel

Fs = factor de seguridad

$$A_{ic} = 145.62dm^2 + 18.56dm^2$$

$$A_{ic} = 164.18 dm^2$$

La principal función del equipo toggling es secar las pieles y aumentar el paisaje de las mismas por el estiramiento y temperatura. Se busca aumentar en un promedio de 10 dm^2 la superficie de las pieles de referencia, es decir pieles de ovinos, es por ello que tomando como referencia la superficie inicial de la piel de ovino, la cual se calcula por medio de la siguiente relación matemática descrita en la ecuación. Es por ello que la superficie final que tendrá la piel producto del estiramiento en el toggling se calcula mediante la aplicación de la ecuación 2.

$$A_f = A_i + 10 \text{ dm}^2$$

A_i = área inicial de la piel

A_f = dimensión final de la malla de estacado

10 dm^2 = estiramiento esperado de la piel

$$A_f = 164.62 \text{ dm}^2 + 10 \text{ dm}^2$$

$$A_f = 174.62 \text{ dm}^2$$

Es decir que la malla de estacado (malla en donde se ajustara la piel con las pinzas de sujeción para generar el estiramiento) debe tener una superficie total de 174.62 dm^2 , dimensiones expresadas en el gráfico 9.

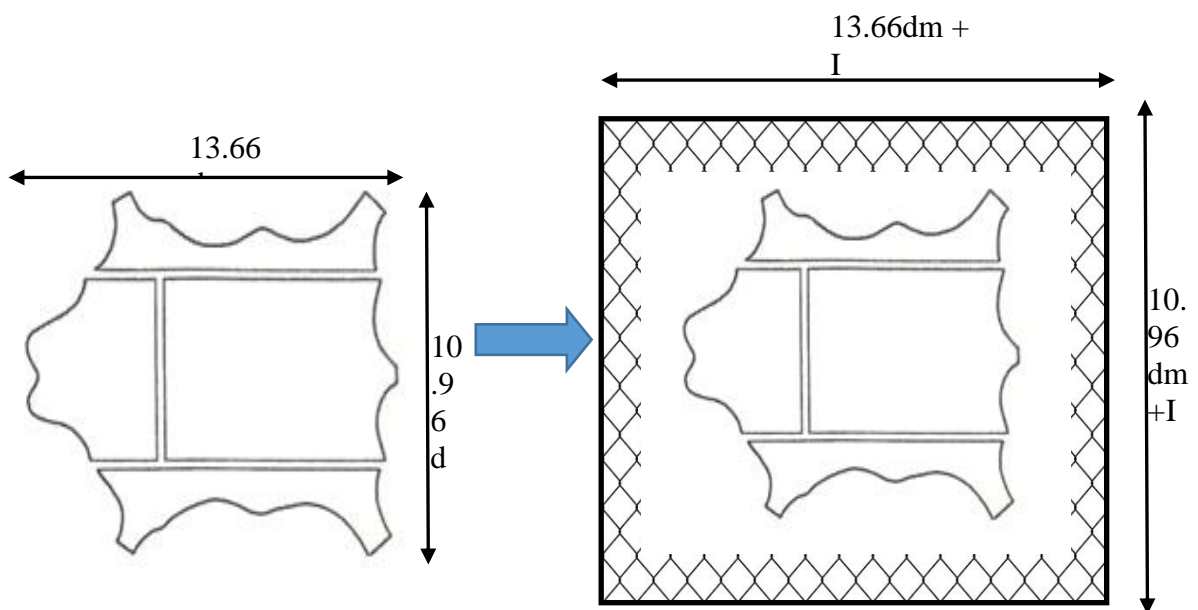


Gráfico 9. Dimensiones de la base y la altura que deben tener las mallas de estacado partiendo de las medidas iniciales de la piel.

Para conocer las dimensiones de la base y altura de cada malla se debe partir del echo deberá tener como área un valor de 174.62 dm^2 , para lo que se parte de la ecuación 4.

$$A_f = b_f * h_f$$

Dónde:

A_f = Área de la malla de estacado

b_f = dimensión de la base de la malla de estacado

h_f = dimensión de la altura de la malla de estacado

Para poder determinar la medida de la base de la malla de estacado se parte de las dimensiones iniciales de la piel más un valor de diseño I, expresado en la ecuación 2.

$$b_f = b_i + I$$

Dónde:

b_f = Dimensiones de la base de la malla de estacado

b_i = Dimensiones de la base de la piel bovina

I = Valor de diseño

De manera análoga para dimensionar la altura que deberá tener la malla se requiere aplicar la ecuación 3.

$$h_f = h_i + I$$

Dónde:

h_f = Dimensiones de la altura de la malla de estacado

h_i = Dimensiones de la altura de la piel bovina

I = Valor de diseño

Por medio de aplicaciones algebraicas obtenemos la ecuación 3 .

$$A_f = (b_i + l) * (h_i + l)$$

$$174.62 dm^2 = (13.66 dm + l) * (10.96 dm + l).$$

Por medio de herramientas de factorio determinamos que el valor de diseño l es igual a 0.97 por lo que el valor en cuanto a dimensiones que deberá tener la malla de estacado se expresa en el gráfico 10.

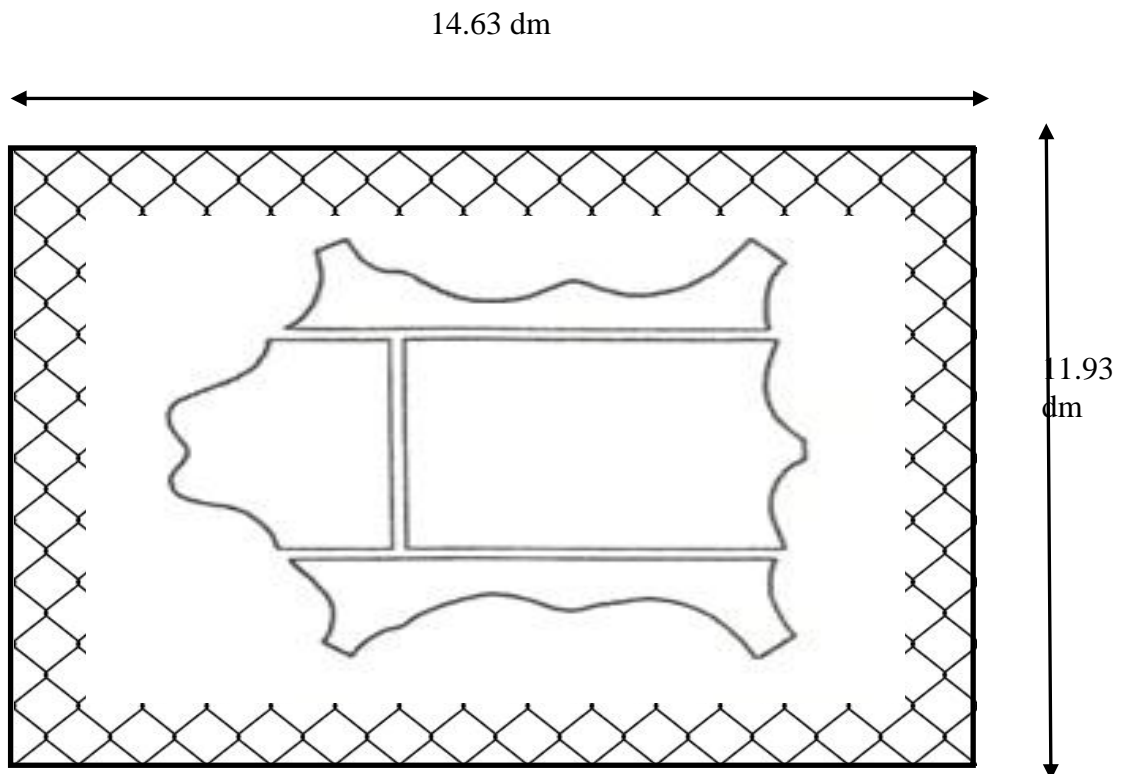


Gráfico 10. Dimensiones de la malla de estacado.

Por ende cada malla deberá tener unabase de 14.63 dm y una altura de 11.93 (medidas para cambiar en los planos), para poder albergar las pieles dentro del toggling y generar el proceso de estiramiento de la piel. Para la construcción del panel de estiramiento con la malla de estacado se utilizó planchas perforadas de medidas inferiores a las necesarias por lo que se utilizó fracciones de placas estándar que posean las medidas necesarias y ajustar la superficie de cada malla hasta una medida de 14.63 dm x 11.93 dm, como se muestra en el gráfico 11.



Gráfico 11. Construcción de la malla de estacado.

Para generar una mejor operación y mantenimiento de las mallas de estacado se dispuso la aplicación de marcos tubulares a cada una de las mallas, las mismas que tuvieron una medida final de $15.4 \times 12.7 \text{ dm}^2$. Las medidas de cada marco partieron de las medias de la malla de estacado más un valor en cada uno de los lados que asegure un acorde manejo de las mallas y la disposición de los demás componentes, como es el eje de giro para ubicar la malla de la posición vertical a la posición horizontal. La construcción de cada marco se detalla en el gráfico 12.



Gráfico 12. Construcción del marco para la malla de estacado.

Posteriormente se construyó un segundo marco de sujeción o soporte para giro. El marco de soporte tiene la principal función de brindar el soporte para las cargas que se generan sobre la malla de estacado producto del giro que debe realizarse a la misma para la operación de disposición de las pieles para estacar y la posterior acción de retirar las pieles ya estacas, de tal manera que para resistir las fuerzas de deformación los marcos fueron elaborados con líneas tubulares de acero de alta resistencia que brindaran el soporte y ayudaran al operador en el proceso de inversión de dirección de las mallas. El soporte de sujeción tiene medidas de $17.4 \times 15.4 \text{ dm}^2$. Posteriormente que se realizó la construcción de los soportes se prosiguió a unificar las mallas con los soportes aplicando un eje de giro en la zona media de las mallas y el soporte de manera que se sujeten en dos puntos dentro del plano horizontal cada malla con su respectivo marco, como se muestra en el gráfico 13.



Gráfico 13. Sujeción de la malla con el marco de soporte mediante el eje de giro.

