



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

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO NEUMÁTICO PARA EL Prensado
DE CUERO PARA EL LABORATORIO DE CURTICIÓN DE PIELES DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
Previa a la obtención del título de
INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

AUTORAS

**YOUMARA PATRICIA NÚÑEZ HUILCAPI
GISSELA TATIANA ZÁRATE CHÁVEZ**

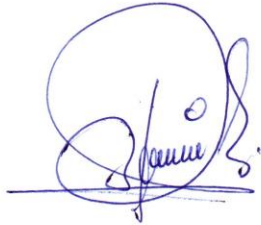
RIOBAMBA – ECUADOR

2016

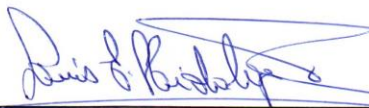
El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal



Ing. Adriana Alexandra Pesantez Erazo.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL



Ing. MC. Edwin Darío Zurita Montenegro,
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Ing. MC. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 19 de Enero del 2016.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotras, Youmara Patricia Núñez Huilcapi y Gissela Tatiana Zárate Chávez, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos contantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como Autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 19 de enero del 2016.



Youmara Patricia Núñez Huilcapi
CI: 091396655-2



Gissela Tatiana Zárate Chávez
CI: 060351931-5

DEDICATORIA

Mi trabajo de titulación lo dedico a Dios por darme la vida y guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante y no desfallecer en los problemas que se presentaban, que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi familia quienes han depositado la confianza en mí, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, brindándome su apoyo incondicional en todo momento, gracias a ello pude culminar mi carrera.

Gissela Tatiana Zárate Chávez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos.

A mis padres que siempre me brindaron su apoyo tanto económico como moral, consejos, comprensión y amor en los malos y buenos momentos de mi vida.

A mi esposo y mi pequeño porque siempre me han brindado su cariño y amor impulsándome para terminar mi carrera y que además supieron comprender los momentos que no estaba junto a ellos.

A mis maestros; Ingenieros Luis Hidalgo y Edwin Zurita por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia en un marco de confianza, afecto y amistad fundamentales para la creación de este trabajo.

Gissela Tatiana Zárate Chávez

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado primero a Dios quien me permite el día de hoy redactar estas líneas.

A mi madre, "Eni" por creer en mí, por su apoyo incondicional y su generosidad.

A mis hijos Tomás, Agustina y Barbarita que son quienes iluminan mi vida, me dan fuerza y me hacen sentir que vale la pena todo esfuerzo y superación.

Y a mí misma porque aunque el camino ha sido difícil y muy duro me mantengo en pie y con fuerzas para seguir dando guerra.

Youmara Patricia Núñez Huilcapi

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi madre, Elena, por el apoyo tanto moral como económico y de esta manera contribuir a que se lleve a cabo el presente trabajo de titulación; a mis hermanas Paola y Selena; mis sobrinos Melannie, Mateo, Huguito y Emilia por ser parte importante de mi vida; a mis hijos Tomás, Agustina y Barbarita por ser buenos niños y por todo el amor que me dan.

A todos mis maestros en especial a los Ingenieros Luis Hidalgo y Edwin Zurita por su tiempo y ser parte fundamental de mi formación profesional. A la Ing. Jessica por ser una guía, por su ayuda y conocimientos. A la Doctorita Sonia Peñafiel y el Ing. Iván Flores por ayudarme y apoyarme cuando más necesité de una mano amiga.

A mis amigos, Pepita, Polet, Vanne, Magus, Dani, Stalin, Ivy, Gisse y Jessy por las risas, los llantos, la sinceridad, las locuras y el apoyo.

Youmara Patricia Núñez Huilcapi

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Anexos	x
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LA PIEL	3
1. <u>La epidermis</u>	4
2. <u>La dermis o córium</u>	5
B. CARACTERÍSTICAS DE LA PIEL	5
1. <u>Tacto</u>	6
2. <u>Soltura de flor</u>	6
3. <u>Resistencias físicas</u>	7
4. <u>Finura de flor</u>	9
5. <u>Finura de felpa</u>	10
6. <u>Plenitud, grosor, superficie</u>	10
C. PROCESOS DE RIBERA PARA CURTIR PIELES	11
1. <u>El remojo</u>	11
2. <u>El pelambre y el calero</u>	12
3. <u>El descarnado y dividido</u>	13
4. <u>El desencalado y rendido</u>	13
5. <u>El desengrase y piquel</u>	14
D. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA	16
E. PROCESOS POSTERIORES AL CURTIDO	17
1. <u>El escurrido y el rebajado del cuero</u>	17
2. <u>La neutralización</u>	18
3. <u>La recurtición</u>	19
4. <u>La tintura</u>	20
5. <u>El engrase</u>	21
6. <u>El escurrido , repasado y secado</u>	22

F.	OPERACIONES MECÁNICAS PREVIAS AL ACABADO	23
1.	<u>El Acabado</u>	24
G.	PRENSAS	26
1.	<u>Tipos de Prensas</u>	28
2.	<u>Clases de prensas</u>	29
a.	Prensa Manual con Control de Fuerza-Desplazamiento	29
b.	Prensa de cremallera	29
c.	Prensa Manual de Rodillera	30
d.	Prensa neumática	31
e.	Prensa Hidroneumática	32
I.	AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	33
1.	<u>Partes de un sistema automatizado</u>	34
2.	<u>Objetivos de la Automatización</u>	34
3.	<u>Tipos de automatización</u>	35
4.	<u>Componentes para automatizar un equipo</u>	36
a.	Contactador	36
b.	Temporizador	39
c.	Breaker	40
d.	Pulsador	40
e.	Puente de diodos	41
f.	Transformador	42
g.	Compresor de aire (Motor de la máquina prensadora de cuero)	43
h.	Final de carrera	44
l.	Sensor	45
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	48
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	48
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	48
C.	MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	49
1.	<u>Materiales</u>	49
2.	<u>Equipos</u>	49
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	50
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	50
a.	Mediciones físicas del cuero	50

b.	Análisis sensoriales	50
c.	De la máquina prensadora del cuero	50
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	50
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	51
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	52
1.	<u>Pruebas sensoriales del cuero</u>	52
a.	Blandura	52
b.	Llenura	53
c.	Flexibilidad	53
2.	<u>Pruebas físicas del cuero</u>	53
a.	Resistencia a la tensión	53
b.	Procedimiento	56
3.	<u>Porcentaje de elongación</u>	59
a.	Humedad y diámetro	60
4.	<u>De la máquina prensadora de cueros</u>	60
a.	Tiempo	60
b.	Presión	60
c.	Temperatura	61
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	62
A.	CÁLCULOS DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA PRENSADORA DE CUERO	62
1.	<u>Cálculo de la presión ejercida sobre el cuero</u>	62
a.	Determinación de la sección del émbolo	62
b.	Determinación del área de las placas de prensado	63
c.	Determinación del manómetro	64
2.	<u>Cálculo de la presión ejercida sobre el cuero con una presión del manómetro igual a 120 Psi (pounds-force per square inch)</u>	64
3.	<u>Cálculo de la presión ejercida sobre el cuero con una presión del manómetro igual a 130 Psi</u>	67
4.	<u>Cálculo de la presión ejercida sobre el cuero con una presión del manómetro igual a 140 Psi</u>	68
5.	<u>Cálculo de la eficiencia del equipo en base a las respuestas de los análisis sensoriales.</u>	69

B.	RESULTADO DE LAS MEDICIONES FÍSICAS DEL CUERO CURTIDO AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADO EN LA MÁQUINA PRENSADORA	70
1.	<u>Resistencia a la tensión</u>	70
2.	<u>Porcentaje de elongación</u>	74
C.	RESULTADO DE LOS ANÁLISIS SENSORIALES DE LOS CUEROS CURTIDOS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADO EN LA MÁQUINA PRENSADORA	78
1.	<u>Blandura</u>	78
2.	<u>Flexibilidad</u>	81
3.	<u>Llenura</u>	84
D.	RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DE LA MÁQUINA PRENSADORA DEL CUERO	86
1.	<u>Tiempo de prensado</u>	86
2.	<u>Presión</u>	89
3.	<u>Temperatura del prensado</u>	92
E.	MANUAL DE OPERACIÓN PARA LA MÁQUINA PRENSADORA DE CUERO	95
1.	<u>Capacidades y dimensiones de la máquina</u>	95
2.	<u>Operación de la máquina PRENSADORA</u>	95
a.	Encendido de la máquina	95
b.	Ajuste de las condiciones de prensado	96
c.	Prensado del cuero	96
3.	<u>Mantenimiento y seguridad de la máquina de prensado del cuero</u>	97
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	99
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	100
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	101
	ANEXOS	

RESUMEN

En el Laboratorio de Curtición de Pieles de la FCP de la ESPOCH, se realizó la implementación de un prototipo neumático para el prensado de cuero, para la validación del funcionamiento del prototipo se utilizó una técnica de muestreo cuya población fueron la cantidad de pieles que se procesan en el laboratorio y se determinó 16 pieles aplicando una estadística descriptiva de los resultados. El prototipo neumático fue construido en función a las dimensiones del cuero a tratar, las capacidades del laboratorio y condiciones de seguridad en la operación. Se diseñó el prototipo neumático tomando en consideración la modificación sobre las condiciones funcionales del cuero a alcanzar con el prensado, requerimientos de calidad y automatización de la etapa. Se desarrolló el manual de operación de la máquina prensadora de cuero en el cual se contempla el protocolo correcto para realizar el prensado del cuero, condiciones de seguridad de operación y actividades a realizar para el mantenimiento programado de la máquina. Se validó la operación de la máquina para prensar a través de pruebas de producción al cuero, verificando la influencia de las condiciones de prensado (temperatura, presión y tiempo). Se evidenció que, al aplicar un mayor tiempo, presión y temperatura se alcanza un incremento en el grado de compactación y pérdida de humedad sobre el cuero, lo que favorece al incremento en la densidad, resistencia a los esfuerzos físicos y la llenura de los cueros, no obstante se notó un decrecimiento de la blandura y la flexibilidad de los mismos.

ABSTRACT

In the tanning of skin of FOR of ESPOC H , it was performed the implementation of a pneumatic prototype for the leather pressing, in order to the prototype's performance validation, it was used a sampling technique whose population were the number of skins that are processed in the laboratory and it was determined 16 kinds of skins applying descriptive statistics of the results. The pneumatic prototype was made in function to the leather dimensions to treat, the laboratory capacities and security conditions in the procedures. It was designed the pneumatic prototype taking in consideration the modification over the leather functional conditions to reach the ironing, quality requirements and the stage automation. It was developed the procedure manual of leather pressing machine in which is completed the right protocol in order to the leather ironing, procedure security conditions and activities to perform in order to programmed management of machine. It was valid the machine procedure to press throughout production proofs of leather, verifying the influence of pressing conditions (temperature, pressure and time) It was evidenced that to apply a mayor time, pressure and temperature it was reached an increase in the degree of compaction and moisture loss on leather, which promotes the increased density, resistance to physical effort and fullness of leather, however a decrease in softness and flexibility was noted in them.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	TIPOS DE CONTACTORES.	38
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	48
3.	CALCULO DE LA EFICIENCIA DE LA MÁQUINA PRENSADORA DE CUERO.	70
4.	RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LOS CUEROS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADOS EN LA MÁQUINA PRENSADORA.	71
5.	PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LOS CUEROS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADOS EN LA MÁQUINA PRENSADORA.	77
6.	BLANDURA DE LOS CUEROS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADOS EN LA MÁQUINA PRENSADORA.	75
7.	FLEXIBILIDAD DE LOS CUEROS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADOS EN LA MÁQUINA PRENSADORA.	80
8.	LLENURA DE LOS CUEROS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADOS EN LA MÁQUINA PRENSADORA.	82

LISTA DE GRÁFICOS

N°	Pág.
1. Prensa Manual con Control de Fuerza-Desplazamiento.	29
2. Prensa de cremallera.	30
3. Prensa Manual de Rodillera.	31
4. Prensa Neumática.	32
5. Prensa Hidroneumática.	33
6. Contactor para una máquina prensadora.	37
7. Temporizador para una máquina prensadora.	39
8. Breaker para una máquina prensadora.	40
9. Pulsador para una máquina prensadora.	41
10. Puente de diodos para una máquina prensadora.	42
11. Transformador para una máquina prensadora. .	43
12. Compresor de aire (Motor de la máquina prensadora de cuero).	44
13. Sensor para medir el final de la carrera en una máquina prensadora.	45
14. Sensor para una máquina prensadora.	47
15. La probeta de cuero.	54
16. Mordazas para la sujeción del cuero.	54
17. Esquema del equipo de medición de la resistencia del cuero.	55
18. Equipo de medición del espesor del cuero.	56
19. Medición del ancho del cuero.	57
20. Probeta sujeta a las mordazas.	57
21. Comandos de inicio del equipo.	58
22. Funcionamiento de tensiómetro.	58
23. Plano estructural de la máquina prensadora de cuero.	66
24. Resistencia a la tensión de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en la máquina prensadora.	73
25. Porcentaje de elongación de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en la máquina prensadora.	76
26. Blandura de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en la máquina prensadora.	78
27. Flexibilidad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en	81

	la máquina prensadora.	
28.	Llenura de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en la máquina prensadora.	83
29.	Pérdida de humedad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal frente al tiempo de prensado.	86
30.	Grado de compactación de los cueros curtidos al cromo y al vegetal frente a la presión de prensado.	88
31.	Perdida de humedad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal frente a la temperatura del prensado.	91

LISTA DE ANEXOS

1. Estadística de los resultados de la medición de la pérdida de la humedad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal frente al tiempo de prensado.
2. Estadística de los resultados de la medición del grado de compactación cueros curtidos al cromo y al vegetal frente a la presión de prensado.
3. Estadística de los resultados de la medición de la pérdida de la humedad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal frente a la temperatura de prensado.
4. Estadística de los resultados de la medición de la resistencia a la tensión de los cueros curtidos al cromo y al vegetal.
5. Estadística de los resultados de la medición del porcentaje de elongación de los cueros curtidos al cromo y al vegetal.
6. Estadística de los resultados de la medición de la blandura de los cueros curtidos al cromo y al vegetal.
7. Estadística de los resultados de la medición de la flexibilidad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal.
8. Estadística de los resultados de la medición de la llenura de los cueros curtidos al cromo y al vegetal.

I. INTRODUCCIÓN

Realizar la transformación de la piel de un animal en un material imputrescible llamado cuero que se comercializa a los consumidores en forma de zapatos tanto de mujer como hombre, botas, monederos, cinturones, chaquetas, y muchos artículos más, involucra la realización de una serie de procesos tanto físicos, como químicos y mecánicos, cada uno de los cuales tienen una finalidad propia englobada dentro de un objetivo final, el cual es; que el producto, que llegará a los compradores que son los consumidores directos o los manufactureros, presente óptimas condiciones de calidad.

En casi todas las aplicaciones de acabado del cuero se plancha más de una vez, ya sea de forma manual o bien utilizando diversos tipos de máquinas automatizadas. Las principales máquinas de planchar son las prensas de placas planas, las de rodillo y las prensas tipo altera. La finalidad de la operación de prensado es obtener una superficie de flor lisa y compacta que haga disminuir la absorción del cuero. Al compactarse el cuero disminuye de espesor. La operación se realiza aplicando presión y calor sobre el lado de flor de la piel. Las máquinas de planchar para el cuero vacuno o de otras especies como puede ser ovinas, caprinas y especies menores están constituidas fundamentalmente por dos rodillos de gran tamaño que pueden someterse a presión hidráulica el uno hacia el otro.

En general el inferior está recubierto de un transportador a banda de fieltro y el cilindro superior se puede aplicar directamente sobre el cuero y puede ser liso o grabado y también se puede encontrar recubierto de un transportador a banda de acero inoxidable, en este último caso la piel queda sujeta entre las dos cintas transportadoras.

El sector de curtidos más que condenado por el tema ecológico, debería ser desarrollado y apoyado gubernamentalmente, ya que recoge parte de los subproductos generados como consecuencia del sacrificio de animales como es la piel, cuyo objeto es suministro para la industria de alimentación. La industria de

curtidos elimina un problema a la sociedad y a su vez genera una gran riqueza a la misma. Por un lado, da utilidad a un subproducto de la industria cárnica (piel), que de otra forma debería incinerarse o eliminarse en vertederos, aumentando mayormente la carga contaminante de los residuos, sólidos líquidos y gaseosos que circunda a la empresa y por otro, crea una riqueza económica con la cadena de valor que inicia y fundamentalmente con la cantidad de puestos de trabajo que genera. Por otro lado, la sustitución del cuero por materiales de origen sintético significaría retroceder en la cultura de la sustentabilidad.

El cuero es un recurso renovable, en contraste con los materiales y fibras de origen petroquímico que se postulan como alternativas. Las sales de cromo (III) son el producto más ampliamente utilizado como curtiente. Cerca del 90% de la producción europea de piel y cuero las utiliza.

Dentro de la presente investigación se planteó los siguientes objetivos:

- Implementar un prototipo neumático para el prensado del cuero en el Laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.
- Diseñar un prototipo neumático que servirá para el prensado del cuero en el Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.
- Implementar una máquina que se utilizará para corregir las fallas existentes en la superficie del cuero así como también para conseguir la impregnación de las capas del acabado, utilizando temperatura, presión y tiempo.
- Determinar la eficiencia de la máquina para prensar el cuero a través de pruebas de producción al cuero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LA PIEL

Soler, J. (2004), informa que la piel que llega a las manos del curtidor está formada por tres capas bien diferenciadas: la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo. La parte que interesa al curtidor es la dermis y, en el curso de los procesos húmedos, se eliminan las otras dos partes. La dermis está constituida fundamentalmente por fibras de una proteína llamada colágeno, pero también contiene fibras elásticas, reticulina, vasos sanguíneos, nervios, células grasas y tejido muscular. La composición porcentual de estos componentes varía estratigráficamente de la capa superior llamada "flor" hasta la inferior llamada "carne". La estructura del colágeno varía también entre diferentes especies (una piel de oveja es muy diferente de una piel de vaca) y dentro de una misma especie, con la edad, procedencia, etc., del animal. De hecho, los curtidores dicen que "no hay dos pieles que sean exactamente iguales". Actualmente se conocen 19 tipos diferentes de colágeno en los vertebrados, de la mayoría de los cuales se conoce la composición y la secuencia de los aminoácidos que los constituyen.

Angulo, A. (2007), menciona que normalmente, aparecen diversos tipos de colágeno en la piel de los animales, pero el llamado Tipo I es el mayoritario. La molécula de colágeno, llamada también protofibrilla está formada por tres cadenas polipeptídicas dispuestas en forma de α -hélice y contiene unos 1000 aminoácidos por cadena. La unión de unas 7000-8000 protofibrillas forma una fibrilla. Se llama fibra a la unión de fibrillas y un haz de fibras, que tiene un diámetro aproximado de 5 micras, se forma por medio de la unión de las fibras.

García, J. (2006), infiere que las coordinaciones o enlaces de los productos curtientes con el colágeno tienen lugar en la superficie de las moléculas de colágeno que forman las fibrillas, entre el curtiente y las cadenas laterales de los aminoácidos del colágeno. Se considera que los principales grupos químicos que intervienen en la curtición son:

- Hidroxílicos, contenidos en la Serina, Treosina, Tirosina e Hidroxiprolina.
- Ácidos, contenidos en los ácidos Aspártico y Glutámico.
- Amida, contenidos en la Asparagina y Glutamina.
- Amina, contenido en la Lisina, Arginina, Histidina e Hidroxilisina.