Se replicó las acciones de construcción antes descritas para producir las 5 mallas de estacado con sus respectivos marcos de soporte y sujeción de las que constara el equipo de secado y estiramiento. Posteriormente se aplicó a cada una de las mallas de estacada terminadas rieles en la parte superior para poder retirar las mallas del interior del equipo cuando se desee estacar y secar pieles o cuando se ha terminado el tiempo de operación de mallas que contenían pieles, como se muestra en la gráfico 14.



Gráfico 14. Adición de las rieles para el sistema de rodadura de los marcos de sujeción.

Para el dimensionado de la estructura se debió considerar el espacio total que ocupan las 5 mallas de estacado más las láminas de aislamiento. Las medidas de la estructura son 0,87m de ancho, 2,20m de altura y 4,67m de fondo. Una vez conocidas las medidas que tendrá la estructura se procedió a la construcción de la misma, para lo que se utilizó perfiles cuadrados, los mismos que fueron cortados y soldados de tal manera que se obtenga un espacio interior que albergue al sistema de rodadura y a las mallas de estacado con las medidas mencionadas, como se muestra en el gráfico 15.



Gráfico 15. Estructura interna del toggling.

El equipo tiene las dimensiones descritas

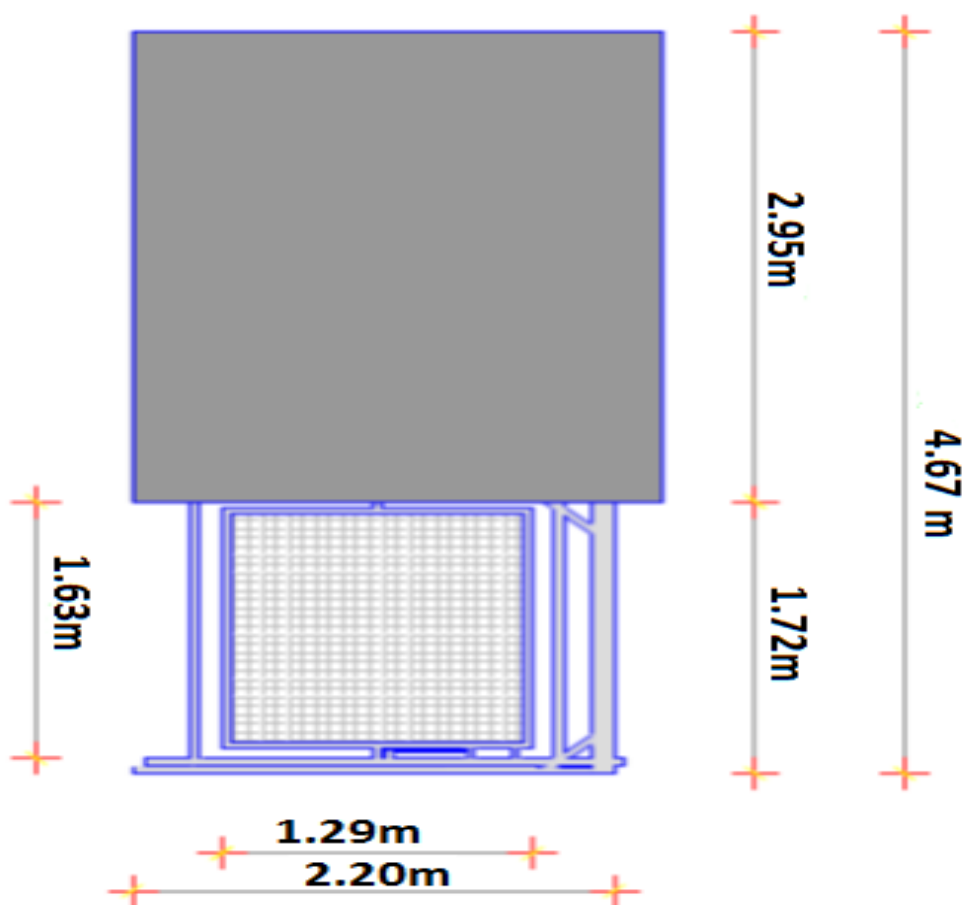


Gráfico 16. Plano estructural del toggling finalizado.

B. BALANCE DE MASA DENTRO DEL TOGGLING

Partiendo del axioma “La materia no se crea ni se destruye, solo se transforma” podemos indicar que para el balance de masa de la etapa de estacado y secado dentro del toggling se parte de:

$$E = P + R$$

Dónde:

E = Corrientes de entrada de los cueros para estacado y secado.

P = Corriente de cueros estacados y secados

R = Corriente de humedad eliminada en los cueros dentro del toggling

Conociendo que la acumulación dentro del fulón es igual a cero ya que el proceso es por tandas y al final del mismo se descarga completamente, es por tanto que la ecuación nos queda:

$$M + I = P + R$$

Dónde:

M = Corriente de Materia prima (piel preparada para curtición al vegetal)

I = Corriente de insumos

P = Corriente de productos (cueros curtidos con extracto de guarango)

R = Corriente de residuos generados

Dentro de la formulación diseñada se utilizó 6 pieles bovinas preparadas para curtición al vegetal con un peso promedio de 15 kg, con un peso total de:

$$Peso_{total} = Peso_{promedio} * Numero_{pieles}$$

$$Peso_{total} = 15 \text{ kg/piel} * 6 \text{ pieles}$$

$$Peso_{total} = 90 \text{ kg}$$

Bajo el modelo diseñado en la investigación la etapa de curtición tiene un tiempo total de 13,3, horas para procesar las 6 pieles que actuaron como unidades experimentales, es decir que el flujo en peso procesado es igual a:

$$Flujo_{pieles} = \frac{Peso_{total}}{Tiempo}$$

$$Flujo_{pieles} = \frac{90 \text{ kg}}{13,33 \text{ h}}$$

$$Flujo_{pieles} = 6,75 \text{ kg/h}$$

El flujo de materia prima procesada es igual a 6,75 kg de piel por cada hora. En tanto que el consumo de los insumos y agente curtiente se calculan a partir de dicho flujo obteniéndose.

1. Calculo de la masa de Agua

Para el cálculo de la masa del agua se utilizó la siguiente formula:

$$Flujo_{H_2O} = \frac{Flujo_{pieles} * \%f_{H_2O}}{100}$$

Dónde:

$Flujo_{H_2O}$ = Flujo de entrada de agua (kg/h).

$Peso_p$ = Flujo de entrada de pieles (kg/h).

$\%f_{H_2O}$ = Porcentaje del agua requerido según la formulación.

$$Flujo_{H_2O} = \frac{6,75 \text{ kg/h} * 40}{100}$$

$$Flujo_{H_2O} = \frac{6,75 \text{ kg/h} * 40}{100}$$

$$Flujo_{H_2O} = 2,70 \text{ kg/h}$$

2. Calculo de la materia seca

$$Flujo_{Sd} = \frac{Flujo_{pieles} * \%f_{Sd}}{100}$$

$$Flujo_{Sd} = \frac{6,75 \text{ kg/h} * 2}{100}$$

$$Flujo_{Sd} = 0,13 \text{ kg/h}$$

3. Balance de energía dentro del toggling

Para el balance de energía partimos de la siguiente ecuación:

$$Q + W = \Delta H + \Delta E_c + \Delta E_p$$

Dónde:

Q = Calor

W = Trabajo

ΔH = Variación de la entalpía

ΔE_c = Variación de la energía cinética

ΔE_p = Variación de la energía potencial

Conociendo que las operaciones de la etapa de curtición se efectúan al mismo nivel con relación al suelo podemos despreciar la variación de la energía potencial obteniéndose:

$$Q + W = \Delta H + \Delta E_c + \cancel{\Delta E_p}$$

$$Q + W = \Delta H + \Delta E_c$$

El fulón o bombo de curtido opera a velocidad angular constante durante toda la curtición por ende la variación de la energía cinética es despreciable

$$Q + W = \Delta H + \cancel{\Delta E_c}$$

$$Q + W = \Delta H$$

Asumiendo que el fulón actúa como un sistema adiabático podemos despreciar la transferencia de calor existente llegando a:

$$\cancel{Q} + W = \Delta H$$

$$W = \Delta H$$

Es decir que la variación de la entalpía del sistema es igual al trabajo de los dispositivos mecánicos que actúan en la etapa de curtiembre, es decir el motor que acciona el movimiento del fulón llegando a la ecuación que define el balance de energía de la etapa de curtiembre

$$W_m = \Delta H_{1-2}$$

Balance de energía en la etapa de curtiembre

Dónde:

W_m = Trabajo realizado por el motor

ΔH_{1-2} = Variación de la entalpía

Para el cálculo del trabajo generado por el motor partimos de la ecuación de la potencia del dispositivo

$$\dot{W} = \frac{W_m}{t}$$

Donde

\dot{W} = Potencia del dispositivo

W_m = Trabajo del motor

t = Tiempo de operación

Despejando el trabajo obtenemos la siguiente relación

$$W_m = \dot{W} * t$$

La potencia nominal del motor es de 0,5 hp, y el tiempo de operación requerido es de 13,3 horas, transformando las unidades obtenemos

- De hp a kw

$$0,5\cancel{hp} * \frac{1,341kw}{1\cancel{hp}} = 0,6705kw$$

- De h a s

$$13,3\cancel{h} * \frac{3600s}{1\cancel{h}} = 47880s$$

$$W = \dot{W} * t$$

$$W_m = 1,341 \frac{kJ}{s} * 47880s$$

$$W_m = 64207,08 \text{ kJ}$$

Reemplazando en la ecuación 4

$$W_m = \Delta H_{1-2}$$

$$\Delta H_{1-2} = 64207,08 \text{ kJ}$$

Conociendo que la etapa de curtición se lleva a cabo dentro de un periodo de 13,33 horas

$$\Delta H_{1-2} = \frac{64207,08 \text{ kJ}}{13,33h}$$

$$\Delta H_{1-2} = 4816,74 \text{ kJ/h}$$

Para encontrar la variación de entalpia con relación al flujo de materia procesado por hora partimos de la siguiente ecuación:

$$\Delta \dot{H}_{1-2} = \frac{\Delta H_{1-2}}{f_m}$$

Dónde:

$\Delta \dot{H}_{1-2}$ = Variación de la entalpia especifica

ΔH_{1-2} = Variación total de la entalpia

f_m = Flujo másico

$$\Delta \dot{H}_{1-2} = \frac{\Delta H_{1-2}}{f_m}$$

$$\Delta \dot{H}_{1-2} = \frac{4816,74 \text{ kJ/h}}{11,304 \text{ kg/h}}$$

$$\Delta \dot{H}_{1-2} = 426,109 \text{ kJ/kg}$$

C. PRUEBAS FÍSICAS DE LAS PIELES MENORES ESTACADAS EN EL TOGGLING DISEÑADO, CONSTRUIDO E INSTALADO EN EL LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELES

1. Longitud Inicial

La evaluación estadística de la longitud inicial de las pieles menores estacadas en el toggling; diseñado, construido e instalado en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, determinó que en la valoración de 15 pieles menores, pertenecientes a los usuarios del laboratorio, en tres diferentes periodos de tiempo registró que la media de la longitud inicial media fue de 37,40 dm, ya que en la primera observación se registró una media de 37,30 dm, en la segunda observación de 36,50 dm y en la tercera observación se 38,40 dm, por lo tanto se observa que aleatoriamente se reportó la longitud más alta en los cueros de la tercera semana de evaluación así como se observa una mediana de 36,5 cdm, y una moda o el valor que más se repite de 36 cm, es decir que las pieles de animales menores normalmente inician el proceso de curtición con 37,40 dm, de longitud inicial media, y una desviación estándar en relación a la media de 3,95 dm, como se reporta en el cuadro 3. Además el coeficiente de determinación nos indica una dispersión baja entre los valores de la distribución normal ya que el valor fue de 10,57%; que indica que las pieles menores tienen variabilidad entre las tres respuestas del muestreo que no se alejan de la normalidad.

Al respecto Adzet, J. (2005), reporta que la longitud es la distancia que ocupa un cuerpo se mide en metros (m), Pies (ft), yardas (yd), es un medida fundamental en la industria del curtido que comercializa los cueros por superficie, salvo en el caso de las suelas que se venden por peso. La medición de la piel depende del estado en el que se encuentra. Se estima que se deberán controlarse un 3% del número total de pieles que ingresan a la fábrica a ser transformadas en cuero (material imputrescible), para tener una idea exacta de la superficie de todo un lote. Las superficies del cuero se miden en pies cuadrados, pero hay países que manejan metros cuadrados. (1 pie cuadrado=929 cm²).

Cuadro 3. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS PIELES ESTACADAS EN EL TOGGLING DISEÑADO, CONSTRUIDO E INSTALADO EN EL LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELES.

VARIABLE	Media	Mediana	Moda	D.E.	CV
Longitud inicial, dm.	37,40	36,5	36	3,95	10,57
Longitud final, dm.	47,43	47,00	48,00	4,07	8,59
Incremento de longitud, dm.	10,03	10,00	10,00	0,34	3,39
% de estiramiento.%	27,09	26,39	26,39	2,69	9,92
Tiempo de secado, horas	2,58	2,58	2,50	0,19	7,42

DE: DesviacionEstandar.
 CV: Coeficiente de variación.
 Prob: probabilidad.
 Sign: Significancia.

Como la superficie del cuero varía de acuerdo a la humedad relativa del ambiente, antes de la medición se deberían acondicionar los cueros en ambientes de acuerdo a lo establecido en la Normas IUP3 que se refiere a la climatización de los cueros para que existan condiciones de comparación entre los resultados. Esta norma establece una temperatura de entre $20^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $65 + 2\%$ durante las 48 horas que preceden a los ensayos físicos. El secado del cuero influye directamente sobre las características físicas del cuero que deberán ser tomadas muy en cuenta ya que lo ideal sería que, antes de que cualquier producto se ofrece a la venta debería haber sido probado para garantizar la aptitud para el propósito al que son destinados como es el caso del cuero para vestimenta, calzado, marroquinería, entre otros. En la ilustración del gráfico 17, se aprecia la longitud inicial de las 15 muestras evaluadas en el laboratorio de curtiembre de Pieles de la ESPOCH.

De manera similar, los materiales utilizados como accesorios deben ser evaluados para eliminar el peligro para el usuario y evitar problemas debido a los materiales incorrectos o defectuosos que se utilizan durante la fabricación o uso previsto. Una longitud inicial bien determinada permitirá la dosificación correcta de los productos químicos para que no existan desperdicios, que pueden producir efectos negativos al formar parte de los residuos industriales (RILES), de la curtiembre, por lo que se deberá procurar colocar lotes relativamente homogéneos, en lo que respecta a la longitud inicial para ser procesados ya que al existir longitudes muy dispersas, cuando se realiza el secado en el toggling no se puede controlar la temperatura ya que las más pequeñas requerían de menor tiempo y temperatura.

2. Longitud final del cuero

Al secar el cuero al aire este se encoge se endurece o se abarquilla y queda con el poro basto. Para que el cuero quede plano, flor lisa y poro fino debe secarse a una placa lisa. Se indica que el encogimiento que experimenta la piel bovina sin dividir, curtida al cromo y recurtida de un espesor de 3,6 a 4,5 mm, colgada al aire libre es del orden del 30% calculada sobre la superficie de la piel remojada sin

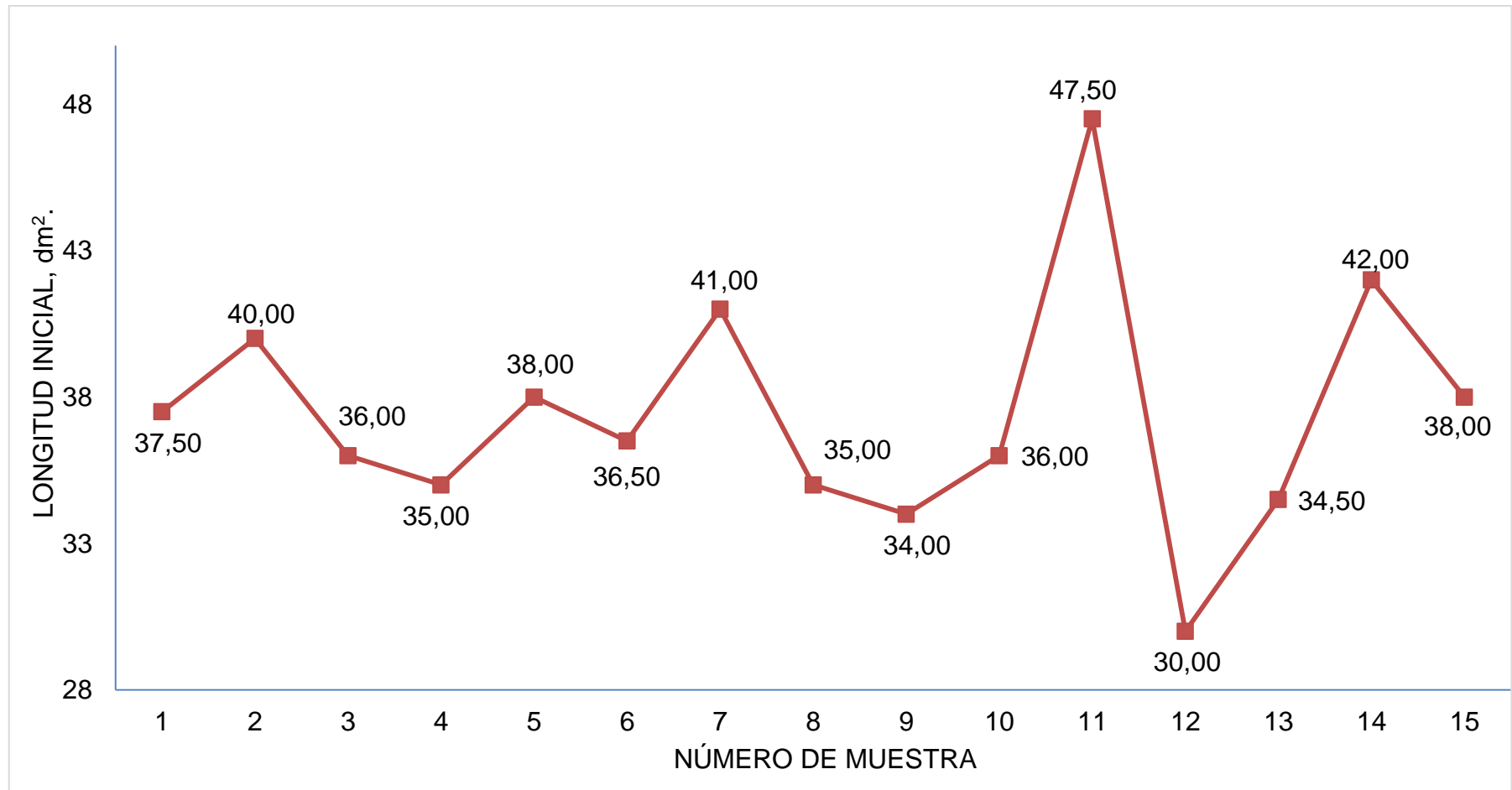


Gráfico 17. Comportamiento de la longitud inicial de las pieles estacadas en el toggling diseñado, construido e instalado en el Laboratorio de Curtiembre de Pielés.

curtir. Para el procedimiento de medición de la longitud final se procederá igual que para la final es decir utilizando el método del cuadrado y por diferencia se obtendrá el el valor final de la longitud del cuero. En el análisis estadístico de los resultados se aprecia una media general de 47,43 dm, ya que en el primera toma de datos se observa una media de 47,30 dm, en la segunda observación de 46,40 dm y finalmente en la tercera observación que registran los resultados mas bajos se aprecian valores medios de 48,60 dm, además se evidencio una mediana general de 47,0 dm, al igual que una respuesta de 48 dm, como el valor que más se repite dentro de la dispersión de los datos o llamado también moda, la desviación estándar que es de 4,07; nos indica variabilidad baja entre las longitudes reportadas; como también un coeficiente de variación de 8,59% ; y que es un indicativo de que los datos son bastante homogéneos. En la ilustración del gráfico 18, se aprecia que la longitud final más alta se aprecia en la piel número 11, ya que la respuesta fue de 58,0 dm; mientras tanto la longitud más baja fue apreciada en la piel número 11 con 30 dm, de longitud final.