Morera, J. (2002), indica que al haber un ligero exceso de grupos químicos básicos respecto a los ácidos, la piel al ser extraída del animal tiene un valor del punto isoelectrico (PI), entre 7 y 8. Se puede definir la curtición como el tratamiento de la piel que comporta su estabilización. La piel constituye el revestimiento de los animales superiores. En la piel fresca se pueden distinguir tres partes superpuestas que son, ordenadas de interior a exterior: La epidermis (lado del pelo) la dermis, el tejido subcutáneo (lado de la carne), la constitución histológica de la piel se determina mediante exámenes microscópicos de cortes transversales. Para realizar dichos cortes se usan unos aparatos llamados microtomos. Los cortes de pieles frescas o en proceso de fabricación se deben endurecer para poder cortarlos. Se usa un microtomo llamado "de congelación". Se corta transversalmente la piel, enfriada a -30°C , siguiendo la orientación lado del pelo-lado de la carne. Se obtienen cortes de un grosor entre 5 y 30 micras, es decir entre 5/1000 y 30/1000 mm. Para cueros secos se puede usar también un microtomo llamado "de mano". La muestra, insertada en un receptáculo adecuado, se corta con la ayuda de una navaja de cara plana, siempre desde el exterior hacia el interior. El grosor de los cortes es generalmente superior que en el caso anterior. Un corte transversal de piel fresca, examinado desde el exterior hacia el interior, permite distinguir tres zonas principales:

1. La epidermis

Es la parte más externa de la piel y sirve de revestimiento. Está constituida esencialmente de un tejido epitelial, es decir, de células que se tocan unas a otras y que están superpuestas unas encima de las otras. Los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas se hunden profundamente en la dermis. Los folículos pilosos tienen a media altura una glándula sebácea y en la base el músculo erector "pili". La epidermis y el pelo se eliminan en las primeras operaciones de

ribera y después del calero ya deben haber sido eliminados totalmente. Entre la epidermis y la dermis hay una membrana o capa basal (también llamada capa mucosa de Malpighi). Es una capa muy delgada, sin estructura celular. Forma la superficie o "grano" el cuero cuando se ha eliminado la epidermis y da su aspecto característico a los cueros llamados de "plena flor".

2. La dermis o córium

Soler, J. (2005), manifiesta que la dermis es la parte primordial para el curtidor, porque es la que se transforma en cuero. Se pueden distinguir tres partes:

- Una capa papilar llamada "flor", con fibras elásticas, vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y fibras de colágeno finas y orientadas preferentemente según un eje perpendicular.
- Una capa reticular llamada "serraje", con células conjuntivas y fibras de colágeno oblicuas y más gruesas que las de la capa anterior.
- Una capa lamelar o tejido subcutáneo llamado "carnaza", con fibras de colágeno de la misma medida que las de la capa anterior y paralelas a la superficie de la piel. También contiene células grasas que forman la panícula o inflorescencia adiposa y las fibras elásticas. Esta parte se elimina al descarnar el cuero. Las fibras elásticas, localizadas sobre todo en las capas papilar y lamelar, son mucho menos importantes en cantidad y medida que las fibras de colágeno y son responsables de la nerviosidad del cuero. Se degradan en mayor o menor medida, según conveniencia, en la operación de rendido.

B. CARACTERÍSTICAS DE LA PIEL

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que las variaciones que pueden suponerse en las diferentes fases del proceso a fin de intentar compensar los posibles errores o deficiencias producidas en anteriores fases del proceso y conseguir determinados resultados, eliminando defectos u obteniendo calidades concretas que se pidan

en el artículo final. Al considerar la fase húmeda se supondrá que las pieles se observan y se juzgan después de secado y antes del acabado final. Las virtudes o variaciones de calidad que contemplaremos son las siguientes:

1. Tacto

Hidalgo, L. (2004), expone que el tacto de la piel puede considerarse entre duro y blando, elástico o tacto de tubo y plástico, tacto de trapo o tacto caído. En general el tacto elástico o de tubo se acostumbra a suponer válido en pieles para empeine de calzado. El tacto plástico ("pretan") es típico de guantería. El tacto de trapo o caído se supone apto para pieles de gamuza, camisería o similares. Un tacto algo plástico y muy blando es en general típico para la confección. Para la tapicería se pide generalmente un tacto similar a la confección pero algo más elástico y no tan blando. Para artículos de marroquinería se requiere en general un tacto similar al deseado para empeine de calzado pero más duro. Aunque existen aparatos para medir el tacto, el mercado se rige por la apreciación mayoritariamente subjetiva. Todas las fases de la fabricación pueden ser causa de obtener un tipo de tacto u otro si bien se supone que actúan más sobre el tacto las fases finales de la fase húmeda (recurtición y engrase), el secado y las operaciones mecánicas de la fase de acabado, (ablandado, abatanado, prensado y similar).

2. Soltura de flor

García, J. (2006), informa que la soltura de flor es un defecto que se pone de manifiesto al doblar la piel con la flor hacia dentro de la doblez debido entre otros hechos, a que la tendencia natural de la piel es doblarse al revés (con la flor hacia fuera). Las fibras de la flor son más compactas que las del corium y se comprimen con dificultad, lo cual provoca que la flor tenga poca tendencia a comprimirse sobre sí misma, provocándose arrugas al obligar a la flor a ocupar menor superficie, al doblarla sobre sí misma hacia dentro. Si las arrugas son minúsculas o inexistentes no se produce soltura de flor, si las arrugas son visibles, se nos presenta el defecto de la soltura de flor, cuanto más visibles son, más soltura de flor observamos. Cuando la piel procede de animales menos jóvenes, es más

gruesa, y es más vacía, es más probable que aparezca la soltura de flor. En ocasiones interesa prever la posibilidad que aparezca soltura de flor durante la manipulación de la piel en la fabricación de zapatos u otros artículos para el consumo. Para ello puede ser útil pegar en el lado carne una cinta autoadhesiva que no sea en absoluto elástica, antes de doblar la piel para ver si presenta o no soltura de flor. Con ello no se permite que el lado carne ceda y así se obliga a comprimirse más la flor sobre sí misma, apareciendo la soltura de flor más fácilmente si hay una tendencia a presentarse. Exagerar el doblado de la flor sobre sí misma de forma que el doblez forme un ángulo de 180° y presionar fuertemente la flor contra flor, antes de observar si se presenta soltura. En la piel lanar se presenta en ocasiones el fenómeno de doble piel, que no es otra cosa que una soltura de flor exagerada, debido a la estructura más esponjosa que tienen las pieles lanares. Tiene los mismos fundamentos que la soltura de flor y las mismas soluciones, si bien la más empleada es el relleno, el no vaciado de la piel o ambas cosas a la vez. En general la soltura de flor dentro de la fase húmeda, se intenta mitigar a base de los procedimientos fundamentales siguientes:

- Llenar en lo posible el espacio existente entre la flor y el corium, no vaciarlo o ambas cosas a la vez.
- No aumentar la rigidez de la flor que reduciría la posibilidad de compresión de la misma.
- No aumentar excesivamente la rigidez del lado carne, lo cual obligaría a comprimirse en exceso a la flor, al ser doblada sobre sí misma.

3. Resistencias físicas

Según [http://www.caltex.cl/es/content/ensayos.com.\(2015\)](http://www.caltex.cl/es/content/ensayos.com.(2015)), las determinaciones que más indican el probable comportamiento de la piel en las operaciones de transformación en artículos de consumo y en el uso final son: la resistencia al desgarró, la resistencia y alargamiento a la tracción, el alargamiento antes de la

rotura de flor y la resistencia a la abrasión. La resistencia al desgarrado da información sobre el estado de resistencia estructural de la piel y es útil su medición aunque sea de forma manual y subjetiva, para tener una estimación rápida del posible comportamiento de la piel, frente a casi cualquier esfuerzo, debe cuidarse siempre, pero es necesario hacer hincapié especial en ella, en el caso de pieles para la confección de prendas de vestir con pieles de grosor muy bajo (por ejemplo 0.5 mm.), ya que pueden romperse durante el uso o en los lavados posteriores al primer uso. Los valores concretos de resistencia al desgarrado que son necesarios para cada artículo según las exigencias de calidad o en su defecto las exigencias del cliente son muy diversos. Aun así valores absolutos de 120 N en empeine grueso y 40-60 N en confección o empeines delgados, así como valores entre 40 y 80 N/mm, son frecuentemente necesarios.

Para [http://www.dialnet.uniroja.es/descarga/articulo.\(2015\)](http://www.dialnet.uniroja.es/descarga/articulo.(2015)), la resistencia y alargamiento a la tracción, suministra información análoga a la del desgarrado, en lo que se refiere a la fuerza necesaria para la rotura total, pero suministra la información adicional del alargamiento. Esta información es útil por ejemplo para prever su comportamiento en el momento de la fabricación del empeine del zapato, puesto que si se alarga menos de lo que se le va a exigir, se producirá la rotura, a pesar de que el esfuerzo necesario para la rotura sea elevado. En otro orden de cosas, si se alarga demasiado, puede darse el caso de que las prendas confeccionadas se deformen (por ejemplo codos), o que en la tapicería aparezcan bolsas etc. Sin poder sentar cátedra, alargamientos del orden del 30-40% en pieles al cromo son en general útiles para bastantes usos. Los valores concretos de resistencia a la tracción que son necesarios para cada artículo según las exigencias de calidad o en su defecto las exigencias del cliente son también muy diversos. No obstante en la mayoría de casos oscilan entre 1500 y 3000 N/cm² o valores absolutos de 150 Newton.

Según [https://www.ibiguridp3.wordpress.com.\(2015\)](https://www.ibiguridp3.wordpress.com.(2015)), el alargamiento antes de la rotura o estallido de la flor, es un valor que tiene relación directa con la posibilidad de rotura de flor al montar la parte delantera (puntera) del zapato. Puede estimarse manualmente este alargamiento presionando fuertemente por la parte

de la carne con un punzón romo, una llave, cuchara, o similar y observando el posible resquebrajamiento de la flor. Los valores de alargamiento obtenidos con el lastómetro en general se suponen aptos si son iguales o mayores de 7-8 mm. La resistencia a la abrasión de la flor antes del acabado se detecta manualmente al frotar la superficie de la flor con la uña o con un instrumento no abrasivo y observar si se produce un desgaste más o menos acusado de la flor. Pueden usarse abrasímetros diversos pero generalmente se emplean cuando el cuero ya está acabado, valorándose en este caso más el comportamiento del acabado que no el de la flor. Sobre el cuero sin acabar no existen valores determinados como apetecibles, pero en general debe suponerse que cuanto más resistente sea la flor más calidad tendrá el cuero. De forma general, para intentar obtener un cuero con buena resistencia al esfuerzo físico se intenta degradar al mínimo su estructura y no sobrecargarla con cantidades excesivas de productos curtientes y/o rellenantes sin efecto lubricante. A fin de conseguir buena elasticidad de la flor y alargamiento del cuero es necesaria una degradación controlada y evitar el exceso de los antedichos productos curtientes y/o rellenantes, sea en la flor (sobre curtición) o en todo el espesor del cuero.

4. Finura de flor

Nebreda, A. (2010), informa que la apreciación de este fenómeno es totalmente subjetiva y podemos distinguir dos aspectos en la finura la que se aprecia tocando la piel (suavidad) y la que se aprecia por la vista. En la mayoría de ocasiones coinciden pero no siempre, y en algunos casos, solo se aprecia una de las dos. Por ejemplo, en unos guantes de vestir, al ser pieles muy blandas, puede que la flor no sea fina a la vista pero sí lo es al tacto. En las pieles para empeine se valora positivamente que en el montado del zapato la flor se afine aún más de lo que ya lo es y no aparezca el llamado grano de naranja, que no es otra cosa que la radiografía o transparencia, a través de la flor, de la irregularidad de las fibras del corium. Salvo en artículos especiales (crispados, grabados y similares) se valora positivamente que la apariencia y finura de la flor sea lo más semejante posible a la piel natural. La finura de flor depende en primera instancia de la raza y de la edad del animal de que procede. Dentro de la misma raza cuanto más

joven es el animal más fina es la flor. Durante la fabricación puede mantenerse la finura de flor natural no relleno en exceso ni la misma, ni las fibras inmediatamente inferiores con recurtientes y rellenantes (sobrecurtición) y mejorarse desestructurado algo la misma, y/o efectuando aplastamientos mecánicos finales.

5. Finura de felpa

Tzicas, E. (2004), reporta que solo en los casos de ante y nobuck es posible pensar en ello, incluso más en el caso del ante que en el nobuck, puesto que al esmerilar la flor para nobuck la felpa ya queda corta y fina debido a que la estructura de fibras de la flor es más compacta y de fibras mucho más cortas y delgadas que el corium. En los artículos afelpados en ocasiones se prefiere la felpa más larga (más efecto escribiente) y en otras ocasiones se prefiere la felpa más corta (menos efecto escribiente), pero prácticamente siempre se valora positivamente que la felpa tenga las fibras delgadas, lo que le da una apariencia agradable de finura y de suavidad. Como ya se ha indicado al referirnos al nobuck, la finura de la felpa en el caso del ante se consigue a base de fibras relativamente más o menos cortas pero sobre todo delgadas, en otras palabras, para felpa fina se necesita una estructura compacta. La finura de la felpa depende principalmente de la raza del animal y dicho lo anterior no es de extrañar que las mejores pieles para ante sean las de cabra, por su compacidad natural. En las otras pieles se intenta obtener una estructura lo más parecida posible a las pieles de cabra, o sea una estructura compacta dentro de las posibilidades del artículo. En los esmerilados se tiene otra arma muy importante para intentar obtener la finura y aspecto de felpa deseadas.

6. Plenitud, grosor, superficie

Adzet, J. (2004), señala que la plenitud se juzga de forma subjetiva y tiene relación con una soltura de flor exagerada sobre todo en las faldas de la piel. Las pieles vacías y duras tienen un tacto desagradable parecido a un cartón, por el

contrario las pieles llenas y algo blandas tienen un tacto parecido a una lámina de goma. La plenitud se obtiene a base de procurar que la piel tenga una reactividad elevada frente a productos químicos curtientes y/o rellenantes y empleando la cantidad suficiente de los mismos, mientras no se deterioren otros parámetros como pueden ser las resistencias físicas, el tacto, finura de flor, etc. En general a medida que se aumenta la plenitud, las fibras de la piel se van colocando más perpendicularmente a la superficie y con ello se aumenta algo el grosor y se disminuye algo la superficie. El grosor y la superficie se miden perfectamente de forma objetiva. En general es difícil conseguir aumentos en el grosor de la piel superior al 10-15% del grosor que tendría sin efectuar ninguna acción especial.

C. PROCESOS DE RIBERA PARA CURTIR PIELES

1. El remojo

Hidalgo, L. (2004), indica que una vez la piel en bruto (fresca, salada o seca), llega a la tenería se le cortan, si aún las tiene, las partes no aptas para la curtición (colas, patas y cabeza). A continuación se guardan en un almacén acondicionado para su conservación o incluso en una nevera. A partir de ese momento la piel ya está a punto para iniciar el primer proceso húmedo: el remojo. El remojo es un tratamiento en bruto con agua y persigue la humectación y la limpieza de la piel de sangre, cascarrias, microorganismos, linfas, globulinas, albúminas y productos de conservación adicionados anteriormente. El remojo será diferente en tiempo, acción mecánica y productos añadidos según la piel sea fresca, salada o seca, pero en cualquier caso se acostumbra a llevar a cabo en varios baños. La duración oscila normalmente desde las 12 horas a 24 horas o más. Se prefiere que el agua utilizada no contenga microorganismos (por ejemplo, que sea de pozo) y la temperatura del baño depende de la temperatura externa y del método de remojo utilizado. Una vez la piel está limpia y humectada se pasa a la siguiente operación, que se puede realizar en el último baño de remojo o bien en baño nuevo. Los productos que se añaden más comúnmente al remojo son:

- Agentes humectantes y tensoactivos. Bajan la tensión superficial del agua

favoreciendo su penetración en el interior de la piel y al mismo tiempo emulsionan parte de sus grasas naturales. Los productos formados por la condensación del óxido de etileno con alcoholes grasos son muy utilizados.

- Productos basificantes tales como el carbonato sódico o el sulfuro sódico, que neutralizan los ácidos grasos producidos por la oxidación de las grasas naturales, formando jabones que favorecen la humectación de la piel.
- Sales neutras y enzimas que ayudan a solubilizar las proteínas interfibrilares.
- Antisépticos, que evitan el crecimiento bacteriano en el remojo.

2. El pelambre y el calero

Adzet, J. (2004), reporta que el pelambre y el calero son dos operaciones distintas pero muy a menudo se hacen a la vez. El pelambre consiste en la eliminación de la epidermis y el pelo de la piel. El calero, a su vez, consiste en una hidrólisis de proteínas que produce un aflojamiento de la estructura fibrosa del colágeno o, dicho en otras palabras, el calero "vacía" la piel. Los productos más empleados para depilar son el sulfhidrato y el sulfuro sódico. Debido a su carácter reductor, rompen los puentes de disulfuro de la queratina (proteína del pelo). Para el calero se usa el hidróxido cálcico, que rompe los puentes de hidrógeno que existen entre las fibras de colágeno. El pelambre y el calero se pueden llevar a cabo o bien en los recipientes ya citados o bien mediante un "embadurnado". En el primer caso, si no se quiere recuperar el pelo, se añaden los productos al recipiente sobre el último baño de remojo o sobre un baño nuevo. Estos productos se disuelven y van actuando. Las variables físicas y químicas son diferentes según el artículo que se desea conseguir y están también en función de la piel que se está procesando.

Para <http://www.indigoquimica.net>.(2015), si se quiere recuperar el pelo, éste se inmuniza primero con hidróxido cálcico, se ataca la raíz con sulfhidrato sódico, se filtra el pelo con una máquina apropiada y se añade sulfuro sódico e hidróxido

cálcico al baño para eliminar totalmente las raíces y llevar a cabo el calero. En el segundo caso, se forma una pasta con los productos y un espesante, con la cual se "pinta" el lado carne (donde no hay pelo). La pasta va penetrando y se acaba el proceso cuando el pelo se puede arrancar tirando con la mano. Se hace así cuando son pieles ovinas y se quiere recuperar la lana. Una vez acabado este proceso se limpian las pieles a fondo y se efectúan las operaciones mecánicas.

3. El descarnado y dividido

Para <http://www.cueronet.com>.(2015), el descarnado en algunos casos, no se realiza en este punto sino después del remojo. Consiste en limpiar el lado carne de la piel de restos de carne y grasa que puedan haber quedado en ella. Esto se hace con la ayuda de una máquina que lleva un cilindro con cuchillas incorporadas en forma de "V". Luego, si es necesario, se pasa al dividido.

Palomas, J. (2005), indica que el dividido se realiza cuando la piel es demasiado gruesa para el artículo deseado, se pasa por una máquina que tiene una cinta de acero afilada y muy fina. Esta máquina divide la piel en dos, de tal manera que el lado flor queda igualado a un grosor previamente seleccionado y separado del lado de la carne. Este lado de la carne se denomina "serraje" y se puede curtir posteriormente si es lo suficientemente grueso, obteniéndose así artículos aptos, por ejemplo, para fabricar zapatos deportivos. En caso contrario se usa para fabricar colas y gelatinas.

4. El desencalado y rendido

El mismo <http://www.cueronet.com>.(2015), indica que en este punto del proceso la piel contiene álcalis en los líquidos presentes en los espacios interfibrilares e hidróxido cálcico precipitado entre las fibras de la piel. Interesa eliminarlos porque si no estos compuestos producirían problemas de absorción impidiendo una buena curtición posterior y produciendo defectos en el producto final, tales como manchas, poca resistencia y otros. Esta eliminación se efectúa con productos que

forman compuestos solubles con los álcalis como el sulfato amónico, el bisulfito o el metabisulfito sódico, el ácido láctico (u otro ácido orgánico dicarboxílico) o el ácido clorhídrico. Estos compuestos se eliminan mediante lavados en agua. Esta operación se efectúa normalmente a un pH entre 8 y 9 y a una temperatura de unos 35°C., tanto para contribuir a la solubilización como para que el baño sea adecuado para aprovecharlo en la siguiente operación: el rendido. El desengrase se realiza en molineta o bombo y, según el artículo que se persigue, se desengrasa totalmente (artículos blandos) o no (artículos duros). Se regula la intensidad del desengrase por la temperatura del baño, el efecto mecánico, el tiempo y la cantidad de desengrase. Si hace falta, se lleva a cabo un segundo desengrase.

Gratacos E. (2002), indica que el rendido tiene como objetivo el aflojamiento de la estructura del colágeno mediante la adición de enzimas proteolíticas. Este efecto se puede explicar químicamente por el hecho de que las enzimas utilizadas peptidizan ligeramente las fibras de colágeno. Este efecto se ha de controlar ya que un exceso de rendido comporta una piel demasiado vacía. En el rendido también se eliminan los restos de epidermis y pelo que puedan quedar en la piel, así como una parte de la grasa natural del animal. El rendido se realiza en molineta o bombo y en el mismo baño de desengrase o en baño nuevo. La temperatura y el pH de trabajo han de favorecer la buena acción de los rindentes. La temperatura adecuada acostumbra a estar alrededor de los 35°C y se trabaja a pH básico (8-9) en la mayoría de los casos. Las variables tiempo, efecto mecánico, cantidad y concentración del rindente, temperatura y pH permiten controlar el grado de intensidad de un rindente. Cuanto más blando sea el producto final deseado, más intenso tendrá que ser el rendido. Si el desengrase no se lleva a cabo en el baño del rendido, éste se tira y se lavan las pieles con agua fría para así interrumpir la acción de las enzimas.

5. El desengrase y piquel

Soler, J. (2004), señala que el desengrase se realiza siempre sobre pieles ovinas y porcinas, que contienen el 10-30% sobre peso seco de grasa natural desigualmente repartido y, a veces, sobre pieles bovinas que contienen entre un

2-3% sobre peso seco de grasa natural. En este último tipo de pieles, la mayor parte de la grasa se elimina en las otras operaciones de ribera y no es necesario desengrasarlas. La grasa natural de la piel puede provocar una menor penetración de productos, manchas oscuras en la piel y otros efectos no deseables que perjudican el resultado final de toda la curtición. Es por esta razón que se debe eliminar, al menos en parte, esta grasa propia de la piel. Esta operación se realiza normalmente en el bombo y, o bien después del rendido, o bien después del piquel y después de dejar descansar por un tiempo las pieles piqueladas. En el primer caso se pueden usar, en un baño a 30-35°C de temperatura un tensoactivo que emulsione directamente la grasa y a continuación, llevar a cabo un buen lavado con agua tibia para eliminar la emulsión. En el segundo caso se pueden llevar las pieles a un pH 4.5-5 y disolver la grasa con petróleo (o un disolvente similar) emulsionado con un tensoactivo no iónico. Después se lava diversas veces con la solución de agua y sal para eliminar el disolvente y la grasa disuelta o emulsionada.

Para [\(https://www.upcommons.upc.edu/e-prints\)](https://www.upcommons.upc.edu/e-prints).(2015), el piquel consiste en el tratamiento de pieles en bombo o molineta, con soluciones salinas y acidas en el mismo baño. Esta operación impide definitivamente la acción de las enzimas del rendido y prepara la piel para la curtición. El piquel será más o menos suave según el curtiente a utilizar. Un piquel fuerte (pH 1-1.5) también es un método para conservar las pieles ovinas hasta durante un año de duración, sin daños para la piel. Al final del piquel generalmente se deja la piel a pH entre 2 y 3.5. Este grado de acidez hincharía la piel por osmosis obstaculizando la entrada de productos, pero esto se evita con la previa adición de sal común hasta que se obtiene un baño de aproximadamente 6-7° Baumé de densidad. Industrialmente, los productos más utilizados para realizar el piquel son el ácido fórmico, el ácido sulfúrico y el cloruro sódico.

Hidalgo, L. (2004), informa que las cantidades de productos y la duración de la operación marcan las diferencias entre cada tipo de piquel. Las pieles conservadas por piquelado se han de despiquelear parcialmente antes del desengrase. Esto se realiza con una solución de agua saturada de cloruro sódico

que contiene álcalis débiles como el bicarbonato y el acetato sódico. Una vez acabado el piquelado (o el despiquelado) las pieles están a punto de ser curtidas.

D. CURTICIÓN PROPIAMENTE DICHA

Font, J. (2006), La curtición de la piel tiene como objetivo principal conseguir una estabilización del colágeno respecto a los fenómenos hidrolíticos causados por el agua y/o enzimas, además de dar a la piel una resistencia a la temperatura superior a la que tiene en estado natural. Otra finalidad es conseguir, mediante la reacción de los productos curtientes con el colágeno, la creación de un soporte adecuado para que las operaciones posteriores puedan tener el efecto que les corresponde, obteniendo así una piel acabada apta para el consumo, más o menos blanda, flexible, con el color que convenga, etc., y con las características físicas necesarias. Para curtir es necesario provocar la reacción del colágeno con algún producto que sea capaz de propiciar la citada reacción. Se debe conseguir no sólo la reacción con los grupos reactivos libres en las cadenas laterales de las fibras del colágeno, sino que, además, pueda reaccionar con la propia cadena del colágeno, substituyendo los puentes de hidrógeno y otros enlaces naturales de la proteína fibrosa, de manera que en la substitución se anule la posibilidad de que, en el momento de secar la piel mojada se vuelvan a formar las uniones naturales que la dejarían dura y translúcida como un pergamino.

Rius, A. (2003), manifiesta que la experiencia demuestra que los productos para la curtición de la piel deben ser al menos bifuncionales. Generalmente son polifuncionales a fin de poder reaccionar con diferentes cadenas del colágeno en el mismo momento. La experiencia demuestra también que, además de polifuncionales, deben tener un tamaño molecular adecuado a fin de poder llegar a los grupos funcionales superficiales de diferentes cadenas del colágeno. Este tamaño no puede ser muy grande, al menos al principio de la curtición, ya que se corre el riesgo de que no se puedan introducir hasta la microestructura del colágeno. Los enlaces transversales en los que se basa el efecto curtiente pueden ser de diversos tipos, según cuál sea el curtiente utilizado.

Hidalgo, L. (2004), reporta que en la curtición con sales de cromo y aluminio se cree que la fijación se basa principalmente en la formación de enlaces covalentes entre los grupos carboxílicos del colágeno y los complejos del metal. En el caso de la curtición con extractos vegetales se cree que el efecto curtiente se produce principalmente debido a la formación de múltiples enlaces de tipo puente de hidrógeno y enlaces dipolares con la intervención de los grupos hidroxílicos de los taninos y de los grupos amídicos o peptídicos de la proteína. De todas formas, no se descarta la participación de otros efectos enlazantes en ambos tipos de curtición. La cuestión es que, en realidad, aunque en la mayoría de los casos se ha identificado el tipo de enlace que es el máximo responsable de la curtición, se establecen otros tipos de enlace entre el colágeno y el curtiente que, aunque de manera secundaria, también influyen en el efecto curtiente final. Incluso hay casos en los que no se ha dilucidado el peso real de la influencia de un tipo de enlace frente a otro en el efecto curtiente obtenido. Al ser la reacción en medio acuoso, los curtientes deben ser solubles en agua o formar disoluciones coloidales de micela muy pequeña (muy disgregadas).

E. PROCESOS POSTERIORES AL CURTIDO

1. El escurrido y el rebajado del cuero

Según <https://www.upcommons.upc.edu>.(2015), una vez curtido y reposado, el cuero se puede dividir, si no se ha hecho ya y en caso de que sea preciso, y rebajar en caso necesario, que es casi siempre. Para poder realizar estas operaciones se ha de escurrir la piel previamente. Escurrir consiste en hacer pasar el cuero entre dos cilindros rodeados de fieltro que presionan la piel provocando la salida del baño residual de curtición situado entre las fibras. La humedad del cuero escurrido es aproximadamente de un 60%. El rebajado es una operación que consiste en hacer pasar la piel entre dos cilindros mecánicos, de los cuales uno es liso, mientras que el otro tiene cuchillas en forma de "V" que cortan, sacando viruta del cuero. Con esta operación se puede regular e igualar la diferencia en grosor de una parte a la otra del mismo cuero, y también de un cuero a otro. La distancia entre los dos cilindros es graduable y esto permite

obtener cuero de diferente grosor final según la graduación a la que hagamos funcionar la máquina.

2. La neutralización

García, J. (2006), infiere que una vez se han rebajado los cueros curtidos al cromo, se someten a una serie de operaciones que hacen variar considerablemente el aspecto final del cuero en propiedades tales como el tacto, la suavidad, la plenitud, el aspecto de la flor y, en general, todas las propiedades físicas medibles del cuero. En la mayoría de los casos la operación posterior al rebajado es la neutralización, en la cual se busca la eliminación de las rebajaduras, sales, sales de cromo no fijada y también de los ácidos fuertes que contiene el cuero, o bien cambiar éstos por ácidos orgánicos. Esta eliminación o sustitución de los ácidos fuertes es importantísima, ya que perjudican notablemente la resistencia de las fibras del cuero. Esta operación comienza con un lavado previo de los cueros con agua. A menudo, esta agua se acidula con un ácido flojo como por ejemplo el fórmico o el acético hasta llegar a $\text{pH} = 4$. Después del lavado se lleva a cabo la neutralización propiamente dicha, que consiste en un tratamiento al bombo de los cueros con agua y sales alcalinas. Las más utilizadas son:

- Bicarbonato sódico o amónico.
- Formiato sódico o cálcico.
- Carbonato sódico.
- Sintéticos neutralizantes que acostumbran a ser derivados del ácido naftalensulfónico o similares.

Gravez, R. (2007), menciona que la operación de neutralización se realiza adicionando el neutralizante disuelto en agua de forma lenta y continua para evitar la crispación de la flor y posibles precipitaciones de cromo. Se regula la penetración y el pH final según el artículo deseado. Es conveniente efectuar un lavado posterior con agua para poder eliminar las sales formadas en la

neutralización que contiene el cuero. A continuación del lavado se pasa a la recurtición.

3. La recurtición

Soler, J. (2004), señala que en la operación de recurtición se introducen diferentes sustancias en el cuero ya curtido. Estas sustancias acostumbran a tener carácter curtiente por sí mismas, pero lo que se intenta es modificar ciertas propiedades del cuero en función del artículo que se desee conseguir. Algunos ejemplos de estas propiedades son: el tacto, el relleno, la firmeza, la capacidad de teñido, la resistencia al sudor, etc. Las posibilidades de combinación curtición/recurtición son múltiples, pero aquí sólo se tratará de recurticiones sobre cuero curtido al cromo, aunque lo que se diga será válido en muchos casos para cueros curtidos con extractos vegetales. Los productos recurtientes más utilizados en cueros curtidos al cromo son:

- Sales de cromo de diferente basicidad y/o enmascaradas: Estas sales de cromo pueden ser igual de básicas que las utilizadas en la curtición o más básicas, lo que comporta más fijación. Algunas de ellas llevan productos enmascarantes incorporados, tales como formiatos, sulfitos, polifosfatos.
- Sales de aluminio basificadas: Son normalmente sulfates o cloruros de aluminio de diferentes grados de basificación. Con esta recurtición se busca mejorar propiedades tales como la plenitud, la solidez en las tinturas y la capacidad de esmerilado.
- Extractos vegetales: Estos provocan entre otras propiedades, un aumento de la plenitud del cuero, lo que nos permite mejorar cueros con estructura vacía. También modifican otras propiedades como la capacidad de esmerilado, el tacto, el color y la finura de flor entre otras. Según el extracto vegetal empleado, las modificaciones se darán en diferente grado y a veces se utiliza una mezcla de distintos extractos con el fin de conseguir unas propiedades

concretas. Los extractos vegetales más utilizados son los de mimosa, quebracho y castaño. En este tipo de recurtición también se utilizan productos como los sintéticos derivados de los ácidos naftalensulfónicos, que se adicionan previamente o en la primera dosificación, para disminuir la astringencia de los taninos respecto del cuero curtido al cromo y facilitar la penetración.

- Sintéticos: Son compuestos de base fenólica o naftalensulfónica, de comportamiento parecido a los extractos vegetales y a veces se usan combinados con éstos. Las modificaciones que los sintéticos solos producen en el cuero curtido al cromo son más débiles que las producidas por los extractos vegetales, lo cual es lógico si se considera que los sintéticos tienen menos astringencia y un peso molecular más bajo. Existen sintéticos que tienen buena solidez a la luz y dan color blanco. Se utilizan para obtener cueros muy claros, aunque es conveniente preparar la piel desde la operación de curtido, usando en ésta la cantidad mínima de sal de cromo posible, y también escoger los productos engrasantes adecuados en la posterior operación de engrase.

4. La tintura

Bacardit, A. (2004), informa que la tintura sirve para cambiar el color que tiene el cuero debido a los productos curtientes. El color obtenido después de teñir se puede modificar en el engrase, y debe tenerse en cuenta para obtener el producto final deseado. A menudo el color final se conseguirá con el acabado, pero en la tintura se busca un color lo más parecido posible al final. De esta manera se facilita la operación de acabado. Según cuál sea el destino del cuero la tintura puede ser atravesada o no. Esto depende del colorante, productos auxiliares empleados, concentraciones, temperatura, pH, etc. Es muy importante que el colorante quede bien fijado en el cuero, ya que si no el producto final bajaría de calidad. Esta fijación depende principalmente de los productos curtientes incorporados al cuero, ya que por ejemplo, en general es mucho más fácil fijar un mismo colorante de los empleados habitualmente en un cuero curtido al cromo

que en otro curtido al vegetal. En menor grado, los productos adicionados después de la tintura también pueden afectar a la fijación, aunque es más peligroso el efecto que producen sobre el matiz final. Actualmente, la mayoría de tinturas se realizan en bombo. Además del colorante (junto o previo a él) se adiciona en el bombo una serie de productos que regulan el pH y la carga del cuero para facilitar la penetración y la correcta distribución del colorante en el cuero y también (según la carga) para dar intensidad superficial de color. La fijación se puede realizar en el mismo baño, si se desea realizar un secado intermedio o después del engrase, si éste se realiza en el mismo baño, adicionándole un producto ácido, normalmente ácido fórmico. Si estudiamos los colorantes desde el punto de vista químico, podemos decir que los más utilizados en tenería son colorantes sintéticos de diversas familias, destacando los diazoicos y triazoicos. Los curtidores clasifican los colorantes basándose en su carga, su constitución y su actuación ante el sustrato cuero. Los colorantes más usados son:

- Colorantes ácidos. Son aniónicos, de molécula relativamente pequeña y por tanto tienen una muy buena penetración.
- Colorantes directos. Son aniónicos, de molécula más grande que los ácidos y por tanto tienen buen poder cubriente.
- Colorantes básicos. Son catiónicos y se usan principalmente para remontar cueros teñidos anteriormente con colorantes aniónicos.
- Colorantes de complejo metálico. Son aniónicos y contienen un metal en su molécula. Permiten obtener una gran regularidad y fijación, pero son muy caros.

5. El engrase

Adzet, J. (2006), menciona que en el engrase se lubrican las fibras del cuero con el objetivo de obtener un cuero que no se rompa al secarlo y que presente la

flexibilidad y tacto adecuados. Los productos empleados en esta operación se llaman grasas, aunque actualmente existen muchos engrasantes sintéticos que no se ajustan a su estricta definición, sino que se acercan más al concepto de tensoactivo o emulsionante por su composición química. La operación de engrase se realiza en bombo, adicionando las grasas previamente emulsionadas con agua caliente. El baño de engrase se realiza con agua un poco caliente para evitar una rotura prematura de las emulsiones de las grasas, ya que quedarían depositadas en la superficie del cuero o en el baño, sin cumplir su función. Es muy importante escoger bien los tipos de grasa y los porcentajes empleados, ya que modificando estos dos parámetros se pueden obtener diferentes artículos. El origen de las grasas puede ser animal, vegetal, mineral o de síntesis. Muchas grasas empleadas sufren modificaciones por el hecho de hacerlas solubles en agua, ya que la mayoría de materias primas son insolubles, no pudiendo incorporarlas al cuero en medio acuoso porque precipitarían en el baño. Estas modificaciones pueden ser químicas (por ej. sulfitación, sulfonación, sulfatación, etc.) o también por emulsión con tensoactivos.

Para [\(http://www.cueronet.com.auqtic.\(2015\)\)](http://www.cueronet.com.auqtic), químicamente los productos engrasantes se pueden clasificar en: no iónicos o crudos, aniónicos (sulfitados, sulfonados, sulfatados, sulfoclorados, esterfos fosfóricos, parafinas sulfocloradas, etc.) y catiónicos (compuestos de amonio cuaternario). Una vez se ha rodado el tiempo suficiente para que las grasas hayan penetrado en el cuero, generalmente se termina agotando el baño acidificando con ácido fórmico favoreciendo la fijación de la grasa en el cuero. Después del engrase se dejan los cueros en reposo como mínimo una noche, bien estirados sobre un caballete o una pala, para que se escurran y aumente la fijación de colorantes y grasas. A continuación, las pieles van a la máquina de escurrir.

6. El escurrido , repasado y secado

Hidalgo, L. (2004), informa que para escurrir, los cueros se pasan a través de una máquina que tiene dos cilindros recubiertos de fieltro. Al pasar el cuero entre ellos, éste expulsa parte del agua que contiene debido a la presión a la que se

somete. Esta operación tiene además otra finalidad: dejar el cuero completamente plano y sin arrugas, aumentando al máximo la superficie. Una vez escurridos, los cueros irán a la máquina de repasar. El repasado o estirado son operaciones que se realizan para hacer más liso el grano de la flor, aplanar el cuero y eliminar las marcas que pueden ocasionar la máquina de escurrir. Si esta operación se realiza correctamente, aumenta el rendimiento en cuanto a la superficie del cuero, tema importante en el aspecto económico. Las máquinas de repasar son similares a las máquinas de descarnar con la diferencia de que las cuchillas no cortan y permiten estirar el cuero. La presión efectuada alisa el grano de la flor y permite evitar pérdidas de superficie.

Bello, M. (2008), afirma que la función del secado es evaporar el agua que contienen los cueros. Esta operación influye sobre las características del cuero acabado. Según el tipo de curtido y el producto final deseado, el sistema de secado será importante. Se pueden distinguir dos formas de secar el cuero: sin someterlo a tensión o bien estirándolo. Es importante controlar la humedad final de los cueros. Es conveniente, una vez secos los cueros, dejarlos reposar en un ambiente con la humedad adecuada durante unas 48 horas, con el objetivo de obtener unos resultados más uniformes en el producto final. El primer tipo de secado se puede realizar:

- Al aire libre. Los cueros se cuelgan y se secan por acción del aire libre.
- En cámara y en túnel. Los cueros también se cuelgan y se secan por acción de aire caliente.
- Por bomba de calor. Se cuelgan los cueros y se secan con aire a baja temperatura y seco (imitación controlada de secado al aire libre).