Al respecto Graves, R. (2008), afirma que el estirado del cuero es una operación anterior al secado del cuero pero muy importante porque a causa del trabajo en un contenedor específico que en la industria contenedora se denomina bombo más la incorporación de diversos productos en la operación de curtición, teñido y engrase se produce encogimiento, es la fase llamada comúnmente estirado se produce también una disminución de agua sin embargo esto no es suficiente para llevar el cuero directamente al secado, entonces se realiza el escurrido ya que la eliminación de líquido por vía mecánica exige mucho menos energía que evaporando el agua del cuero en el curso de secado, esta operación supone un alto consumo de energía, consiste darle al cuero una estabilidad dimensional, esto lo hacemos en tableros de madera o en una máquina estacadora llamada toggli que son unos marcos metálicos donde se agarra el cuero con unos ganchos y se lo estira por medio de temperatura se le da la estabilidad de la superficie, logrando mayor longitud final del cuero que la presentada en otros sistemas de secado similares, en los cuales el cuero al cromo húmedo se seca libremente al aire se produce una notable contracción de su superficie, se abarquillan, se endurecen, no son planas.

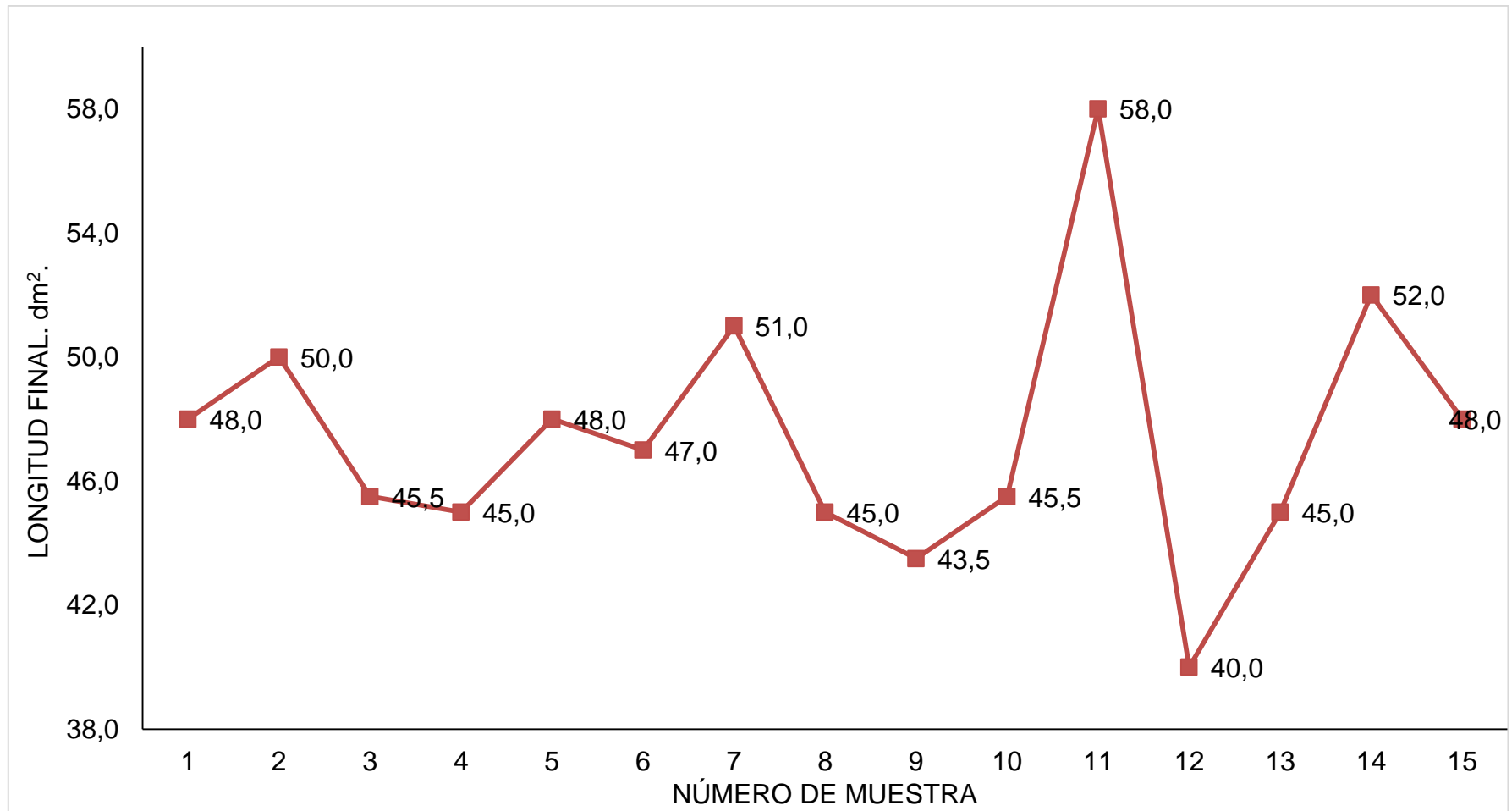


Gráfico 18. Comportamiento de la longitud final (dm), de las pieles estacadas en el toggling diseñado, construido e instalado en el Laboratorio de Curtiembre de Pielés.

3. Incremento en decímetros de la longitud del cuero

Al evaluar estadísticamente el incremento en decímetros de la longitud del cuero se aprecia una media general de 10,03 dm, ya que en la primera observación se registró un valor de 10 dm, en la segunda observación de 9,90 dm y finalmente en la tercera observación que es el valor más alto fue de 10,20 dm, además se parecía una mediana de 10, dm al igual que una moda de 10 dm, observándose además una desviación estándar de 0,34 que es un indicativo de que la variabilidad en el conjunto de datos es baja; o lo que es lo mismo decir que las respuestas son homogéneas; lo que es corroborado por el valor del coeficiente de variación que fue de 3,39 y que al encontrarse en valores mayores 0% y menores a 5%; está determinando que los datos son muy homogéneos, sin embargo numéricamente se aprecia que en los cueros número 1,6,11,12 y 13; existe un incremento de la longitud del cuero de 10,50 d; mientras tanto que en las muestras 9 y 10 se aprecia que el incremento fue de 9,50 dm, como se aprecia en la ilustración del gráfico 19.

El incremento en la longitud del cuero se obtuvo por diferencia entre la longitud final menos la longitud inicial y nos sirve para determinar la efectividad del equipo instalado en el Laboratorio de Curtiembre lo que se puede reforzar con lo descrito por Morera, J. (2000); quien reporta que al utilizar el toggling se produce un tipo de secado en el que la flor queda protegida del calor y acumulación de sustancias solubles. Con este sistema se consigue un incremento de la superficie del cuero del 10-12% respecto a los mismos cueros secados al aire, se logra una flor más lisa y firme y que el cuero quede plano favorable a los cueros para esmerilarse. La productividad de este sistema de secado es más elevada que cuando se seca directamente al aire.

Según [http://www.revolucionesindustriales.com.\(2013\)](http://www.revolucionesindustriales.com.(2013)), la teoría del secado consiste en que el agua a presión normal de una atmosfera hierve a 100 grados centígrados pero si reducimos la presión exterior la temperatura de ebullición disminuye. El principio de secado al vacío consiste en reducir la presión exterior del cuero, para lo cual debe cerrarse en un recipiente hermético y hacer un vacío

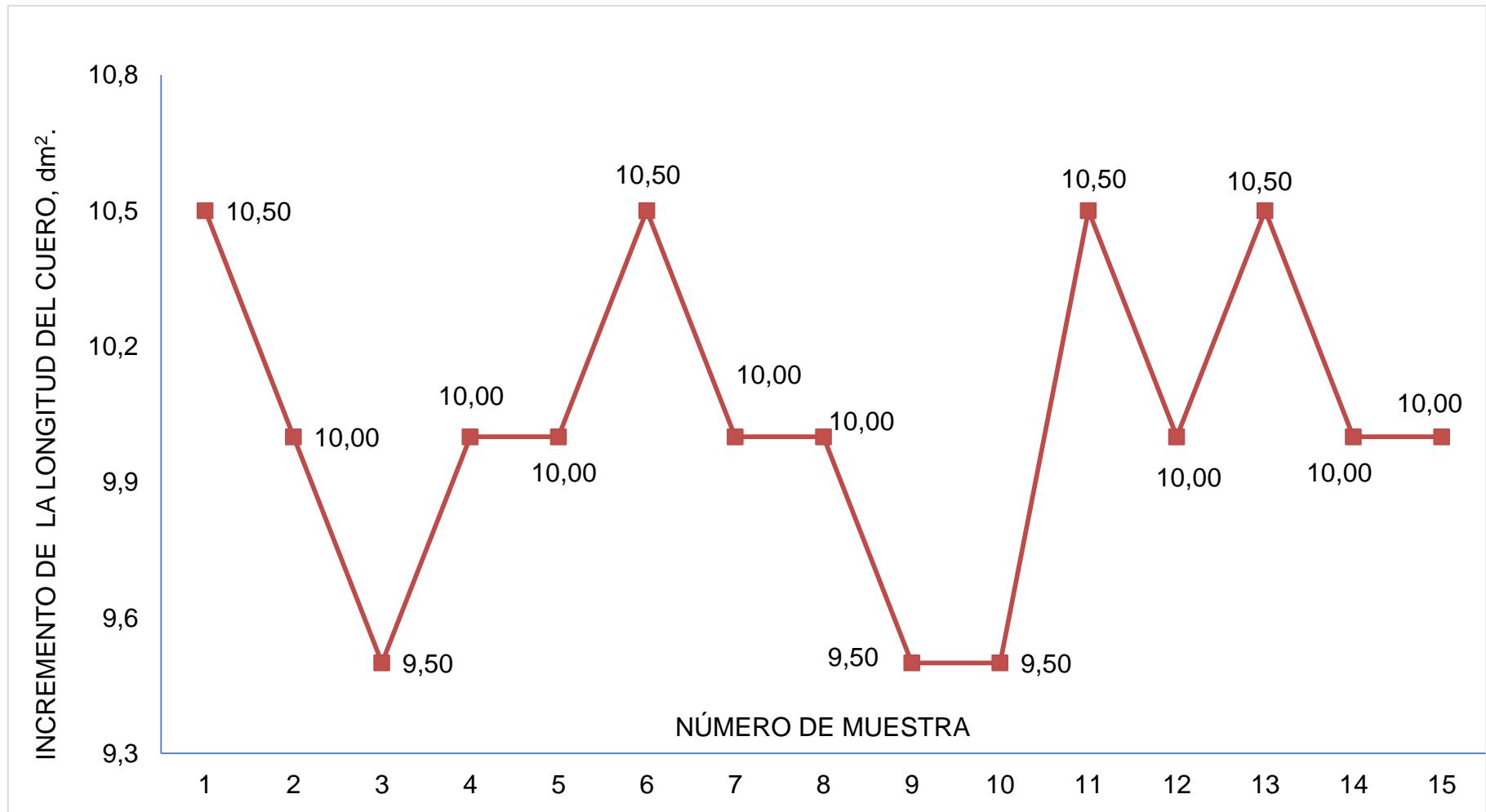


Gráfico 19. Comportamiento del incremento de la longitud de las pieles estacadas en el toggling diseñado, construido e instalado en el Laboratorio de Curtiembre de Pieles.

parcial para evaporar el agua fácilmente a menor temperatura, el cuero se mantiene en su posición sujeto mediante presión para un buen contacto, el agua transformada en vapor atraviesa el cuero y se elimina por el sistema de vacío, la mezcla de aire y vapor de agua deben refrigerarse con agua fría para condensar el vapor de agua.