F. OPERACIONES MECÁNICAS PREVIAS AL ACABADO

Rius, A. (2003), manifiesta que existen una serie de operaciones mecánicas previas al acabado que pueden variar en orden y cantidad, según el artículo final

deseado:

- Acondicionado. Se da más humedad al cuero preparándolo para operaciones posteriores.
- Ablandado. Se ablanda el cuero por acción mecánica para darle flexibilidad.
- Secado final. Se seca el cuero de forma adecuada para realizar un correcto acabado.
- Recortado. Se eliminan del cuero las partes arrugadas y con defectos, dándole una mejor presentación.
- Esmerilado. Se esmerila el cuero, generalmente para disimular los defectos de la flor. Esta operación se realiza con una muela o con una máquina de esmerilar.
- Desempolvado. La función de esta operación es quitar el polvo del cuero procedente del esmerilado. Se realiza en una máquina que posee unos cepillos que giran en sentido inverso y un sistema de aspiración.
- Abatanado. Se hacen girar los cueros en seco dentro de un bombo, dándoles mayor flexibilidad y al mismo tiempo hacerles subir el tono del color.

1. **El Acabado**

Hidalgo, L. (2004), reporta que se entiende por acabado a un conjunto de operaciones basadas en el tratamiento superficial del cuero para darle el aspecto final con el cual es comercializado. Por tanto, en el acabado se influye sobre el aspecto visual, el tacto y las propiedades físicas del cuero. En las operaciones de acabados se utilizan muchos productos, entre los que podemos destacar:

- Pigmentos y colorantes.
- Lacas.
- Ceras naturales y sintéticas.

- Ligantes proteínicos, tales como la caseína y la albúmina.
- Resinas, principalmente las acrílicas, los uretanos y los butadienos.
- Aceites.

Bello, M. (2008), señala que estos productos o mezclas de ellos, se aplican sobre el cuero en capas de diferente composición y con secados intermedios. El disolvente empleado puede ser agua o bien un disolvente de tipo orgánico (acetato de butil, isopropanol, etc.) según sea la naturaleza de los productos constituyentes de la capa de acabado. La forma de aplicación de los productos depende del artículo que se desee y de las posibilidades de cada empresa. Entre los más importantes podemos destacar:

- Con felpa o cepillo.
- Pulverización con pistola (aerográfica o air-less).
- Máquina de rodillos.
- Máquina de cortina.

Cantera, C. (2007), reporta que entre las distintas capas de acabado o al final, se realizan diferentes operaciones mecánicas con la finalidad de hacer reticular el acabado (es el caso de las resinas) y para dar otro aspecto al cuero (es el caso de las ceras y de los aceites). De estas operaciones destacaremos:

- El prensado. Para obtener una flor lisa, reticular resinas, intensificar el color, etc.
- El satinado. Para satinar y hacer brillar los cueros.
- El abrillantado. Para alisar el grano de la flor y aumentar el brillo.
- El pulido. Para pulir el cuero.
- El cilindrado. Para dar compacidad al cuero.

El mismo Cantera, C. (2007), señala que existen multitud de tipos de acabado, en función del uso final del artículo. Se pueden realizar acabados basados en productos proteínicos o por el contrario, basados en resinas, llamados

termoplásticos. También se pueden hacer acabados respetando el color natural del cuero o aplicando un colorante que no cubra, y entonces será un acabado tipo pura anilina; o bien aplicando pigmentos con la intención de cubrir el cuero y tapar defectos de flor. Los casos citados se pueden considerar extremos dentro de la gran cantidad de tipos de acabados existentes. El trabajo que debe realizar un técnico en acabados es, a partir de la materia prima, que en nuestro caso es un cuero curtido, conseguir el acabado más adecuado a sus intereses. Una vez finalizado el acabado de la piel, esta se mide. Si la venta a realizar es por superficie, habitualmente las unidades serán pies cuadrados o decímetros cuadrados. Posteriormente se empaqueta. Si la venta se realiza por peso, las unidades van a ser kg y la operación es a la inversa, es decir, primero se empaqueta y luego se pesa. En este punto, el cuero está en condiciones de pasar del curtidor al cliente.

G. PRENSAS

Para <http://www.caltex.cl/es/content/ensayos.com>.(2015), la prensa es una máquina que se utiliza para comprimir. El término procede del catalán prensa y está vinculado a ejercer una presión o aplicar una fuerza. Existen distintos tipos de prensa de acuerdo al uso en cuestión. La prensa mecánica o prensadora es la máquina que, a través de un volante de inercia, acumula energía y la transmite por vía mecánica o neumática a un troquelo matriz. Estas prensas, por lo tanto, permiten realizar el proceso conocido como troquelación (la realización de agujeros en metales, plásticos, cartones u otros materiales). La prensa hidráulica, por otra parte, presenta un mecanismo con vasos comunicantes que son impulsados por pistones y que, a través de pequeñas fuerzas, permite conseguir otras mayores. La prensa rotativa o simplemente rotativa es una máquina de impresión en que aquello que imprime se curva sobre un cilindro y, por lo tanto, utiliza rollos continuos que le permite imprimir grandes cantidades con mucha velocidad.

Para <http://www.midebien.com>.(2015), la máquina utilizada para la mayoría de las operaciones de trabajo en frío y algunos en caliente, se conoce como prensa.

Consiste de un bastidor que sostiene una bancada y un ariete, una fuente de potencia, y un mecanismo para mover el ariete linealmente y en ángulos rectos con relación a la bancada. Una prensa debe estar equipada con matrices y punzones diseñados para ciertas operaciones específicas. La mayoría de operaciones de formado, punzonado y cizallado, se pueden efectuar en cualquier prensa normal si se usan matrices y punzones adecuados. Las prensas tienen capacidad para la producción rápida, puesto que el tiempo de operación es solamente el que necesita para una carrera del ariete, más el tiempo necesario para alimentar el material. Por consiguiente se pueden conservar bajos costos de producción.

Según [http://www.dialnet.uniroja.es/descarga/articulo.\(2015\)](http://www.dialnet.uniroja.es/descarga/articulo.(2015)), la prensa es una máquina herramienta que tiene como finalidad lograr la deformación permanente del material, mediante la aplicación de una carga. Para la producción en masa, las prensas son empleadas cada día en mayor número, sustituyendo a otras máquinas. Existe además la razón adicional de que con una buena operación y calidad de las prensas, se pueden obtener productos de mucha homogeneidad, con diferencias de acabado entre unas y otras piezas de 0.002" y aún menos. La acción de las prensas se lleva a cabo por medio de una herramienta que es impulsada a presión contra el material laminado. La herramienta puede ser maciza o hueca, afilada o sin filo y de formas variadas según el caso. Al estudiar el empleo de una prensa para una determinada producción, los factores principales que deben tenerse en cuenta son:

- Clase de operación por efectuarse, lo cual fija principalmente el tipo de prensa y su carrera, que debe ser lo más corta posible para evitar desgaste, pero suficientemente amplia para poder manejar libremente el material.
- Forma y tamaño del artículo que fijan las dimensiones de la mesa, claro, carrera, y si la prensa debe ser de acción sencilla, doble o triple. Material empleado en la fabricación del artículo. Determina la presión necesaria de la prensa, tamaño de la mesa, forma de alimentación y número de pasos.

- Producción horaria, determina la potencia de la prensa, su velocidad de trabajo y sistemas de alimentación.

1. Tipos de Prensas

En <http://www.tipos.co/tipos-de-prensas/#ixzz3cD8mi1BE>. (2012), se indica que dependiendo de la función que cumpla, del material del que esté conformada y de los materiales sobre los que pueda trabajar, por el mecanismo de conducción, se pueden clasificar en:

- **Mecánicas.** Este tipo de prensa efectúa un almacenamiento de fuerza que se irá aplicando dependiendo del uso y el ángulo que se realice. Es utilizada generalmente en máquinas para realizar troqueles y perforaciones, pueden ser manuales o automáticas, y funcionan sobre un punto muerto inferior, en donde se encuentra la matriz, y un brazo o punta que acciona sobre este con un golpe contundente realizando la perforación. Las prensas mecánicas son máquinas que acumulan energía mediante un volante de inercia y la transmite bien mecánicamente o neumáticamente a un troquel o matriz mediante un sistema de biela manivela. La fuerza generada por la prensa varía a lo largo de su recorrido en función del ángulo de aplicación de la fuerza. Cuanto más próximo esté el punto de aplicación al PMI mayor será la fuerza, siendo en este punto teóricamente infinita. Estas prensas se - 6 - emplean en operaciones de corte, estampación, doblado y embuticiones pequeñas. No son adecuadas para embuticiones profundas.
- **Hidráulicas.** Las prensas hidráulicas son producidas en varios tipos y tamaños. Debido a que pueden proveerse de casi ilimitada capacidad, la mayoría de las prensas más grandes son de este tipo. El uso de varios cilindros hidráulicos permite la aplicación de fuerzas en el martinete en varios puntos, y proveen de la fuerza y ritmo necesario al soporte de discos. Las prensas hidráulicas de alta velocidad proporcionan más de 600 golpes por minuto, y se utilizan para operaciones de corte de alta velocidad.

2. Clases de prensas

Para <http://www.publysoft.net/~wativos/pulsador.htm>.(2015), las clases de prensa más comúnmente usadas son:

a. Prensa Manual con Control de Fuerza-Desplazamiento

Estas prensas manuales son la solución económica a producciones medias. El diseño de estas prensas es el resultado directo de la experiencia en múltiples aplicaciones. Ofrecen fácil y rápida preparación, cambio de herramienta rápido y repetible, diseño ergonómico, la posición de la palanca puede variar 360°, precisión en el alineamiento. Así mismo brindan seguridad en el proceso en un rango de fuerzas de 0,4 a 12 N/cm², monitorización integrada de fuerza y distancia para evaluaciones de calidad, mecanismos de bloqueo de carrera, (gráfico 1).



Gráfico 1. Prensa Manual con Control de Fuerza-Desplazamiento.

b. Prensa de cremallera

Según <http://www.publysoft.net/~wativos/pulsador.htm>.(2015), la prensa de cremallera tiene un Rango de fuerzas de 1,6 a 2,5 N/cm². Con una fuerza

constante sobre toda la carrera de prensado, la primera elección para toda clase de procesos de prensado. Las prensas manuales son la solución económica a producciones de tiradas no muy largas. El diseño de estas prensas es el resultado directo de nuestra experiencia en múltiples aplicaciones, (gráfico 2).

Llevan el sello de calidad y precisión. Este tipo de prensa ofrece las siguientes ventajas:

- Flexibilidad.
- Fácil y rápida preparación.
- Cambio de herramienta rápido y repetible.
- Diseño ergonómico.
- La posición de la palanca puede variar 360.
- Versiones disponibles para mano derecha o izquierda.
- Precisión en el alineamiento.
- Menores de 0,05 mm (precisión en el husillo y taladros en la mesa).



Gráfico 2. Prensa de cremallera.

c. Prensa Manual de Rodillera

Para <http://www.publysoft.net/~watios/pulsador.htm>.(2015), la prensa manual de rodillera tiene un rango de fuerzas 2,5 a 22kN y 15 a 60 N/cm². Fuerza máxima

hacia el final de la carrera. Estas prensas que se ilustran en el gráfico 3, se ajustan a todas aquellas aplicaciones donde el material está siendo formado. Para fuertes cargas laterales estas prensas se pueden adquirir con husillo rectangular. Ofrecen:

- Flexibilidad.
- Diseño Ergonómico.
- Precisión en el alineamiento.
- Libre de mantenimiento.



Gráfico 3. Prensa Manual de Rodillera.

d. Prensa neumática

Para [http://www.mabisat.com/pdfs/victron.com.\(2015\)](http://www.mabisat.com/pdfs/victron.com.(2015)), las prensas de efecto directo tienen un rango de fuerzas 1,6 a 43 N/cm², opciones con diferentes cámaras de cilindros. Estas prensas son las más finas en el campo del ensamblaje. Un sistema modular compuesto de cilindros, tecnología neumática y de seguridad, permite operaciones bimanuales. Estas prensas con aprobación CE, que se ilustran en el gráfico 4, pueden ser integradas en líneas de producción completamente automáticas. Las prensas neumáticas ofrecen:

- Ajuste neumático y mecánico de:
- Carrera, fuerza, velocidad.

- Alta flexibilidad.
- Cambio de utillajes rápido y repetible.
- Ajuste rápido y repetible de carrera y altura.
- Precisión en la alineación.
- Menos de 0,05 mm gracias a la precisión en el husillo y los taladros de la sufridera.
- Precisión en el guiado del husillo.
- Bajos mantenimientos, niveles de ruido y consumo de aire.



Gráfico 4. Prensa Neumática.

e. Prensa Hidroneumática

Para <http://www.unicrom.com>.(2015), la prensa hidroneumática tiene un rango de fuerzas de 15 a 220 N/cm². Diseño en cuello de cisne o en pórtico, que se ilustran en la figura 5, las ventajas que ofrecen este tipo de prensadoras es:

- Flexibilidad en la conexión sobre la carrera de fuerza.
- Carrera de aproximación rápida.
- Husillo contacta con la pieza.
- Conexión automática de la carrera de fuerza independientemente de las tolerancias de la pieza.

- Ajuste neumático y mecánico de:
- Carrera, fuerza, velocidad.
- Alta flexibilidad.
- Cambio de utillajes rápido y repetible.
- Ajuste rápido y repetible de carrera y altura.
- Precisión en la alineación.
- Menos de 0,05 mm gracias a la precisión en el husillo y los taladros de la sufridera.
- Precisión en el guiado del husillo.



Gráfico 5. Prensa Hidroneumática.

I. AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Robert, M. (2012), manifiesta que la automatización industrial es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales. La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. La automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano, como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistema de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas

o procesos industriales. La parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son repetitividad, control de calidad más estrecho, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad y reducción de trabajo. Algunas desventajas son requerimientos de un gran capital, decremento severo en la flexibilidad, y un incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación.

1. Partes de un sistema automatizado

Bedford, A. y Wallace, F. (2014), señalan que un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- La Parte Operativa, es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores, y los captadores como fotodiodos, finales de carrera...etc.
- La Parte de Mando, suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

2. Objetivos de la Automatización

Para <http://www.amequipment.com>.(2015), los objetivos más importantes de la automatización son:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de la producción y mejorando la calidad de la misma.

- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

3. Tipos de automatización

Robert, L. (2012), manifiesta que existen cinco formas de automatizar en la industria moderna, de modo que se deberá analizar cada situación a fin de decidir correctamente el esquema más adecuado, entre los cuales tenemos:

- Control automático de procesos.
- El procesamiento electrónico de datos.
- La automatización fija.
- La automatización programable.
- La automatización flexible.

Robert, L. (2012), indica que el control automático de procesos, se refiere usualmente al manejo de procesos caracterizados de diversos tipos de cambios (generalmente químicos y físicos); un ejemplo de esto lo podría ser el proceso de refinación de petróleo.

- El proceso electrónico de datos: frecuentemente es relacionado con los sistemas de información, centros de cómputo, etc. Sin embargo en la actualidad también se considera dentro de esto la obtención, análisis y

registros de datos a través de interfaces y computadores.

- La automatización fija: Es aquella asociada al empleo de sistemas lógicos tales como: los sistemas de relevadores y compuertas lógicas; sin embargo estos sistemas se han ido flexibilizando al introducir algunos elementos de programación como en el caso de los (PLC'S) o Controladores Lógicos Programables. La automatización fija se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.
- La automatización programable: Se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a la variaciones de configuración del producto; ésta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).
- La automatización flexible: Es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora.

4. Componentes para automatizar un equipo

a. Contactor

Bedford, A. y Wallace F. (2014), señalan que es un interruptor accionado o gobernado a distancia por un electroimán, su principio de funcionamiento es la inducción electromagnética, que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan

pronto se energice la bobina. Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. En la ilustración del gráfico 6, se indica un contactor para una máquina prensadora.

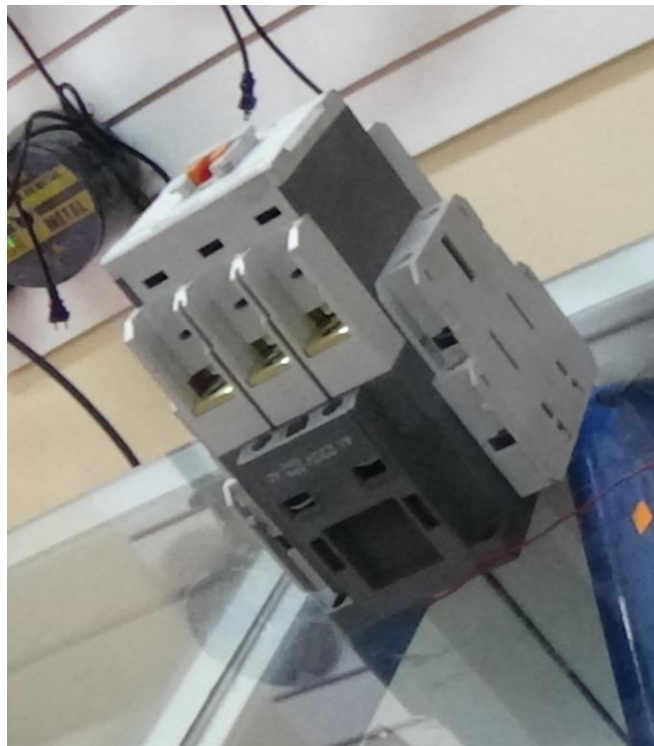


Gráfico 6. Contactor para una máquina prensadora.

Para <http://www.ecured.cu>.(2015), en su simbología aparecen con dos cifras donde la unidad indica:

- 1 y 2, contacto normalmente cerrados, NC.
- 3 y 4, contacto normalmente abiertos, NA.
- 5 y 6, contacto NC de apertura temporizada o de protección.
- 7 y 8, contacto NA de cierre temporizado o de protección.

En el cuadro 1, se indica los tipos de contactores que se utilizan para las máquinas prensadoras.

Cuadro 1. TIPOS DE CONTACTORES.

Tipo de Contactores	
Por su construcción	<p>Electromagnéticos Su accionamiento se realiza a través de un electroimán.</p> <p>Electromecánicos Se accionan con ayuda de medios mecánicos.</p> <p>Neumáticos Se accionan mediante la presión de aire.</p> <p>Hidráulicos Se accionan por la presión de aceite.</p> <p>Estáticos</p>
Por el tipo de corriente	<p>Para corriente alterna.</p> <p>Para corriente continua</p>

Fuente <http://www.ecured.cu>. (2015).

Para <http://www.monografias.com>.(2015), las aplicaciones de los contactores, en función de la categoría de servicio, son:

- AC1 ($\cos \varphi \geq 0,9$): cargas puramente resistivas para calefacción eléctrica.
- AC2 ($\cos \varphi = 0,6$): motores síncronos (de anillos rozantes) para mezcladoras, centrífugas.
- AC3 ($\cos \varphi = 0,3$): motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) en servicio continuo para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores.
- AC4 ($\cos \varphi = 0,3$): motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) en servicio intermitente para grúas, ascensores.

Para <http://www.midebien.com/Boletin/002/SistemadePrensamanual>(2015), las partes del contactor son:

- Carcasa.
- Electroimán.
- Bobina.
- Núcleo.

- Armadura.
- Contactos.

b. Temporizador

Según [http://www.google.es/imgres?imgurl.com.\(2015\)](http://www.google.es/imgres?imgurl.com.(2015)), un temporizador es un aparato mediante el cual, podemos regular la conexión o desconexión de un circuito eléctrico pasado un tiempo desde que se le dio dicha orden. El temporizador es un tipo de relé auxiliar, con la diferencia sobre estos, que sus contactos no cambian de posición instantáneamente, como se ilustra en el (gráfico 7).



Gráfico 7. Temporizador para una máquina prensadora.