4. Porcentaje de estiramiento del cuero

La variable porcentaje de estiramiento del cuero de 15 muestras, evaluadas en tres observaciones diferentes reportó una media de 27,09%, con una apreciación de 27,21 en la primera semana de prueba; 27,20% en la segunda semana y finalmente 26,86% en la tercera semana de evaluación; además se aprecia una mediana de 26,39%, y una moda de 26,39%; y una desviación estándar de 2,69; y que, es un indicativo de que los datos presentan una dispersión homogénea en relación a la media, así como el coeficiente de determinación que fue de 9,92% se encuentra en el rango de mayores a 5% y menores a 10% y que de acuerdo a la escala de determinación corresponden a datos homogéneos. En la ilustración del gráfico 20, se aprecia que en la muestra de cuero identificada con el número 12 se observa el mayor porcentaje de alargamiento del cuero, ya que reporta un porcentaje de estiramiento del 33,33%; mientras tanto que el porcentaje más bajo fue reportado en la muestra número 14, con un estiramiento de 23,81%.

El porcentaje de estiramiento está determinado por la capacidad que presenta el cuero para estirarse durante el estacado sin volver a su estado normal pero conservando las características de suavidad, resistencias en el entretejido fibrilar, buen poder de absorción de los químicos, entre otros; al utilizar el Toggling diseñado construido e implementado en el taller de curtiembre se logra conservar estas características invariables desde el inicio del secado y estacado, lo que es corroborado con las apreciaciones de Ponti, B. (2008), quien manifiesta que existen diferentes formas de eliminar el agua de los cueros, desde un simple secado al aire libre donde el equipo es elemental y se depende absolutamente de las condiciones climáticas, este tipo de secado va a depender del clima de la zona

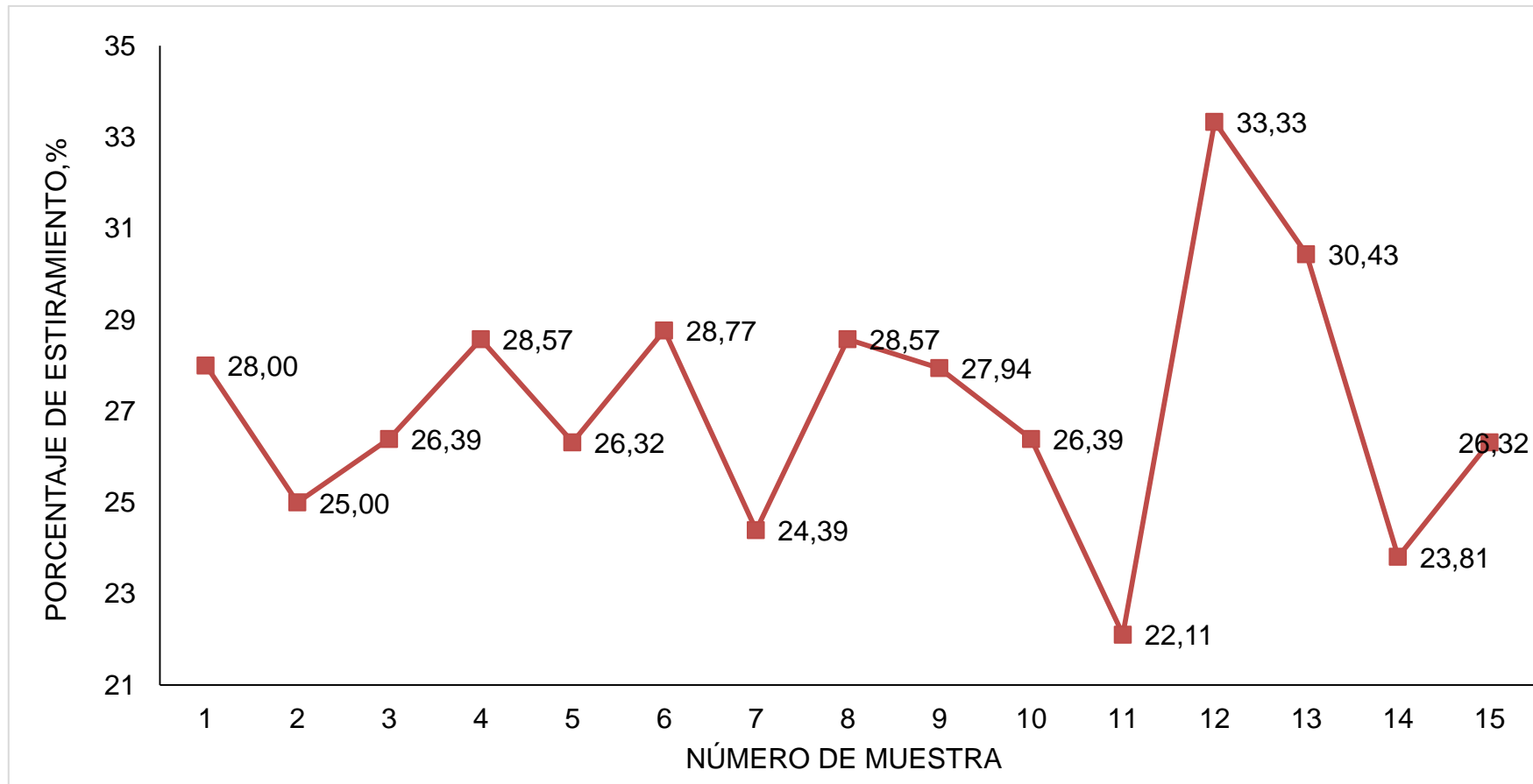


Gráfico 20. Comportamiento del porcentaje de estiramiento de las pieles estacadas en el toggling diseñado, construido e instalado en el Laboratorio de Curtiembre de Pielés.

y de la estación del año, los inconvenientes son que reduce el área del 5-10% o algunas de las tenerías utilizan las partes altas de la construcción para instalarlos, menor control de calidad los clavaderos las barras de colgar tienen que tener de 12-16% de humedad desuniformidad en el secado para poder bajarlas. Hasta los sofisticados métodos de secado al vacío que requieren un equipo especial y caro y que se adaptan a la curtiembre sin depender de los factores climáticos. El calor necesario para secar los cueros puede transmitirse por convección (de aire), por conducción (placa caliente) o por radiación. Otro aspecto a tener en cuenta es si los cueros están o no tensionados durante la operación del secado. Al secar el cuero al aire colgado libremente se produce contracción de la superficie, se encoge, se arquea, se endurece y queda con el poro basto. Para que el cuero quede plano, tenga una flor lisa y el poro fino debe secarse pegado a una placa plana. La contracción depende de la tensión superficial que tiende a reducir la superficie libre de agua, al secar se cierran los capilares y al acercarse las fibras se producen enlaces químicos.

La piel está llena de canales capilares llenos de agua. Un cuero al secarse tira, se tensiona, si está muy húmedo, se seca muy rápido y está muy estirado llega a fractura en una zona de menor resistencia, como puede ser una cicatriz. En la contracción del cuero durante el secado influyen el recurtido y el engrase así como el método de secado utilizado y la tensión a que se somete al cuero, por estas razones lo más conveniente es utilizar el toggling que logra, evitar todas estas fallas proporcionando un cuero con calidades óptimas para continuar con el proceso y conseguir los resultados más satisfactorios en calidad ya que de un buen estacado y secado no solo se consigue un porcentaje de estiramiento elevado si no también se cubren posibles defectos de la piel al permitir la penetración adecuada de los productos especialmente del acabado .

5. Tiempo de secado

El cálculo del tiempo de secado se determinó en el toggling diseñado , construido e implementado para el Laboratorio de Piel, ya que es un parámetro que requiere ser calibrado y depende de muchos factores desde el tipo de piel hasta el

porcentaje de humedad de las mismas, por lo que al realizar pruebas en 15 pieles en tres diferentes observaciones se estableció una media general de 2,58 horas, apreciándose en la primera observación una media de 2,62 horas; en la segunda observación de 2,70 horas y en la tercera observación de 2,43 horas así como también se identifica una mediana general de 2,58 horas y una moda de 2,50 horas es decir que el tiempo que más se repite es de dos horas y media considerando como el tiempo ideal para conseguir un buen secado de las pieles , además la desviación estándar que es de 0,19, es un indicativo de que existe poca variabilidad entre los datos así como el coeficiente de determinación que fue de 7,42 % y que se encuentra en el rango de 5 a 10 , es un determinante de que los datos son homogéneos. En la ilustración del gráfico 21, se aprecia que el tiempo más corto de secado fue en la muestra 7, ya que el valor fue de 2,92 horas mientras tanto que el tiempo ms corto fue en la piel número 12, con una respuesta de 2,25 horas. Cabe recalcar que es necesario determinar el tiempo adecuada para calibrar la máquina y no estar abriéndola continuamente que fue el proceso de esta variable ya que una vez establecido el tiempo adecuado únicamente se escogerá el tiempo más adecuado es decir la media de estas pruebas y será el valor que nos servirá para aplicarlos en los lotes continuos de cuero teniendo en cuenta que además de la piel existen otros factores que pueden influir como son el porcentaje de humedad, el grosor de la piel, entre otros pero que pueden ser estandarizados a través de pruebas que servirán para conocer la efectividad de la máquina.

Sin embargo de acuerdo a <http://www.italianleathergroup.it>.(2013), en el toggling el cuero se estira y se sujeta mediante un número de abrazaderas (ganchos especiales o toggles) que se enganchan en las chapas. El toggling tiene la ventaja de permitir el secado de grandes cantidades de cuero en un espacio relativamente pequeño; además, durante el secado se estira el cuero. Tiene la desventaja de que resulta difícil mantener y controlar condiciones de temperatura y humedad constantes,este tipo de secado utilizando el toggling, donde el cuero se sujeta a marcos metálicos por medio de ganchos que lo estiran e impiden la formación de arrugas. El cuero así obtenido tiene una superficie mayor y más lisa. Este tipo de secado es más simple, mediante el cual el cuero permanece colgado

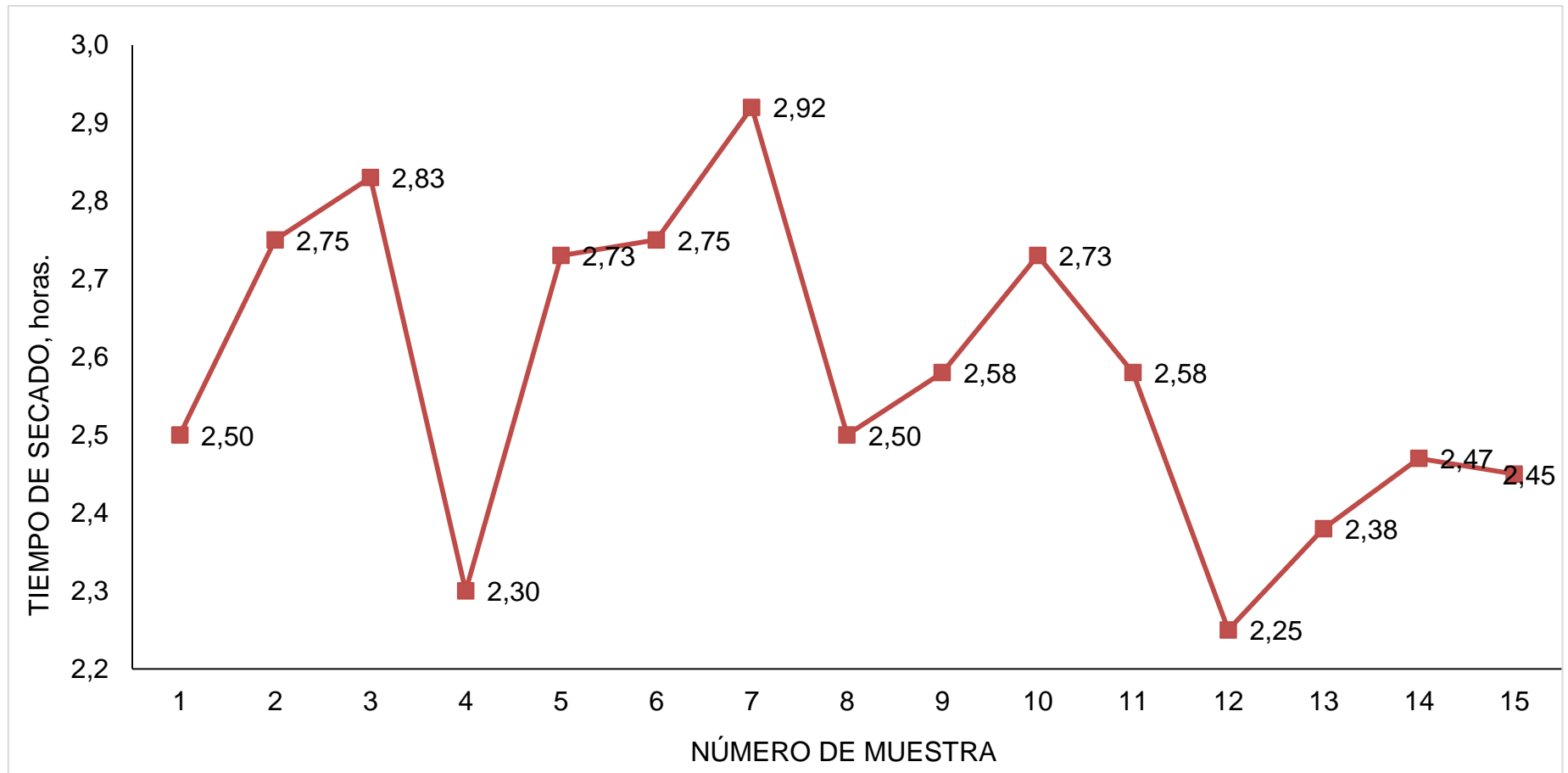


Gráfico 21. Comportamiento tiempo de secado de las pieles estacadas en el toggling diseñado, construido e instalado en el Laboratorio de Curtiembre de Pielés.

en el interior de una cámara o túnel de secado, y se seca mediante una regulación técnica de calefacción del aire en circulación de la velocidad de paso y de la humedad del aire secado. Sería muy simple pues bastaría con controlar la temperatura con un termómetro y estaríamos secando correctamente. Pero sabemos que el cuero es el resultado del entrelazamiento de millares de grupos de fibras que tanto en su interior como en el exterior tienen agua por lo tanto es fácil imaginar que algo irá a ocurrir. Para eliminar el agua del interior del cuero esta debe salir a la superficie externa y cuando llega allí el agua se transforma en vapor pero no los sólidos que pueda contener, por lo que durante el secado puede aumentar la concentración de sólidos en la zona superficial. Si el secado es muy lento los sólidos pueden volver a penetrar hacia el interior del cuero por difusión. Si el secado es muy rápido, y como el proceso de difusión es lento, los sólidos quedan depositados en las zonas superficiales del cuero. El secado del cuero al cromo no acostumbra a presentar problemas, ya que normalmente este tipo de cuero contiene pocos productos solubles. Sin embargo pueden presentarse problemas de migraciones si el cuero contiene recurtientes, grasas, colorantes o sales no fijadas. Mientras haya agua dentro, la grasa está emulsionada. Al extraer el agua violentamente se producen las migraciones, pero si seca lentamente forman enlaces químicos o se ocluyen en el seno del cuero. El cuero curtido al vegetal para suela de zapato puede llegar a contener entre materias orgánicas y minerales cantidades del orden del 20% de sustancias solubles. Si este tipo de cuero se seca de una forma rápida debido a las migraciones que tienen lugar, se oscurece el color y se obtiene una flor que rompe al doblarla, lo cual es un cuero de mala calidad. Pero, si el secado es lento para que las materias solubles tengan tiempo de volver a penetrar hacia el interior de la piel se puede obtener un cuero de máxima calidad, por eso es sumamente importante que se determine el tiempo adecuado para el secado para que este sea el ideal que no afecte las características del cuero.

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Realizando el análisis económico del Diseño, Construcción e implementación del Toggling para el laboratorio de curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias, como se muestra en el cuadro 4. Se observa que como producto de la adquisición

Cuadro 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Angulo 1¼x1⅓ mm	2	8,5	17
Perfiles redondos 1x1mm	20	4	80
Pintura gris Gal	3	3,22	9,66
Platina 1½x¼	1	10,33	10,33
Pernos¼x1	3	1.03	3,09
Pernos¼x2½	2	1.03	2,06
Planchas de acero inox 0.5mm	2	33	66
Electrodos 6013 AGA	22	1,71	37,62
Perfiles cuadrados2x1.5mm	2	15,3	30,6
Platina ¾x½	11	2,85	31,35
Platina 1x¼	1	7,16	7,16
Tool agujereado0,90 AGJ 4mm	12	36,97	443,64
Varilla 10 mm	0.5	3,75	1,875
Varilla cuadrada 10mm	1	3,86	3,86
Rodamiento de1 ½	20	8,1	162
Angulo 1½x3/16 mm	10	14,5	145
Tubo cuadrado 1½x1.5 mm	3	16,3	48,9
Correas 20x 1.5mm	3	11,88	35,64
Triplex 0.5mm	20	12	240
Ventilador de 2 Hp	1	200	200
Flameador	1	200	50
Termometro	1	50	50
Automatizado	1	150	150
Cable #10 m	6	5	30
Imprevistos 30%			300
Mano de obra			600
TOTAL			2755,785

de materiales de construcción y mano de obra se alcanzó un costo de USD 2755,785; al cual no se puede determinar relación beneficio costo, puesto que es un equipo que tendrá un tiempo duración prolongado aproximadamente de 15 a 20 años, y que será operado en algunas ocasiones diariamente y en otras 1 vez por semana pero realizando un estimado del costo por piel de secado y estacado que es de 20 centavos de dólar en los dos procesos por piel que cobran en las tenerías de la ciudad de Ambato, y que el equipo en mención tiene una capacidad de 10 pieles entonces en cada operación de la maquina se dispondrá de 2 dólares americanos y como el proceso de secado y estacado se reduce de 12 a 3 horas, se manifiesta que puede realizarse hasta 4 particas de secado diariamente es decir que la recuperación del capital será de 8 dólares diarios multiplicados por 5 días obtendremos un total 40 dólares semanales por 4 semanas que tiene el mes se recuperar 160 dólares al mes, esto multiplicado por 10 meses que se trabajara en el año se conseguirá una recuperación del capital de 1600 dólares al año, es decir que en segundo año la maquina está cubierta su costo inicial quedando el resto de tiempo de vida útil únicamente como ganancia neta.

Por lo tanto de la evaluación económica de la construcción del toggling se deriva que resulta una actividad bastante alentadora ya que; a más de producir réditos económicos proporciona una solución para los usuarios del laboratorio de curtiembre que requieren transportar sus pieles para realizar el secado y estacado en la ciudad de Ambato, con sus consecuentes costos de tiempo y dinero, que disminuyen la ganancia del proceso productivo de la transformación del piel en cuero, ya que en el principio no será cobrado el alquiler beneficiándolos directamente, por lo que se considera que es un proyecto netamente educativo que se constituye pionero en la provincia, y que es ejecutado por estudiantes cuyos conocimientos físicos, mecánicos y tecnológicos se han conjugado para dar como resultado un equipo de elite .