Para [http://www.google.es/imgres?imgurl.com.\(2015\)](http://www.google.es/imgres?imgurl.com.(2015)), los temporizadores se pueden clasificar en:

- Térmicos.
- Neumáticos.
- De motor síncrono.
- Electrónicos.

Según [http://www.google.es/imgres?imgurl.com.\(2015\)](http://www.google.es/imgres?imgurl.com.(2015)), los temporizadores pueden trabajar a la conexión o a la desconexión.

- A la conexión: cuando el temporizador recibe tensión y pasa un tiempo hasta que conmuta los contactos.
- A la desconexión: cuando el temporizador deja de recibir tensión al cabo de un tiempo conmuta los contactos.

c. Breaker

Es un dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. Su expresión más sencilla consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante. Los contactos, normalmente separados, se unen para permitir que la corriente circule. El actuante es la parte móvil que en una de sus posiciones hace presión sobre los contactos para mantenerlos unidos (gráfico 8).

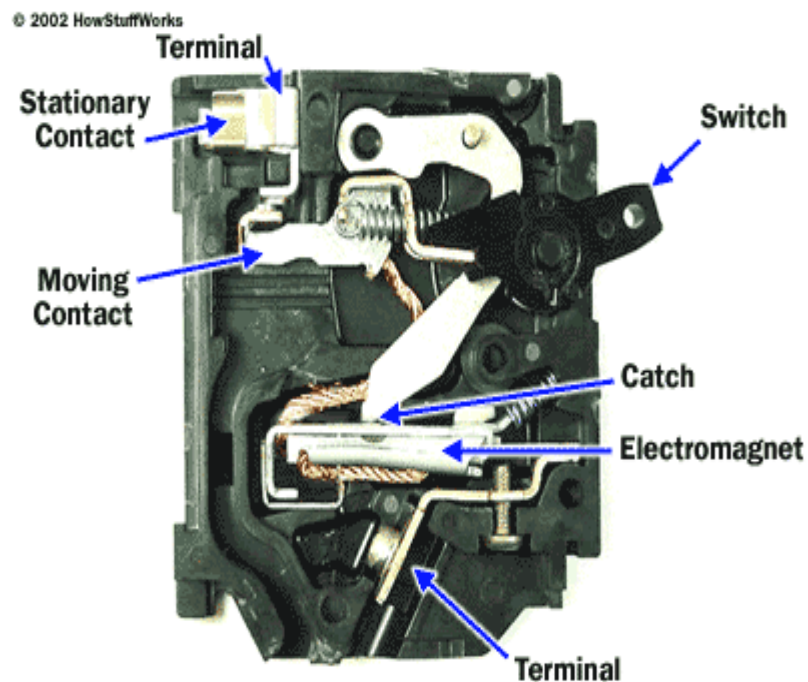


Gráfico 8. Breaker para una máquina prensadora.

d. Pulsador

Según <http://www.amequipment.com>.(2015), el pulsador es un elemento que permite el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado. Cuando ya

no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo. Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA. Consta del botón pulsador; una lámina conductora que establece contacto con los dos terminales al oprimir el botón y un muelle que hace recobrar a la lámina su posición primitiva al cesar la presión sobre el botón pulsador, como se muestra en el (gráfico 9).



Gráfico 9. Pulsador para una máquina prensadora.

Según <http://www.amequipment.com>.(2015), los diferentes tipos de pulsadores son:

- Basculante.
- Pulsador timbre.
- Con señalizador.
- Circular.
- Extraplano.

e. Puente de diodos

Robert, M. (2012), manifiesta que es un puente rectificador de cuatro diodos conectado en un circuito de puente, eso proporciona la misma polaridad del voltaje de la salida para cualquier polaridad del voltaje de entrada. Cuando está

utilizado en su uso más común, para la conversión de corriente alterna (CA) en corriente directa (CC), se conoce como puente rectificador. El puente rectificador proporciona rectificación de onda completa de una entrada de dos hilos de la CA. Esta es la configuración usualmente empleada para la obtención de corriente continua, en el gráfico 10, se ilustra el puente de diodos para una máquina prensadora.

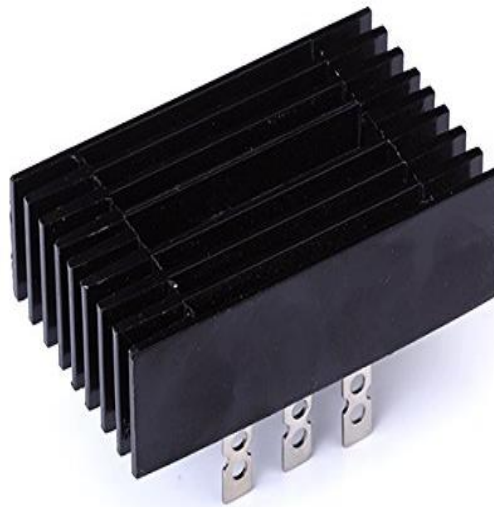


Gráfico10. Puente de diodos para una máquina prensadora.

f. Transformador

Para [http://www.mabisat.com/pdfs/victron.com.\(2015\)](http://www.mabisat.com/pdfs/victron.com.(2015)), el transformador es aquel dispositivo capaz de modificar alguna característica de la energía eléctrica y su principio estructural en dos bobinas con dos o más devanados o arrollamientos alrededor de un centro común llamado núcleo. El núcleo es el elemento encargado de acoplar magnéticamente los arrollamientos de las bobinas primaria y secundaria del transformador. Está construido superponiendo numerosas chapas de aleación acero – silicio, a fin de reducir las pérdidas por histéresis magnética y aumentar la resistividad del acero. Su espesor suele oscilar entre 0,30 y 0,50 mm. La forma más sencilla de construir el núcleo de un transformador es la que consta de tres columnas, las cuales se cierra por las partes superior e inferior con otras dos piezas llamadas yugo o culata. Los transformadores tienen la capacidad de transformar el voltaje y la corriente a niveles más altos o más bajos. No crean por supuesto, la energía a partir de la nada; por lo tanto, si un

transformador aumenta el voltaje de una señal, reduce su corriente; y si reduce el voltaje de la señal, eleva la corriente. En otras palabras, la energía que fluye a través de un transformador, no puede ser superior a la energía que haya entrado en el gráfico 11, se ilustra un transformador para una máquina prensadora.



Gráfico 11. Transformador para una máquina prensadora.

g . Compresor de aire (Motor de la máquina prensadora de cuero)

Según GARCIA, J. (1974), un compresor es una máquina cuya finalidad consiste en elevar la presión de un gas, un vapor o una mezcla de gases y vapores. Es, probablemente el equipo mecánico de empleo más universal de cuantos utilizan la técnica actual. Sus efectos se dejan sentir en los más variados escenarios, desde los fondos de los mares, donde proporcionará el aire respirable a buzos y hombres-rana hasta el espacio exterior.

Por el modo de realizar la elevación de la presión los compresores se agrupan en máquinas de desplazamiento efectivo y de fuerza viva. En las primeras el aire (u otro fluido gaseoso) es aprisionado de fuerza viva el aumento de presión se realizará por el efecto dinámico de la velocidad del fluido.

Mientras que esta última son de flujo axial y radial.

Las partes de que se compone una instalación de compresión de aire son las siguientes:

- Filtros de entrada de aire.
- Sistemas de refrigeración.
- Depósito de aire.
- Sistema de lubricación.
- Condensadores de vapor.
- Sistemas de control y seguridad.



Gráfico 12. Compresor de aire (Motor de la máquina prensadora de cuero).

h. Final de carrera

Robert, M. (2012) manifiesta que a diferencia de los detectores electrónicos y magnéticos, en general, este grupo de interruptores electro-mecánicos, se basa en los dispositivos con contactos físicos, que realizan la conexión o desconexión, a partir de accionamientos mecánicos, sin electrónica ni accionamientos magnéticos. Por su simplicidad, y generalmente por sus buenos resultados en aplicaciones normales, donde no se deban exigir condiciones especiales, como una elevada sensibilidad, una duración de vida muy elevada, u otras exigencias, frecuentes en los actuales dispositivos industriales de alto rendimiento. Los Interruptores Final de Carrera, se componen normalmente de:

- Una caja, permite aumentar el grado de protección contra la suciedad, el polvo, objetos extraños, humedad, etc. que podrían condicionar el buen funcionamiento de los contactos eléctricos.
- Un elemento de contacto (cámara de contacto).
- Un dispositivo mecánico de accionamiento. En el gráfico 13, se ilustra un sensor para medir el final de la carrera en una máquina prensadora.



Gráfico 13. Sensor para medir el final de la carrera en una máquina prensadora.

I. Sensor

Bedford, A. y Wallace F. (2014), mencionan que un sensor o captador, no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo:

- Temperatura.
- Intensidad lumínica.
- Distancia.
- Aceleración.
- Inclinación.
- Desplazamiento.

- Presión.
- Fuerza.
- Torsión.
- Humedad.
- pH, etc.

Robert, M. (2012), menciona que normalmente estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR, etc. todos aquellos componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Robert, L. (2012), señala que entre las características técnicas de un sensor destacan las siguientes:

- Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- Offset o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.
- Linealidad o correlación lineal.
- Sensibilidad de un sensor: relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.
- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.

- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
- Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

En la ilustración del gráfico 14, se aprecia un sensor utilizado en una máquina prensadora.



Gráfico 14. Sensor para una máquina prensadora.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de campo de la presente investigación estuvo conformado por las diferentes fases de construcción, instalación e implementación de un prototipo neumático para el prensado del cuero, el cual fue instalado en el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo a una altitud de 2754 msnm, el cual se encuentra en las coordenadas correspondientes a una longitud oeste de 78 ° 28 '00" y una latitud sur de 01 ° 38'. Los análisis físicos y sensoriales del cuero se realizaron en el mismo laboratorio. El tiempo de duración en la cual se tuvo lugar la investigación fue de 124 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

En la presente investigación se utilizaron 16 pieles bovinas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de la ciudad de Riobamba.

C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES

1. Materiales

- 16 pieles bovinas.
- Planchas de platina ASTM A 36.
- Tubo redondo y cuadrado.
- Gato neumático.
- Eje de acero.
- Temporizadores.
- Ángulos de acero.
- Electrodo 6011 (libra).
- Cable sólido número 10 y 16 (m).
- Sensor de temperatura.
- Breaker.
- Transformador.
- Pintura y brochas.
- Pernos.
- Lijas.
- Extensión.
- Grasa.
- Lima.

2. Equipos

- Suelda eléctrica.
- Fresadora.
- Esmeril.
- Pulidora.
- Taladro.
- Compresor.
- Amoladora.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la validación del funcionamiento del prototipo neumático para el prensado del cuero se utilizó una técnica de muestreo cuya población fueron la cantidad de pieles que se procesan en el laboratorio y se determinó 16 pieles como el tamaño de la muestra y luego se desarrolló una estadística descriptiva, sin considerarse ni tratamientos ni repeticiones.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

a. Mediciones físicas del cuero

- Resistencia a la tensión, (N/cm²).
- Porcentaje de elongación, (%).
- Diámetro, (mm) y humedad, (%).

b. Análisis sensoriales

- Flexibilidad, (puntos).
- Llenura, (puntos).
- Blandura, (puntos).

c. De la máquina prensadora del cuero

- Tiempo, (s).
- Presión, (Psi).
- Temperatura, (°C).

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

- Distribución de frecuencias.

- Media.
- Moda.
- Mediana.
- Desviación estándar.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El diseño y construcción del prototipo neumático para el prensado del cuero se realizó en las instalaciones de la mecánica Inca, mientras tanto que la instalación e implementación del equipo se efectuó en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, y se utilizó el siguiente procedimiento:

- Para la instalación del equipo previamente se realizó una evaluación de la planta de curtiembre a fin de determinar el área y la ubicación del prototipo neumático para prensar el cuero, para ello se dispuso de los servicios eléctricos y espacios necesarios para su normal funcionamiento.
- Posteriormente ya en las instalaciones de la mecánica Inca, se procedió a realizar el diseño de la máquina según los requerimientos antes planteados.
- Luego se armó la estructura metálica, y a esta se le colocó la placa lisa de hierro fundido; para llevar a cabo el movimiento ascendente y descendente del mecanismo se acopló una gata hidráulica.
- Se puso el conductor de energía (niquelina) entre el porta cliché y la unión para lograr el calentamiento por medio de transferencia de calor mediante conducción, el cual fue construido en aluminio para garantizar una adecuada transmisión de calor y se efectuó el correcto prensado del cuero.
- Se ubicó los dispositivos electromecánicos como finales de carrera en los puntos máximos y mínimos de desplazamiento del mecanismo, con la finalidad de evitar sobre esfuerzo del motor y evitar que éste se pueda quemar con el

uso. Fue necesario instalar un sensor de temperatura que controle los límites máximos y mínimos de calentamiento del cliché con la finalidad de obtener un perfecto acabado del estampado.

- A continuación se instaló el temporizador para regular el tiempo de prensado del sistema sobre el cuero acto seguido se colocó los contactores de los movimientos de la máquina.
- Posteriormente se instaló el transformador eléctrico, el cual regulaba el voltaje de 110 V a 220 V, además se instaló un breaker que opera como mando ON – OFF, del sistema de estampado.
- Se montó un pulsador para iniciar el proceso de prensado del cuero y así evitar cualquier tipo de incidente durante el transcurso de la operación, así como también, se acoplo la caja metálica a la máquina, una vez que estuvieron listas todas las conexiones eléctricas necesarias.
- Ya en el laboratorio de curtiembre se acopló la máquina en la base, la cual cumple la función de apoyo para todo el conjunto.
- Finalmente se realizó pruebas piloto de 16 pieles que requerían de prensado, posteriormente se realizó los diferentes análisis tanto físico como sensoriales del cuero, así como también la evaluación del equipo.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Pruebas sensoriales del cuero

a. Blandura

En todos los procesos de fabricación existen variaciones que pueden afectar la calidad final del producto sea este calzado, confección o marroquinería. En el caso de la industria del cuero al trabajar con productos químicos y materia prima

de diversas procedencias y calidades, estas variaciones se vuelven más subjetivas. De ahí nace la necesidad del control de calidad sobre todo sensorial, característica que define la aceptación por parte del consumidor para reducir al mínimo estas variaciones y obtener en el producto final los resultados deseados. Para determinar la blandura se palpó el cuero, repetidas veces y en toda la superficie evaluando su comportamiento al contacto con las yemas de los dedos y transmitir a la mano la sensación de liso, deslizante, cálido, etc.

b. Llenura

La llenura se valoró mediante un analista calificado, el cual primeramente visualizó, la superficie total del cuero para establecer las partes más y menos rellenas y por ende calificar la acción descompactante de las fibras de colágeno durante el prensado, esto es conocer que las fibras unidas que sufrieron retracción vuelvan a sus posiciones originales, a través de un traccionamiento mecánico, función principal del prensado.

c. Flexibilidad

La valoración de la flexibilidad se realizó tanto mediante una observación visual como una apreciación táctil sobre la capacidad que presentan los cueros al sufrir una deformación por el paso de la forma plana a la espacial al adoptar la forma del artículo que se confecciona por ejemplo el calzado, para lo cual debe presentar una flexibilidad superior que para vestimenta pero sin llegar al efecto acartonado que producirá molestias al usuario, presentando las calificaciones más altas aquellos cueros que a pesar de ser llenos, pudieron moldearse fácilmente.

2. Pruebas físicas del cuero

a. Resistencia a la tensión

El objetivo de esta prueba fue la determinación de la resistencia a la ruptura, que

se da al someter la probeta a un estiramiento que es aplicado lentamente, al efectuarse el estiramiento se da el rompimiento de las cadenas fibrosas del cuero, como se ilustra en el (gráfico 15).



Gráfico 15. Probetas de cuero.

En un ensayo de tensión la operación se realizó sujetando los extremos opuestos de la probeta y separándolos, la probeta se alargó en una dirección paralela a la carga aplicada, la probeta se colocó dentro de las mordazas tensoras y se debió cuidar que no se produzca un deslizamiento de la probeta porque de lo contrario los resultados serían erróneos, (gráfico 16).

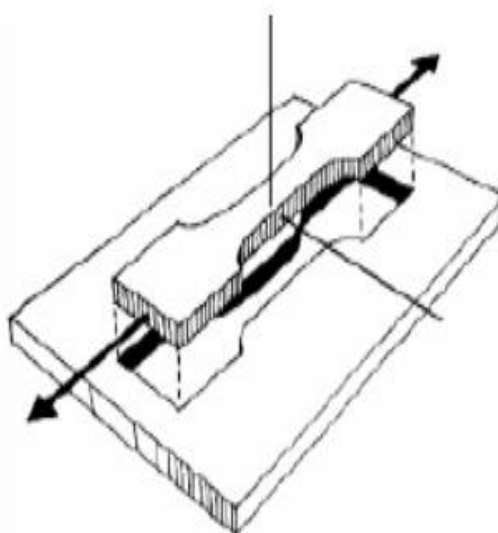


Gráfico 16. Mordazas para la sujeción del cuero.

La máquina que realiza el test estuvo diseñada para:

- Alargar la probeta a una velocidad constante y continua
- Registrar las fuerzas que se aplican y los alargamientos, que se observan en la probeta.
- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura o deformación permanente es decir rota, como se ilustra en el (gráfico 17).

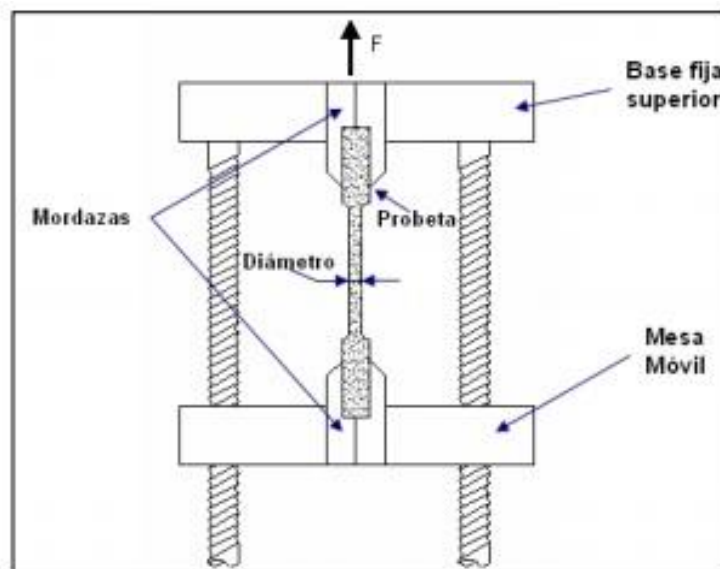


Gráfico 17. Esquema del equipo de medición de la resistencia del cuero.

La evaluación del ensayo se realizará tomando como referencia en este caso las normas IUP 6.

Test o ensayos	Método	Especificaciones	Fórmula
Resistencia a la tensión o tracción	IUP 6	Mínimo 150 N/cm ² Óptimo 200 N/cm ²	$T = \frac{\text{Lectura Máquina}}{\text{Espesor de Cuero} \times \text{Ancho (mm)}}$

Se procedió a calcular la resistencia a la tensión o tracción según la fórmula

detallada a continuación:

Fórmula

$$R_t = \frac{C}{A * E}$$

R_t = Resistencia a la Tensión o Tracción

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

A = Ancho de la probeta

E = Espesor de la probeta

b. Procedimiento

- Se debió tomar las medidas de la probeta (espesor) con el calibrador en tres posiciones, luego se tomó una medida promedio. Este dato sirvió para aplicar en la fórmula, cabe indicar que el espesor fue diferente según el tipo de cuero en el cual se realizó el test o ensayo, como se muestra en el (gráfico 18).



Gráfico 18. Equipo de medición del espesor del cuero.

- Se tomó las medidas de la probeta (ancho) con el Vernier, (gráfico 19).



Gráfico 19. Medición del ancho del cuero.

- Luego se colocó la probeta entre las mordazas tensoras, (gráfico 20).



Gráfico 20. Probeta sujeta a las mordazas.

- Posteriormente se encendió el equipo y se procedió a calibrarlo. A continuación se encendió el display (presionando los botones negros como se indica en la figura; luego se giró la perilla de color negro-rojo hasta encerrar por completo el display, (gráfico 21).



Gráfico 21. Comandos de inicio del equipo.

- Luego se debió poner en funcionamiento el tensiómetro de estiramiento presionando el botón de color verde como se indica, en el (gráfico 22).



Gráfico 22. Funcionamiento de tensiómetro.

- Finalmente se registró el dato obtenido y se aplicó la fórmula antes indicada.

3. Porcentaje de elongación

El ensayo del porcentaje de elongación a la ruptura se utilizó para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La elongación es particularmente necesaria en los cosidos, en los ojales, y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión. Las normas y directrices de calidad de la mayor parte de curtidos especifican el cumplimiento de unos valores mínimos del porcentaje de elongación. La característica esencial del ensayo es que a diferencia de la tracción, la fuerza aplicada a la probeta se reparte por el entramado fibroso del cuero a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. El ensayo es más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que éste se encuentra sometido a esfuerzos múltiples en todas las direcciones. Existen varios procedimientos para medir este porcentaje pero el más utilizado es el método IUP 40 llamado desgarró de doble filo, conocido también como método Baumann, en el que se mide la fuerza media de desgarró y en IUP 44 se mide la fuerza en el instante en que comienza el desgarró.

- Se cortó una ranura en la probeta, los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introdujeron en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas estuvieron fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaron a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarró del cuero hasta su ruptura total.
- La resistencia a la elongación se expresó en términos relativos, como el cociente entre la fuerza máxima y el espesor de la probeta, en N/mm, aunque a efectos prácticos resultó más útil la expresión de la fuerza en términos absolutos, N/cm².

a. Humedad y diámetro

La determinación de la cantidad de humedad perdida y el grado de compactación (diámetro) son las dos principales condiciones del cuero que fluctúan por la aplicación de la etapa de prensado, las cuales son: Función de la temperatura, presión y tiempo del prensado. Para poder verificar la correcta operación de la máquina prensadora del cuero se determinó la cantidad de humedad perdida y el grado de compactación del cuero.

Para el primer caso se pesó los cueros antes de que se produjera el prensado y posterior al mismo para conocer, por medio de la diferencia en los pesos, la cantidad de humedad que perdió el cuero producto del prensado. Para determinar el grado de compactación se diferencié el diámetro de los cueros antes y después de ser prensados.

4. De la máquina prensadora de cueros

a. Tiempo

La variable del tiempo se la valoró en segundos de prensado; y, se midió los segundos que se tardó la máquina en obtener una superficie de flor lisa y compacta que hizo disminuir la absorción del cuero, así como el grabado de los poros de la plancha.

b. Presión

La presión del aire que movió el émbolo hacia arriba y hacia abajo, se midió en atmósferas, de acuerdo a que la placa superior fija caliente y a la presión necesaria que fue utilizada para obtener la superficie de la flor lisa y compacta o grabado con el negativo en un poro determinado. El prensado proporcionó al cuero una cierta flexibilidad que permitió absorber las pequeñas irregularidades del grueso del cuero.

c. Temperatura

La prensa está conformada por dos placas, la superior que es fija y la inferior que es móvil; en la parte superior fija se acopló una placa pulida y lisa. Esta zona llevó un sistema de calefacción a base de resistencias eléctricas (va de 0 a 600 °C) y un termostato para controlar la temperatura de la placa fija, donde se midió la temperatura, en grados centígrados. El grado de grabado de la superficie de la flor del cuero en la prensa neumática fue medido a través de la combinación de presión en atmósferas, temperatura en grados centígrados y tiempo en segundos de prensado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. CÁLCULOS DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA PRENSADORA DE CUERO

1. Cálculo de la presión ejercida sobre el cuero

Para determinar la presión que se aplica al cuero en cada proceso de prensado se partió de la siguiente ecuación:

$$P_{cuero} = \frac{A_{\acute{e}mbolo} * P_{man\acute{o}metro}}{A_{placas}}$$

Donde:

P_{cuero} = presión aplicada sobre el cuero por la máquina

$A_{\acute{e}mbolo}$ = sección del embolo de trasmisión de presión

A_{placas} = área de las placas de prensado

a. Determinación de la sección del émbolo

Conociendo la geometría cilíndrica del émbolo de trasmisión de presión se determinó el área de la sección del mismo de la presión se calculó en base a la siguiente ecuación:

$$A_e = \pi r_e^2$$

Donde:

A_e = área de cada émbolo

r_e = radio del émbolo

Conociendo que el diámetro del émbolo de trasmisión de la presión es igual a:

$$D_e = \frac{r_e}{2}$$

Mediante reemplazos se obtuvo que la sección del cada émbolo de transmisión de presión era igual a:

$$A_e = \frac{\pi D_e^2}{4}$$

En base a las dimensiones de la máquina para prensado, detalladas en el gráfico 1, se determinó que el área del émbolo era igual a:

$$A_e = \frac{\pi D_e^2}{4}$$

$$A_e = \frac{\pi(200 \text{ mm})^2}{4}$$

$$A_e = 31415,92 \text{ mm}^2$$

En vista que la máquina dispone de dos émbolos para la transmisión de la presión desde el sistema de electroválvulas hasta las placas de prensado, la sección total se determinó en base a la siguiente ecuación:

$$A_{\text{émbolo}} = A_e * 2$$

$$A_{\text{émbolo}} = 31415,92 \text{ mm}^2 * 2$$

$$A_{\text{émbolo}} = 62831,85 \text{ mm}^2$$

b. Determinación del área de las placas de prensado

Para el cálculo del área de las placas de prensado se partió de la siguiente ecuación:

$$A_{placas} = l_p * b_p$$

Donde:

l_p = largo de las placas de prensado

b_p = base de las placas de prensado

Conociendo las dimensiones de la base y el largo de las placas de prensado se determinó el área de las placas:

$$A_{placas} = l_p * b_p$$

$$A_{placas} = 800 \text{ mm} * 500 \text{ mm}$$

$$A_{placas} = 400000 \text{ mm}^2$$

c. Determinación del manómetro

En la validación de la máquina para prensado se utilizó 3 diferentes presiones, las cuales fueron medidas mediante un manómetro situado después de las electroválvulas con relación a la trayectoria del tubo de aire, las cuales fueron iguales a 120; 130; y 140 Psi. (Pounds-force per square inch).

2. Cálculo de la presión ejercida sobre el cuero con una presión del manómetro igual a 120 Psi (pounds-force per square inch)

Conociendo el área de las placas de prensado y el área de los émbolos de transmisión de la presión se determinó la presión ejercida sobre el cuero en base al siguiente cálculo:

$$P_{cuero_{120\text{ Psi}}} = \frac{A_{\text{émbolo}} * P_{\text{manómetro}}}{A_{\text{placas}}}$$

$$P_{cuero_{120\text{ Psi}}} = \frac{62831,85\text{ mm}^2 * 120\text{ Psi}}{400000\text{ mm}^2}$$

$$P_{cuero_{120\text{ Psi}}} = 18,84\text{ Psi}$$

En vista a que la presión calculada se refiere a la presión manométrica para determinar la presión total se aplicó la siguiente relación matemática:

$$P_{total\ 120\text{ Psi}} = P_{cuero\ 120\text{ Psi}} + P_{atmosférica}$$

Donde:

$P_{total_{120\text{ Psi}}}$ = presión total aplicada al cuero en el prensado

$P_{atmosférica}$ = presión atmosférica

Conociendo que la presión atmosférica era igual a 14,50 Psi la presión total del cuero se determinó en base al siguiente cálculo:

$$P_{total_{120\text{ Psi}}} = P_{cuero_{120\text{ Psi}}} + P_{atmosférica}$$

$$P_{total_{120\text{ Psi}}} = 18,84\text{ Psi} + 14,50\text{ Psi}$$

$$P_{total_{120\text{ Psi}}} = 33,34\text{ Psi}$$

En el gráfico 23, se ilustra el plano estructural de la máquina prensadora de cuero.

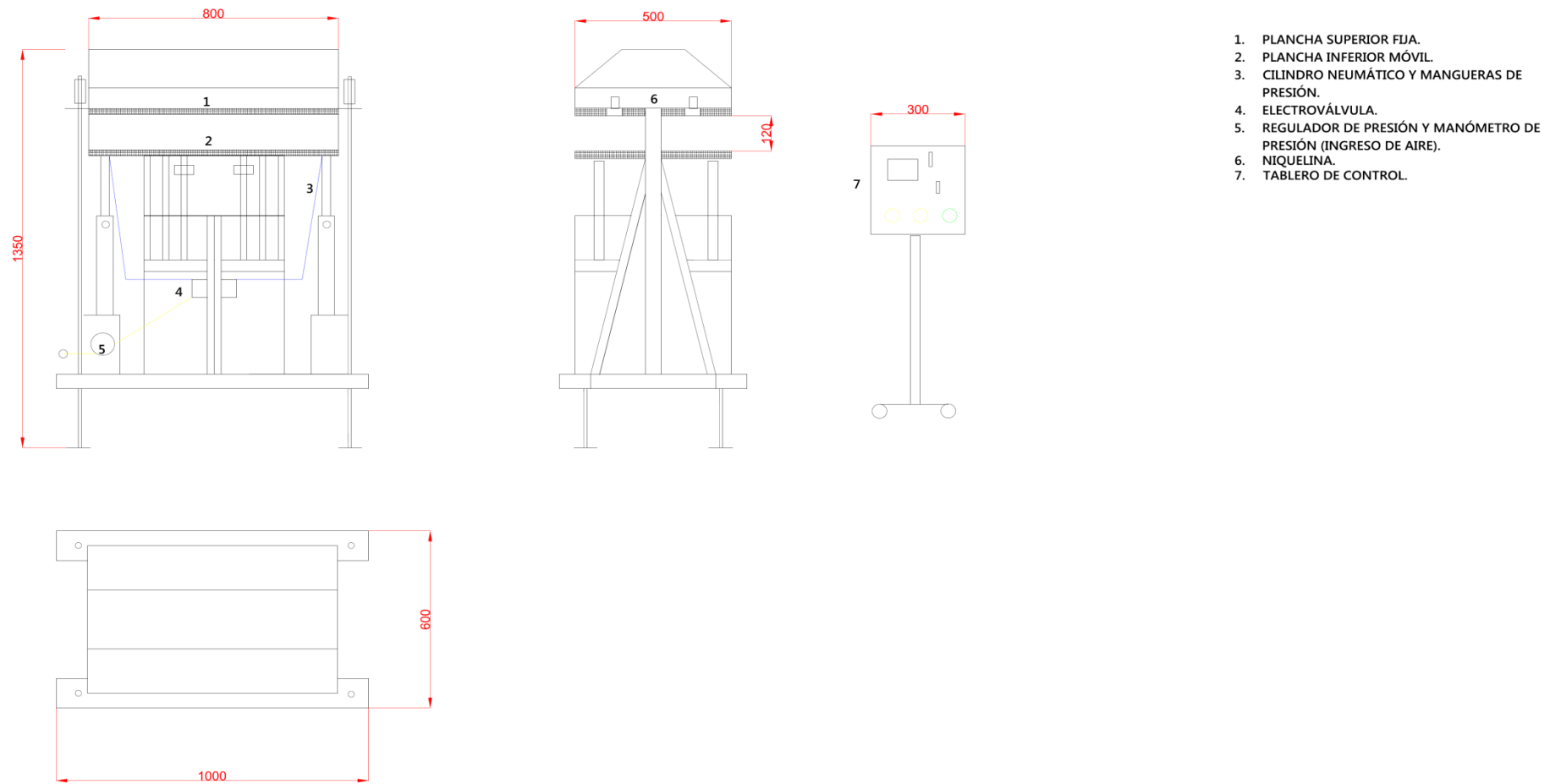


Gráfico 23. Plano estructural de la máquina prensadora de cuero.

3. Cálculo de la presión ejercida sobre el cuero con una presión del manómetro igual a 130 Psi

Conociendo el área de las placas de prensado y el área de los émbolos de transmisión de la presión se determinó la presión ejercida sobre el cuero en base al siguiente cálculo:

$$P_{\text{cuero}_{130 \text{ Psi}}} = \frac{A_{\text{émbolo}} * P_{\text{manómetro}}}{A_{\text{placas}}}$$

$$P_{\text{cuero}_{130 \text{ Psi}}} = \frac{62831,85 \text{ mm}^2 * 130 \text{ Psi}}{400000 \text{ mm}^2}$$

$$P_{\text{cuero}_{130 \text{ Psi}}} = 20,42 \text{ Psi}$$

En vista a que la presión calculada se refiere a la presión manométrica para determinar la presión total se aplicó la siguiente relación matemática:

$$P_{\text{total}_{130 \text{ Psi}}} = P_{\text{cuero}_{130 \text{ Psi}}} + P_{\text{atmosférica}}$$

Donde:

$P_{\text{total}_{130 \text{ Psi}}}$ = presión total aplicada al cuero en el prensado

$P_{\text{atmosférica}}$ = presión atmosférica

Conociendo que la presión atmosférica era igual a 14,50 Psi la presión total del cuero se determinó en base al siguiente cálculo:

$$P_{\text{total}_{130 \text{ Psi}}} = P_{\text{cuero}_{130 \text{ Psi}}} + P_{\text{atmosférica}}$$

$$P_{\text{total}_{130 \text{ Psi}}} = 20,42 \text{ Psi} + 14,50 \text{ Psi}$$

$$P_{\text{total}_{130 \text{ Psi}}} = 34,92 \text{ Psi}$$

4. Cálculo de la presión ejercida sobre el cuero con una presión del manómetro igual a 140 Psi

Conociendo el área de las placas de prensado y el área de los émbolos de transmisión de la presión se determinó la presión ejercida sobre el cuero en base al siguiente cálculo:

$$P_{cuero\ 140\ Psi} = \frac{A_{\text{émbolo}} * P_{\text{manómetro}}}{A_{\text{placas}}}$$

$$P_{cuero\ 140\ Psi} = \frac{62831,85\ mm^2 * 140\ Psi}{400000\ mm^2}$$

$$P_{cuero\ 140\ Psi} = 21,99\ Psi$$

En vista a que la presión calculada se refiere a la presión manométrica para determinar la presión total se aplicó la siguiente relación matemática:

$$P_{total\ 140\ Psi} = P_{cuero\ 130\ Psi} + P_{atmosférica}$$

Donde:

$P_{total\ 140\ Psi}$ = presión total aplicada al cuero en el prensado

$P_{atmosférica}$ = presión atmosférica

Conociendo que la presión atmosférica era igual a 14,50 Psi la presión total del cuero se determinó en base al siguiente cálculo:

$$P_{total\ 140\ Psi} = P_{cuero\ 140\ Psi} + P_{atmosférica}$$

$$P_{total\ 140\ Psi} = 21,99\ Psi + 14,50\ Psi$$

$$P_{total\ 140\ Psi} = 36,49\ Psi$$

5. Cálculo de la eficiencia del equipo en base a las respuestas de los análisis sensoriales.

La etapa correspondiente al prensado del cuero es principalmente ejecutada para modificar las condiciones sensoriales del mismo frente a la mejora en las resistencias físicas, es por ello que con el prensado se busca mejorar al máximo la blandura, flexibilidad y llenura, es por ello que para la determinación de la eficiencia se comparó los datos obtenidos en la valoración de las características sensoriales de los cueros al cromo y vegetal tratados en la máquina prensadora frente a los valores máximos que se podrían alcanzar en dichas mediciones de la calidad del cuero. Para la determinación de la eficiencia se aplicó la siguiente fórmula:

$$\varepsilon = 1 - \frac{VALOR ESPERADO - VALOR OBTENIDO}{VALOR ESPERADO} * 100$$

$$\varepsilon = 1 - \frac{5.00 - 4.39}{5.00} * 100$$

$$\varepsilon = 87.78 \%$$

Donde:

ε = eficiencia del equipo en porcentaje

VALOR ESPERADO = valor máximo de cada medición sensorial

VALOR OBTENIDO = valor reportado en la medición sensorial

Al aplicar la fórmula a la variable llenura (más representativa) realizando un promedio entre los valores obtenidos de los cueros curtidos al cromo y los cueros curtidos al vegetal se obtuvo el valor de la eficiencia promedio de la máquina prensadora de cuero, como se detalla en el (cuadro 3).

Cuadro 3. CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE LA MÁQUINA PRENSADORA DE CUERO.

CÁLCULO	VARIABLE		
	LLENURA		PROMEDIO
	Cromo	Vegetal	
Media (valor obtenido)	4,44	4,33	
Valor esperado	5,00	5,00	
Eficiencia	88,89	86,67	87,78

Al comparar los valores de la llenura de los cueros al cromo tratados con la máquina prensadora con los valores reportados por Pilamunga, E. (2015), quien analizó una curtición mixta de Granofin F90 más tres diferentes niveles de *Caesalpinia Spinosa* (Tara), se evidenció que los cueros de la presente investigación presentaron una mayor llenura (4,44 puntos), frente a los valores reportados por el autor citado (4,02 puntos), es decir, que al aplicar la etapa del prensado con la máquina objeto de estudio de la presente investigación, cuya eficiencia es igual al 87,78 %; se obtienen productos (cuero terminado) de mayor calidad y con una mayor aceptación por parte de los usuarios.

B. RESULTADO DE LAS MEDICIONES FÍSICAS DEL CUERO CURTIDO AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADO EN LA MÁQUINA PRENSADORA

1. Resistencia a la tensión

En la medición de la resistencia a la tensión de los cueros al cromo y al vegetal prensados con la máquina objeto de la presente investigación se evidenció que al utilizar una curtición bajo un sistema al cromo se obtienen cueros con una mayor resistencia a la tensión frente a la aplicación de un sistema de curtición al vegetal, en vista a que los cueros obtenidos con cromo presentaron una resistencia a la

tensión promedio igual a 171,34 N/cm², en tanto que los cueros procesados con extractos vegetales registraron un valor promedio igual a 141,06 N/cm² para la presente variable física, como se muestra en el (cuadro 4).

Cuadro 4. RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LOS CUEROS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADOS EN LA MÁQUINA PRENSADORA.

Estadístico	Cueros al Cromo	Cueros al Vegetal
Media	171,34	141,09
Error típico	19,13	7,71
Mediana	159,38	137,50
Moda	#N/A	#N/A
Desviación estándar	57,38	23,13
Varianza de la muestra	3292,12	534,80
Curtosis	-1,16	-0,29
Coefficiente de asimetría	0,45	0,85
Rango	162,26	65,34
Mínimo	99,17	113,13
Máximo	261,43	178,46
Suma	1542,10	1269,82
Cuenta	9,00	9,00

Los resultados obtenidos correspondientes a la resistencia a la tensión guardan relación con lo mencionado por Morera, M. (2003), quien señala que el proceso de prensado tiene como principal finalidad compactar al cuero, mejorar las condiciones superficiales de la flor y reducir el calibre. En casi todas las aplicaciones de acabado del cuero se plancha más de una vez, ya sea de forma manual o bien utilizando diversos tipos de máquinas automatizadas. Las principales máquinas de planchar son las prensas de placas planas, las de rodillo y las prensas tipo altera. La finalidad de la operación de prensado es obtener una superficie de flor lisa y compacta que haga disminuir la absorción del cuero.