V. CONCLUSIONES

- Secar el cuero al aire colgado libremente provoca contracción de la superficie, se encoge, se arquea, se endurece y queda con el poro basto. Para que el cuero quede plano, tenga una flor lisa y el poro fino debe secarse en un maquina llamada toggling, como la diseñada construida e implementada en el laboratorio de curtiembre.
- Después de comparar las diferentes longitudes tanto inicial como final asi como el porcentaje de incremento en la longitud, se concluye que el metodomás adecuado para conseguir resultados mássatisfactorios fue la utilización del toggling, porque el cuero se seca en menor tiempo tiene mejor rendimiento en área, mejores cualidades de quiebre y suavidad.
- Los resultados del estacado y secado de las pieles de animales menores permiten afirmar que el toggling fue construido con materiales y técnicas para conseguir un mayor porcentaje de incremento en la longitud del cuero asi como también un tiempo menos prologado ya que se estima que se requiere de 2 horas con 30 minutos para conseguir un secado óptimo.
- El diseño, construcción e implementación de un toggling para el laboratorio de curtiembre aunque tiene un costo elevado, este se ve compensando por la calidad del cuero, así como el mayor rendimiento del área de las pieles además de acuerdo a la evaluación económica se aprecia que se conseguirá una recuperación del capital en los dos primeros años, si se procediera a cobrar su alquiler y el tiempo de vida útil restante únicamente será utilidad.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar minuciosamente los cálculos operacionales para determinar exactamente las medidas necesarias del equipo tanto su área como su capacidad de temperatura, almacenaje, pinzado, entre otros, y asigaractizar su efectividad y alargar su vida útil.
- Se deberá utilizar el secado al vacío en el toggling, ya que los beneficios son más altos, que en otro tipo de secado como es al ambiente, que aunque es el menos costoso tiene un alto poder contaminante al ser colocados los cueros en el piso y sobre todo al evaporarse el agua muchas veces desprende olores desagradables, así como la disminución de la superficie y calidad del cuero.
- Se recomienda realizar investigaciones similares a la presente, ya que se dinamiza el proceso de aprendizaje al permitir que el estudiante utilice su iniciativa para resolver un problema como es el estacado y secado de los cueros del laboratorio de Curtiembre.
- Fomentar la utilización del toggling a los usuarios del laboratorio para de esa manera reducir sus costos de producción y justificar la construcción del mencionado equipo.

VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET J. 2005. Química Técnica de Tenerife. 1 a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 1.103,189 – 206.
2. ALEANDRY, F. 2009 1000 preguntas y 1000 respuestas sobre la comercialización de cuyes, conejos y chinchillas 1a ed. Buenos Aires, Argentina Edit. Banneerpp 78 79, 85 -90. ,
3. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
4. BÜHLER, B. 2000. Como hacer trabajos en cuero para talabartería. 2a ed. Edit. Kapelusz. pp 42, 53, 69,87.
5. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. pp. 23 - 32.
6. CENTRO DE 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.
7. ECUADOR. ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA DE LA F.R.N. DE LA ESPOCH (2012).
8. FERNANDEZ, O. 2001. Flujograma de curtiembre . 1a ed. Sao Paulo Brasil. EditCOURSE. Pp 52-58.
9. FRANKEL, A. 2009. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.
10. GRAVES R. 2008. La materia prima y su conservación. 2 a. ed. se. Igualada, España. sl. pp. 12 -41.

11. GANSSER, A. 2006. Manual del Curtidor, 4a.ed. Barcelona-España. Edit Gustavo Gili S.A. pp 12 – 15.
12. GROZZA, G. 2007. Curtición de Cueros y Pieles Manual práctico del curtidor. Gius. 1a ed. Barcelona, España. .EditSintes. S.A. pp 42 – 52.
13. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
14. <http://www.asebio.com>. 2013. Arendariz, V. Calidad de las pieles de especies menores.
15. <http://www.italianleathergroup.it.com>. 2013. Banardit, P. Características del secado de los cueros.
16. <http://www.produccionbovina.com>. 2013. Corneti, V. El secado de los cueros por radiacion.
17. <http://www.buenastareas.com>. 2013. Dominguez, C. Características de un toggling.
18. <http://www.playsofa.es/preguntas-frecuentes/proceso.com> 2013.Enriquezz, D. Las pieles marinas y sus características.
19. <http://www.taringa.net.com> 2013. Fuenmayor, G. Mecanismo del estirado del cuero.
20. <http://www.revolucionesindustriales.com>- 2013. Gonzales, A. Factores que influyen en el secado del cuero.
21. <http://www.infoandina.org/recursos/secado-de-cuero.2013>. Características del agua y el aire.
22. <http://www.italianleathergroup.it>. 2013. Hernandez, V. Características del aire húmedo.

23. <http://www.revistavirtualpro.com>. 2013. Izurrieta, B. Equilibrios hidrosco picos del cuero.
24. <http://www.faunagua.org/biblioteca>. 2013. Jativa, M. Modificaciones del cuero durante el secado.
25. <http://www.cueronet.com>. 2013. Karpeluz, T. Reduccion del conenido de agua en los cueros .
26. <http://www.cica.org.ar.com>. 2013. Luamarata, G. Modificaciones de la reducci3n en el contenido de agua.
27. <http://www.fonseca.com.ar/cuero.html>. 2013. Formacion de varios tipos de enlaces qu3micos.
28. <http://www.ciatec.mx/.com>. 2013. Torsten, D. Composici3n y funcionamiento de la m3quina de secado Toggling
29. IGLESIAS, E. (2007). "La industria del cuero y del calzado en M3xico". Facultad de Econom3a, UNAM.
30. JUNQUEIRA, L. 2005. Histologia B3sica Ovinos y caprinos.. 1a ed. Ed. Rio de Janeiro Brasil Edit. Guanabara Koogan. pp. 271-280.
31. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnolog3a del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, Espa3a. pp. 13 – 24, 56, 72.
32. MORERA, J. 2000. Qu3mica T3cnica de Curtici3n. 2a ed. Igualada, Espa3a. Edit. Escola Superior d'Adoberia. pp. 12 -69.
33. PONTI, B. 2008. "Tecnolog3as ambientales en el rubro curtiembre en Chile". Para el Proyecto FDI/CORFO/INTEC-CHILE-IP/GTZ. SOLER, J. 2008. Procesos de Curtido. sn. Barcelona, Espa3a. EditCETI. pp. 12, SCHORLEMMER, P. 2002. Resistencia al frote del acabado del cuero. 2a ed. Asunci3n, Paraguay. sl. pp. (19 ,26,45,52,54, 56, 45, 97,98.

34. STRYER, L. 2005. Bioquímica. 2 a.Ed. Barcelona, España. EditReverté S.A. pp 12 – 16.
35. SOLER, J. 2008. Procesos de Curtido. sn. Barcelona, España. EditCETI. pp. 12, 45, 97,98.

ANEXOS

Anexo 1. Estadísticas descriptivas de la longitud inicial del cuero.

N	L inici	Media	desviación estándar					
1	37,50	37,4	0,1	0,01	3,95	0,1	0,01	16,76
2	40,00	37,4	2,6	6,76		2,6	6,76	4,09
3	36,00	37,4	-1,4	1,96		-1,4	1,96	0,11
4	35,00	37,4	-2,4	5,76		-2,4	5,76	10,95
5	38,00	37,4	0,6	0,36		0,6	0,36	
6	36,50	37,4	-0,9	0,81		-0,9	0,81	
7	41,00	37,4	3,6	12,96		3,6	12,96	
8	35,00	37,4	-2,4	5,76		-2,4	5,76	
9	34,00	37,4	-3,4	11,56		-3,4	11,56	
10	36,00	37,4	-1,4	1,96		-1,4	1,96	
11	47,50	37,4	10,1	102,01		10,1	102,01	
12	30,00	37,4	-7,4	54,76		-7,4	54,76	
13	34,50	37,4	-2,9	8,41		-2,9	8,41	
14	42,00	37,4	4,6	21,16		4,6	21,16	
15	38,00	37,4	0,6	0,36		0,6	0,36	
	37,4			15,64			234,6	
<hr/>								
Media								37,400
Error típico								1,057
Mediana								36,500
Moda								36,000
Desviación estándar								4,094
Varianza de la muestra								16,757
Curtosis								1,845
Coficiente de asimetría								0,828
Rango								17,500
Mínimo								30,000
Máximo								47,500
Suma								561,000
Cuenta								15,000

Anexo 2. Estadísticas descriptivas de la longitud final del cuero.

N	Lng final	Media			
1	48,0	47,43	0,57	0,32	4,07
2	50,0	47,43	2,57	6,59	
3	45,5	47,43	-1,93	3,74	
4	45,0	47,43	-2,43	5,92	
5	48,0	47,43	0,57	0,32	
6	47,0	47,43	-0,43	0,19	
7	51,0	47,43	3,57	12,72	
8	45,0	47,43	-2,43	5,92	
9	43,5	47,43	-3,93	15,47	
10	45,5	47,43	-1,93	3,74	
11	58,0	47,43	10,57	111,65	
12	40,0	47,43	-7,43	55,25	
13	45,0	47,43	-2,43	5,92	
14	52,0	47,43	4,57	20,85	
15	48,0	47,43	0,57	0,32	
	47,433			16,60	

estadísticas descriptivas

Media	47,43
Error típico	1,09
Mediana	47,00
Moda	48,00
Desviación estándar	4,22
Varianza de la muestra	17,78
Curtosis	1,98
Coefficiente de asimetría	0,89
Rango	18,00
Mínimo	40,00
Máximo	58,00
Suma	711,50
Cuenta	15,00

Anexo 3. Estadísticas descriptivas del incremento en decímetros de la longitud del cuero.

N	Incrm de long	Media				
1	10,50	10,03	0,47	0,22	0,34	
2	10,00	10,03	-0,03	0,00		
3	9,50	10,03	-0,53	0,28		
4	10,00	10,03	-0,03	0,00		
5	10,00	10,03	-0,03	0,00		
6	10,50	10,03	0,47	0,22		
7	10,00	10,03	-0,03	0,00		
8	10,00	10,03	-0,03	0,00		
9	9,50	10,03	-0,53	0,28		
10	9,50	10,03	-0,53	0,28		
11	10,50	10,03	0,47	0,22		
12	10,00	10,03	-0,03	0,00		
13	10,50	10,03	0,47	0,22		
14	10,00	10,03	-0,03	0,00		
15	10,00	10,03	-0,03	0,00		
	10,03			0,12		
Media				10,03		
Error típico				0,09		
Mediana				10,00		
Moda				10,00		
Desviación estándar				0,35		
Varianza de la muestra				0,12		
Curtosis				-0,67		
Coefficiente de asimetría				-0,09		
Rango				1,00		
Mínimo				9,50		
Máximo				10,50		
Suma				150,50		
Cuenta				15		

Anexo 4. Estadísticas descriptivas del porcentaje de estiracion del cuero.