Al compactarse el cuero disminuye de espesor, y puede en algunos casos perder la resistencia a la tensión. La operación se realiza aplicando presión y calor sobre el lado de flor de la piel. Las máquinas de planchar para el cuero vacuno o de otras especies como puede ser ovinas, caprinas y especies menores están constituidas fundamentalmente por dos rodillos de gran tamaño que pueden someterse a presión hidráulica el uno hacia el otro.

Al reducir el calibre del cuero se logra un incremento en la densidad del mismo, es decir, que al comparar un cuero prensado frente a un cuero no prensado se evidencia que en el primer caso el cuero tiene una mayor cantidad de fibras del complejo curtiente-colágeno por cada centímetro cuadrado de superficie y milímetro de espesor frente a los cueros del segundo caso. Con la compactación del cuero (aumento de la densidad), por medio del prensado se logra el incremento de la resistencia a la tensión, en vista a que al existir una mayor cantidad de fibras en un mismo volumen se logra una mejor distribución de las fuerzas de tensión y por ende una mayor resistencia. Las moléculas de los curtientes de cromo son de menor tamaño frente a las moléculas de los curtientes vegetales, por lo que las fibras del complejo cromo-colágeno presentan un menor volumen frente a las fibras del complejo curtiente vegetal-colágeno y por ende en el prensado se logra una mayor compactación del cuero curtido al vegetal, lo que se deriva en un mayor resistencia a la tensión, (gráfico 24).

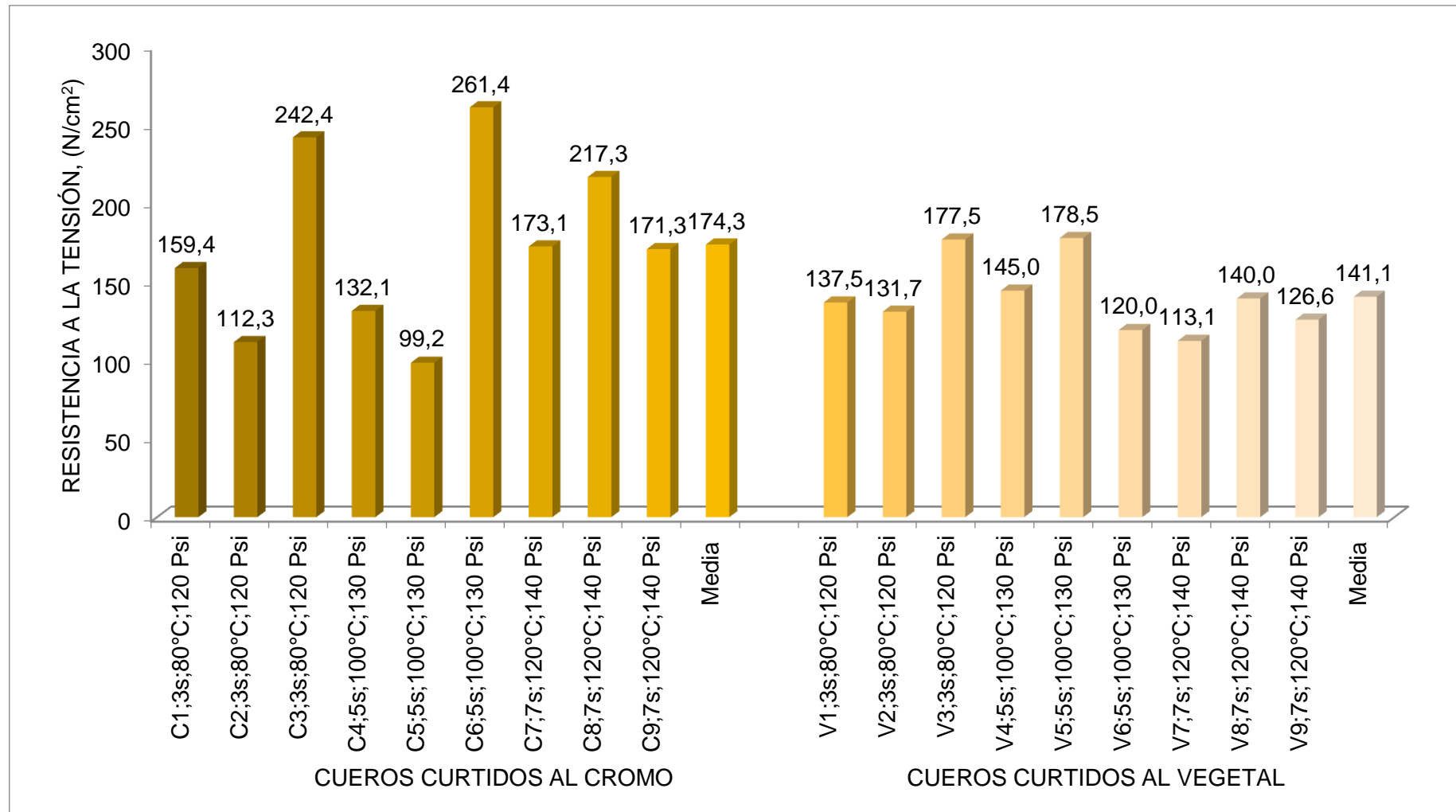


Gráfico 24. Resistencia a la tensión de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en la máquina prensadora.

2. Porcentaje de elongación

Al valorar el porcentaje de elongación de los cueros al cromo y al vegetal prensados con la máquina objeto de la presente investigación se evidenció que al utilizar una curtición bajo un sistema al vegetal se obtienen cueros con un mayor porcentaje de elongación frente a la aplicación de un sistema de curtición al cromo, en vista a que los cueros obtenidos con extractos vegetales presentaron un porcentaje de elongación promedio igual a 80,83%; en tanto que los cueros procesados con sales de cromo registraron un valor promedio igual a 72,19% para la presente variable de valoración de la resistencia física, como se muestra en el (cuadro 5).

De acuerdo a los resultados expuestos del porcentaje de elongación se afirma que al utilizar una curtición al cromo se obtuvieron mejores repuestas al porcentaje de elongación en las pieles, que al ser comparadas con las exigencias de calidad de la Asociación Española del cuero, que en su norma técnica IUP 6 (2002), infiere un rango de elongación de 40 a 80%, se aprecia que se cumple con esta exigencia de calidad es decir que el cuero es muy flexible, suave y resistente y puede fácilmente amoldarse al artículo que se confecciona, especialmente si es una chaqueta que entrara en contacto directo con la piel del usuario y si no es moldeable y cuando se utiliza para calzado no ocasionará molestias al usuario por ser una prenda que tiene un uso prolongado y en condiciones muchas veces complejas.

Sin embargo es necesario considerar que el prensado del cuero confiere al material de la elongación necesaria para alargarse sin perder su forma al regresar a su estado inicial, que muchas veces ocasiona el envejecimiento prematuro del cuero. Las capas del acabado que se aplican al cuero como fase final deb ser formuladas con productos que proporcionen propiedades insuperables para que la fibras de colágeno se vuelvan más elásticas y su alarguen fácilmente regresando a su longitud inicial después de aplicada la fuerza, es decir produce un adecuado porcentaje de elongación.

Cuadro 5. PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LOS CUEROS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADOS EN LA MÁQUINA PENSADORA.

Estadístico	Cueros al Cromo	Cueros al Vegetal
Media	72,19	80,83
Error típico	3,97	5,35
Mediana	72,34	77,50
Moda	#N/A	#N/A
Desviación estándar	12,55	16,06
Varianza de la muestra	157,55	257,81
Curtosis	-0,95	-1,25
Coefficiente de asimetría	-0,16	0,45
Rango	37,50	42,50
Mínimo	52,50	62,50
Máximo	90,00	105,00
Suma	721,88	727,50

Los resultados obtenidos correspondientes al porcentaje de elongación concuerdan con lo mencionado por Soler, J. (2004), quien señala que al realizar el prensado en los cueros se consigue la compactación de los mismos, lográndose que adquieran una mayor resistencia a los esfuerzos físicos, en vista a que las fibras se encuentran más próximas entre si y los espacios interfibrilares disminuyen, no obstante, por el efecto de la presión y temperatura aplicada en el prensado se pierde parte de la humedad de los cueros y grasas volátiles, por lo que las fibras pierden elasticidad. Es decir que el incremento esperado en la resistencia a la tensión de los cueros prensados deriva en una inevitable pérdida de la elasticidad de las fibras, lo que se traduce en un decrecimiento del porcentaje de elongación (capacidad que presentan los cueros para incrementar su longitud producto de fuerzas de tensión unidireccionales antes de presentar rupturas). Es por ello que los cueros al cromo, a pesar de presentar una mayor resistencia a la tensión, registran un menor porcentaje de elongación frente a los cueros curtidos al vegetal posterior a la etapa de prensado, (gráfico 25).

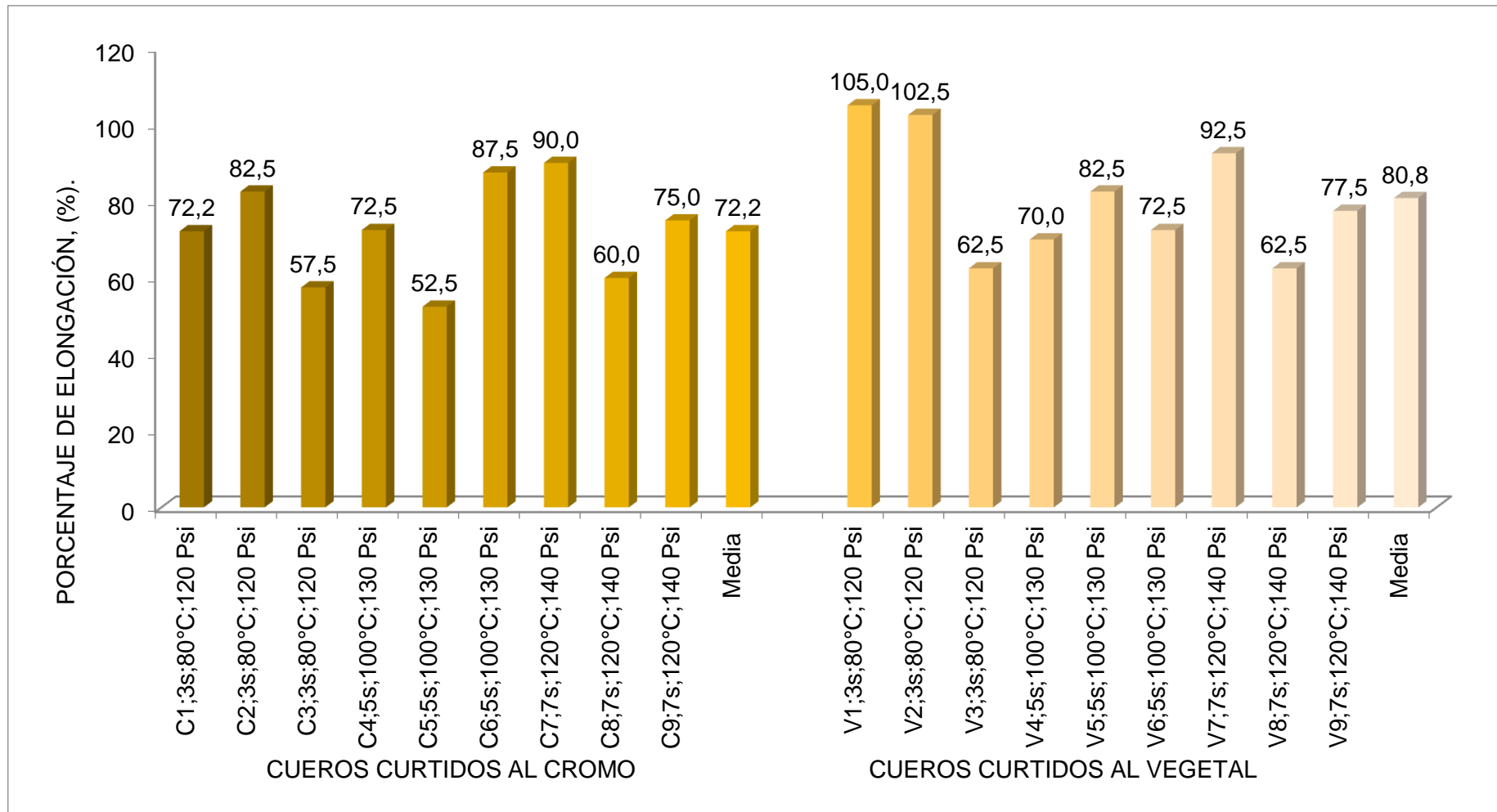


Gráfico 25. Porcentaje de elongación de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en la máquina prensadora.

C. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS SENSORIALES DE LOS CUEROS CURTIDOS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADO EN LA MÁQUINA PRENSADORA

1. Blandura

En la valoración de la blandura de los cueros al cromo y al vegetal prensados con la máquina objeto de la presente investigación se evidenció que al utilizar una curtición bajo un sistema al cromo se obtienen cueros con una calificación mayor referente a la blandura frente a la aplicación de un sistema de curtición al vegetal, en vista a que los cueros obtenidos con sales de cromo presentaron una blandura promedio igual a 4,44 puntos; en tanto que los cueros procesados con extractos vegetales registraron un valor promedio en la medición de la blandura igual a 3,89 puntos, como se muestra en el (gráfico 26 y cuadro 6).

Cuadro 6. BLANDURA DE LOS CUEROS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADOS EN LA MÁQUINA PRENSADORA.

Estadístico	Cueros al cromo	Cueros al vegetal
Media	4,44	3,89
Error típico	0,18	0,20
Mediana	4,00	4,00
Moda	4,00	4,00
Desviación estándar	0,53	0,60
Varianza de la muestra	0,28	0,36
Curtosis	-2,57	1,13
Coefficiente de asimetría	0,27	-0,02
Rango	1,00	2,00
Mínimo	4,00	3,00
Máximo	5,00	5,00
Suma	40,00	35,00
Cuenta	9,00	9,00

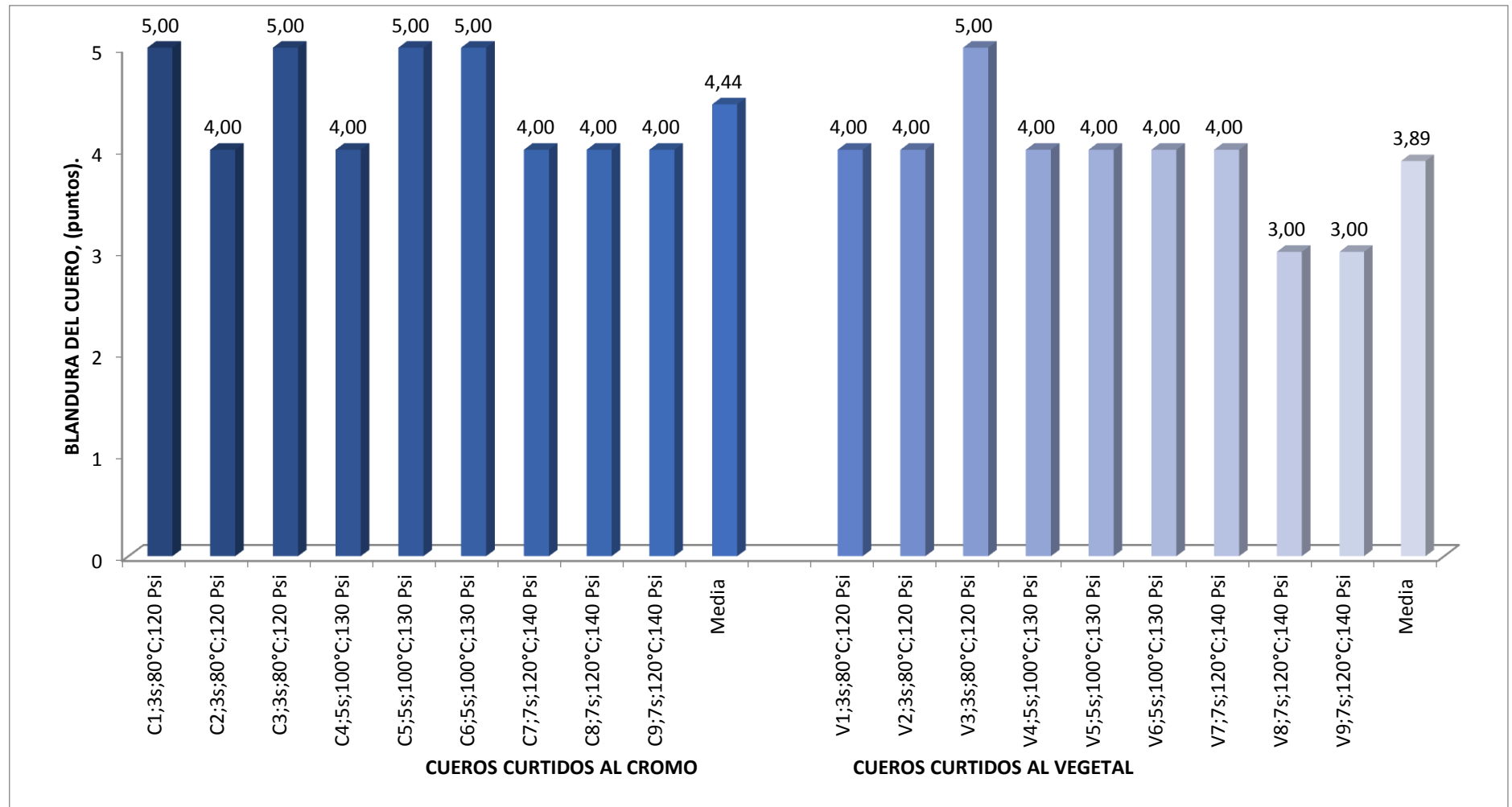


Gráfico 26. Blandura de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en la máquina prensadora.

Los resultados obtenidos referentes a la valoración de la blandura guardan relación con lo mencionado por Morera, M. (2003), quien señala que al aplicar el prensado al cuero se genera la pérdida de humedad y material volátil (principalmente grasas y aceites livianos) debido al incremento de la temperatura. El cromo al ser un curtiente de peso molecular relativamente bajo permite que dentro una mayor penetración y almacenamiento de agua y materiales de recurtido (grasas y aceites para ablandamiento) frente a los cueros vegetales, ya que los últimos son curtientes de mayor tamaño molecular.

Al existir una mayor capacidad de retención de los agentes de ablandamiento en el cuero al cromo frente a los cueros al vegetal cuando se produce el prensado y la inevitable pérdida de los componentes volátiles la cantidad de dichos agentes de ablandamiento será mayor en el caso de los cueros curtidos al cromo frente a los cueros curtidos al vegetal, en vista a que a pesar de que sufran la misma pérdida de materiales por el calentamiento la supremacía inicial de los agentes de ablandamiento en los cueros al cromo frente a los cueros al vegetal se mantendrá, lo que se traduce en la obtención de cueros más blandos al tacto.

2. Flexibilidad

En la medición de la flexibilidad de los cueros al cromo y al vegetal prensados con la máquina objeto de la presente investigación se visualizó que al utilizar una curtición bajo un sistema al cromo se obtienen cueros con una mayor puntuación referente a la flexibilidad frente a la aplicación de un sistema de curtición al vegetal, en vista a que los cueros obtenidos con cromo presentaron una flexibilidad promedio igual a 4 puntos, en tanto que los cueros procesados con extractos vegetales registraron un valor promedio igual a 3,89 puntos para la presente variable sensorial, como se muestra en el (cuadro 7).

La flexibilidad guarda estrecha relación con la blandura, en vista a que si los cueros presentan una blandura elevada la flexibilidad de los mismos será mayor por la facilidad con que adaptan su forma bajo la aplicación de esfuerzos multidireccionales generados con el tacto.