N	Porcentaje e estiramiento	Media				
1	28,00	25,22	-25,22	636,16	7,25	
2	25,00	25,22	-0,22	0,05		
3	26,39	25,22	1,17	1,36		
4	28,57	25,22	3,35	11,22		
5	26,32	25,22	1,09	1,20		
6	28,77	25,22	3,54	12,57		
7	24,39	25,22	-0,83	0,69		
8	28,57	25,22	3,35	11,22		
9	27,94	25,22	2,72	7,39		
10	26,39	25,22	1,17	1,36		
11	22,11	25,22	-3,12	9,72		
12	33,33	25,22	8,11	65,79		
13	30,43	25,22	5,21	27,17		
14	23,81	25,22	-1,41	2,00		
15	26,32	25,22	1,09	1,20		
	25,22			52,61		

Media	27,09
Error típico	0,72
Mediana	26,39
Moda	26,39
Desviación estándar	2,78
Varianza de la muestra	7,74
Curtosis	0,76
Coefficiente de asimetría	0,40
Rango	11,23
Mínimo	22,11
Máximo	33,33
Suma	406,33
Cuenta	15

Anexo 5. Estadísticas descriptivas del tiempo de secado del cuero.

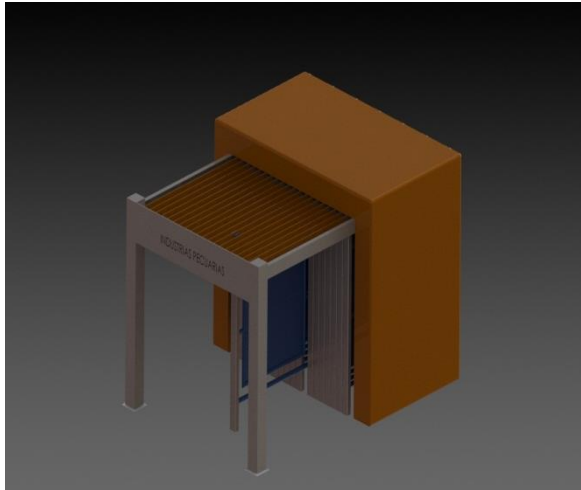
N	Tiempo de secado	Media			
1	2,50	2,58	-0,08	0,01	0,19
2	2,75	2,58	0,17	0,03	
3	2,83	2,58	0,25	0,06	
4	2,30	2,58	-0,28	0,08	
5	2,73	2,58	0,15	0,02	
6	2,75	2,58	0,17	0,03	
7	2,92	2,58	0,34	0,11	
8	2,50	2,58	-0,08	0,01	
9	2,58	2,58	0,00	0,00	
10	2,73	2,58	0,15	0,02	
11	2,58	2,58	0,00	0,00	
12	2,25	2,58	-0,33	0,11	
13	2,38	2,58	-0,20	0,04	
14	2,47	2,58	-0,11	0,01	
15	2,45	2,58	-0,13	0,02	
	2,58			0,04	

Media	2,58
Error típico	0,05
Mediana	2,58
Moda	2,50
Desviación estándar	0,20
Varianza de la muestra	0,04
Curtosis	-0,92
Coefficiente de asimetría	-0,01
Rango	0,67
Mínimo	2,25
Máximo	2,92
Suma	38,72
Cuenta	15,00

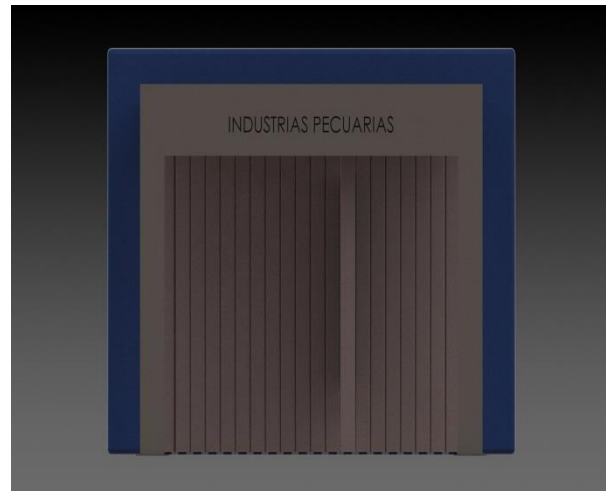
Anexo 6. Diseño del toogling.

Anexo 7. Construcción del toggling.

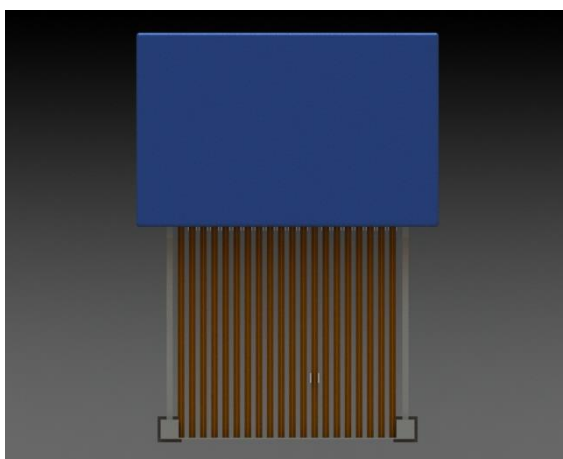
Vista en perspectiva



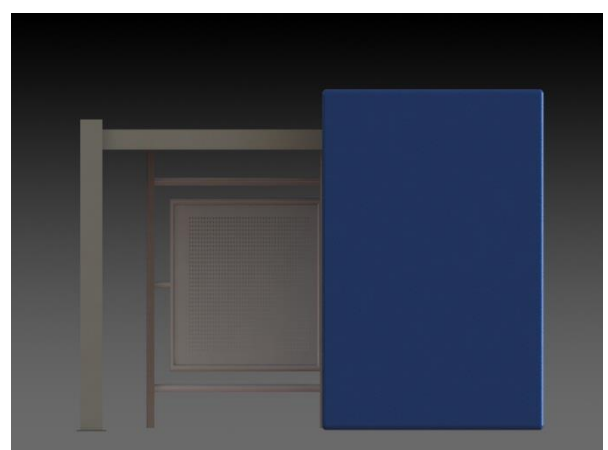
Vista frontal



Vista superior



Vista lateral izquierda



Anexo 7. Construcción del toogling.



MONTAJE



Anexo 8. Comprobación de las medidas y montaje del toggling.



LIMPIEZA

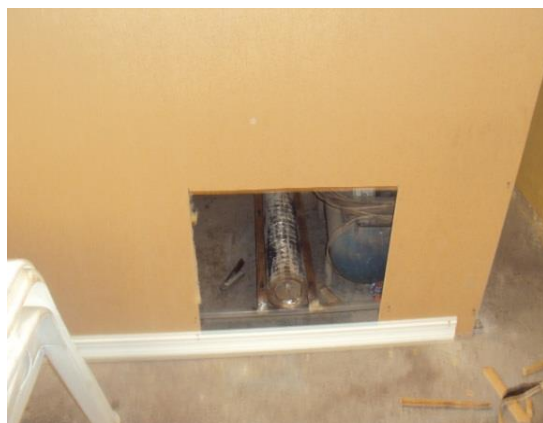


PINTADO



Anexo 9. Instalacion del toggling en el laboratorio de curtiembre





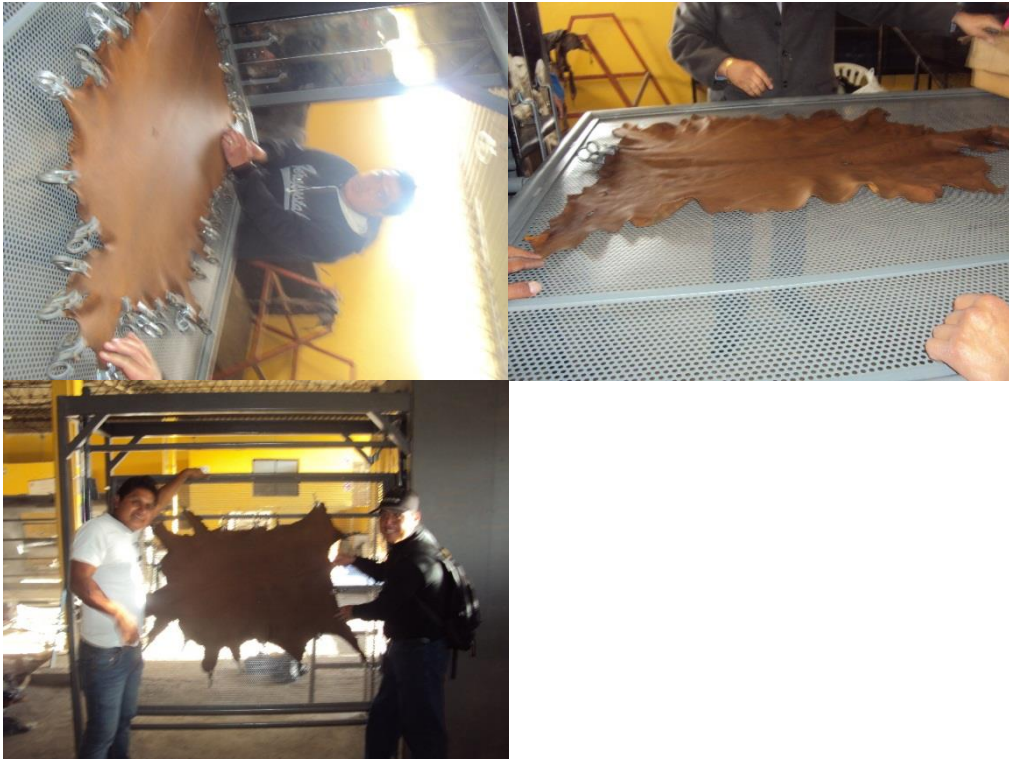


**MEDICIONES EXPERIMENTALES
ANTES DE ESTACAR
MEDICIÓN DE LAS PELES**



ESTACADO DE PIELES





SECADO Y MEDICIÓN FINAL



FIN DE TRABAJO DE CAMPO