La tendencia de que presentan los resultados de la valoración de la flexibilidad guarda estrecha relación con lo mencionado por Morera, M. (2003), quien señala que al realizar el prensado de los cueros los mismos presentan un ligero acartonamiento (incremento de la rigidez y decrecimiento de la blandura) en vista a que, por el calor y presión al que es sometido el cuero, se pierden materiales que aportan a la blandura del cuero, como son el agua y grasas aplicadas en el recurtido. Dicho acartonamiento es más notorio en el caso de los cueros curtidos al vegetal en vista a que las moléculas del curtiente son de gran tamaño lo que produce dificultad en la penetración y fijación de agentes de ablandamiento, condición que se agudiza por la pérdida del agua y grasas en el prensado.

Cuadro 7. FLEXIBILIDAD DE LOS CUEROS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADOS EN LA MÁQUINA PENSADORA.

Estadístico	Cueros al cromo	Cueros al vegetal
Media	4,00	3,89
Error típico	0,17	0,20
Mediana	4,00	4,00
Moda	4,00	4,00
Desviación estándar	0,50	0,60
Varianza de la muestra	0,25	0,36
Curtosis	4,00	1,13
Coficiente de asimetría	0,00	-0,02
Rango	2,00	2,00
Mínimo	3,00	3,00
Máximo	5,00	5,00
Suma	36,00	35,00
Cuenta	9,00	9,00

En el gráfico 27, se ilustra la Flexibilidad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en la máquina prensadora.

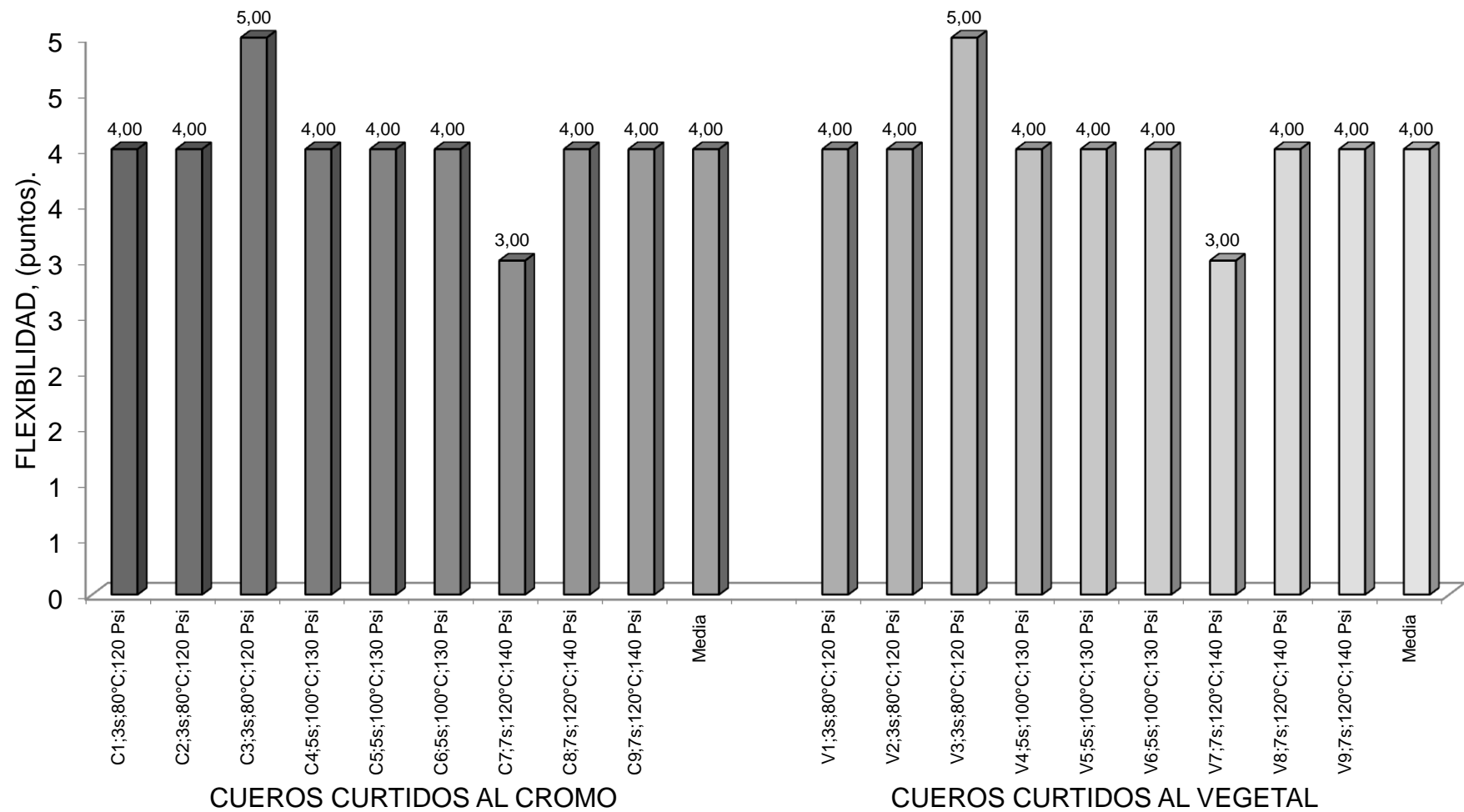


Gráfico 27. Flexibilidad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en la máquina prensadora.

3. Llenura

En la valoración de la llenura de los cueros al cromo y al vegetal prensados con la máquina objeto de la presente investigación se analizó que al utilizar una curtición bajo un sistema al cromo se obtienen cueros con una calificación mayor referente a la llenura frente a la aplicación de un sistema de curtición al vegetal, en vista a que los cueros obtenidos con sales de cromo presentaron una llenura promedio igual a 4,44 puntos; en tanto que los cueros procesados con extractos vegetales registraron un valor promedio en la medición de la llenura igual a 3,89 puntos, como se muestra en el (cuadro 8).

Cuadro 8. LLENURA DE LOS CUEROS AL CROMO Y AL VEGETAL TRATADOS EN LA MÁQUINA PENSADORA.

Estadístico	Cueros al Cromo	Cueros al Vegetal
Media	4,44	4,33
Error típico	0,18	0,29
Mediana	4,00	5,00
Moda	4,00	5,00
Desviación estándar	0,53	0,87
Varianza de la muestra	0,28	0,75
Curtosis	-2,57	-1,08
Coefficiente de asimetría	0,27	-0,82
Rango	1,00	2,00
Mínimo	4,00	3,00
Máximo	5,00	5,00
Suma	40,00	39,00
Cuenta	9,00	9,00

En el grafico 28 se ilustra el comportamiento de la llenura de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en la máquina prensadora.

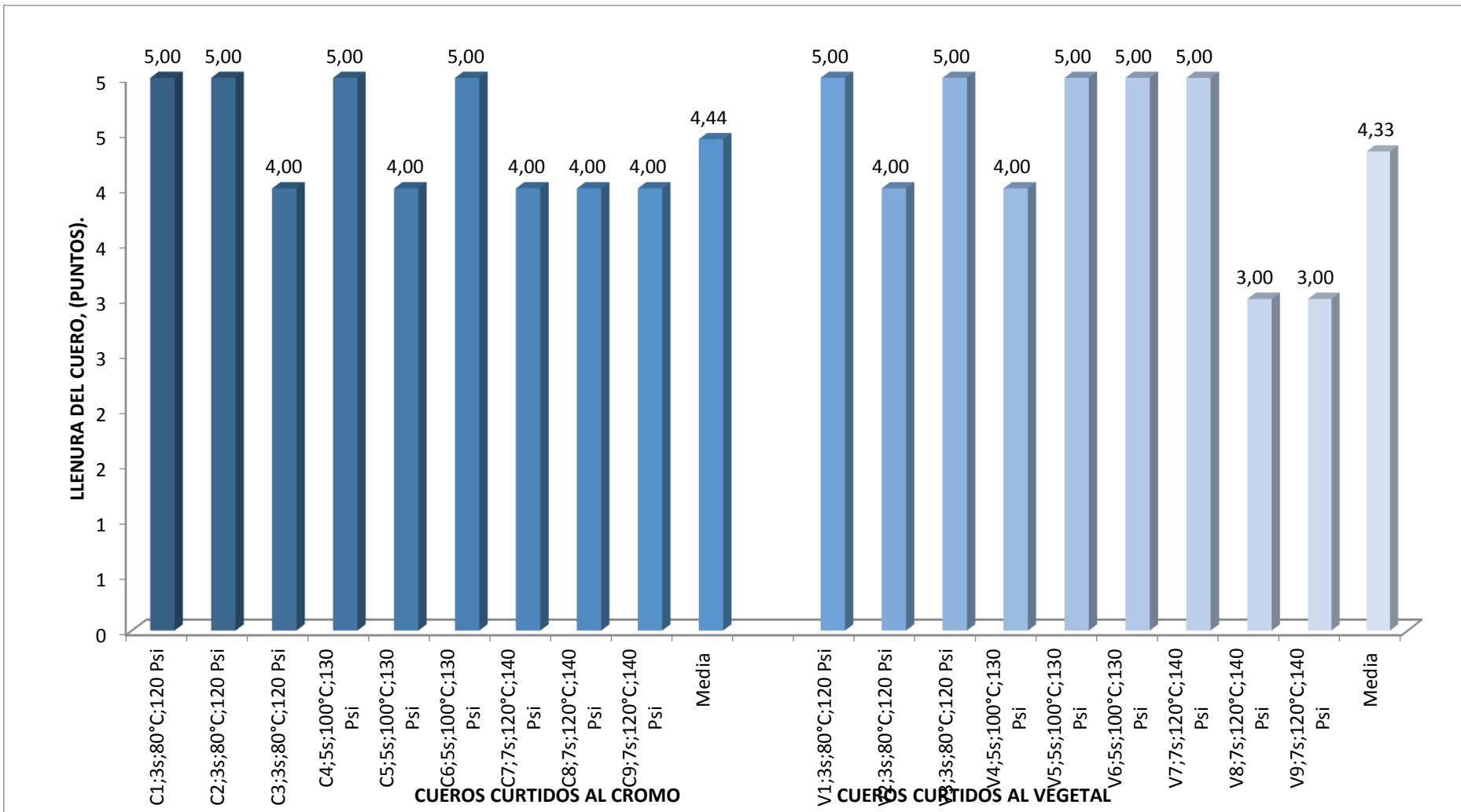


Gráfico 28. Llenura de los cueros curtidos al cromo y al vegetal tratados en la máquina prensadora.

Los resultados obtenidos referentes a la valoración de la llenura de los cueros guardan estrecha relación con lo mencionado por Hidalgo, L. (2004), quien indica que al incrementarse la compactación por el prensado del cuero la llenura incrementa notablemente, debido a que los espacios interfibrilares decrecen y la densidad del cuero incrementa.

En la llenura se evaluó el grado de compactación del cuero, es decir la cantidad de material depositado en el interior del cuero valorado mediante el tacto. En el caso de los cueros al cromo la compactación es mayor gracias al prensado frente al cuero curtido al vegetal, en vista a que las fibras del complejo colágeno-cromo son de mayor tamaño que las fibras del complejo colágeno-curtiente vegetal por lo que al aplicar presión sobre el cuero mediante el prensado la separación entre las fibras es disminuida en mayor proporción para el primer caso frente a los cueros curtidos al vegetal, lo que incrementa la llenura de los cueros en mayor grado para los cueros procesados bajo un sistema de curtición donde se utilizan sales de cromo como agentes de curtición.

D. RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DE LA MÁQUINA PRENSADORA DEL CUERO

1. Tiempo de prensado

En la validación de la máquina para prensado del cuero se evaluó las características funcionales y de calidad del cuero que son modificadas por la operación de prensado para verificar el correcto funcionamiento de la prensa.

La principal variable determinada para la validación de la máquina fue la pérdida de humedad, en vista a que al calentar el cuero y someterlo a presiones elevadas el componente más susceptible a modificación por la variación de las condiciones de prensado es el agua, obteniéndose variaciones en la humedad (contenido de agua) considerable frente a modificaciones mínimas en las condiciones del prensado (tiempo, presión o temperatura).

Al evaluar la pérdida de humedad que sufre el cuero por el acción del prensado con la máquina analizada en la presente investigación se evidencia que al incrementar el tiempo de prensado la pérdida de humedad que registra el cuero es mayor, como se ilustra en el (gráfico 29), tanto en los cueros al vegetal como en los cueros al cromo.

Los cueros curtidos al cromo que fueron prensados con un tiempo igual a 7s (medidos desde que la placa inferior llega a su punto superior máximo hasta que la placa desciende hasta su punto inferior mínimo), registraron la mayor pérdida de humedad, la cual fue en promedio entre las muestras de cuero igual a 6,16%; valor seguido por los cueros prensados con un tiempo de 5s, cuyo valor promedio fue igual a 6,05%; en tanto que los cueros al cromo que fueron prensados con el menor tiempo registraron las respuestas de pérdida de humedad inferiores, cuyo valor promedio fue igual a 2,35%.

Los cueros curtidos al vegetal registraron valores referentes a la pérdida de humedad con una tendencia similar a la registrada por los cueros curtidos al cromo, es decir que a un mayor tiempo de prensado de 7 s, se obtiene la mayor pérdida de humedad (6,44% en promedio), en tanto que para los cueros prensados con un menor tiempo de prensado de 3s, se obtienen valores inferiores referentes a la pérdida de humedad (2,31% en promedio). Por ende en los cueros prensados con 5s como tiempo de prensado se registraron valores de pérdida de humedad intermedios, cuyo valor promedio fue igual a 5,80% entre las muestras de cuero al vegetal.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son respaldados por <http://www.unicrom.com>. (2015), donde se manifiesta que la humedad del cuero está comprendida principalmente por el contenido de agua existente en el mismo y en menor proporción por sustancias volátiles que presentan un menor punto de ebullición respecto al agua. Es decir, que la pérdida de humedad del cuero representa a la cantidad de agua y sustancias volátiles que abandonan el cuero producto del prensado, en vista que en el prensado se aplica una elevada temperatura resulta inevitable la evaporación de dichos componentes.

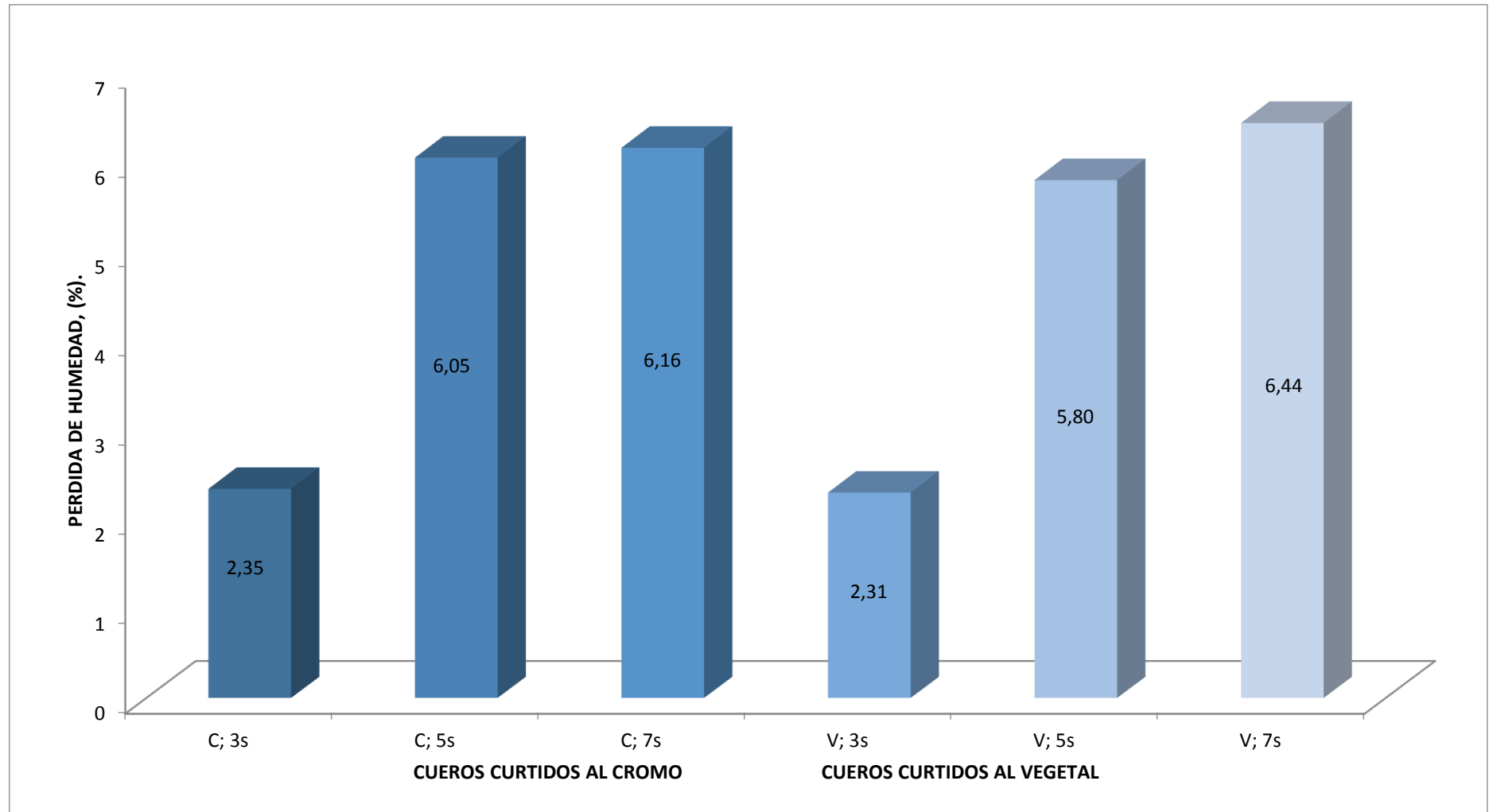


Gráfico 29. Pérdida de humedad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal frente al tiempo de prensado.

El tiempo de prensado juega un papel importante en la pérdida de humedad, como se muestran en los resultados expuestos previamente, en vista a que a una misma temperatura la velocidad con que se evaporan el agua y las sustancias volátiles es constante, por ende, al aplicar un mayor tiempo de prensado la cantidad de sustancias que lleguen a evaporarse será mayor frente a un prensado con un menor tiempo, independientemente del tipo de curtido que se utilizó para la obtención del cuero. En vista a ello el tiempo de prensado ideal que se debe aplicar al cuero dependerá de las características finales que se desee alcanzar en el producto. Es decir que si desea un cuero con un menor contenido de humedad (lo que se traduce en un cuero más compacto) se deberá aplicar un prensado con un mayor tiempo y en contraste, para obtener cueros con mayor humedad (lo que se traduce en un cuero menos compacto) se deberá aplicar un menor tiempo en el prensado.

Además se debe considerar que algunas de las sustancias volátiles que se pierden por el prensado están representadas por grasas y aceites de bajo peso molecular, lo que implica que al aplicar un mayor tiempo de prensado se puede perder el contenido de dichas sustancias, lo que disminuye la suavidad del cuero, por ende el prensado debe estar formulado con un tiempo en función a a las características finales del cuero que se deseen alcanzar.

2. Presión

Para validar la operación de la máquina para prensado de cuero se analizó el grado de compactación (porcentaje de disminución del espesor del cuero después del prensado con relación al espesor antes del prensado) para verificar el valor de la presión requerida para el correcto prensado de los cueros.

Al evaluar el grado de compacta prensado, se evidencia que al incrementar la presión de las placas de prensado, el grado de compactación que registra el cuero es mayor, como se ilustra en el gráfico 30, tanto en los cueros al vegetal como en los cueros al cromo.

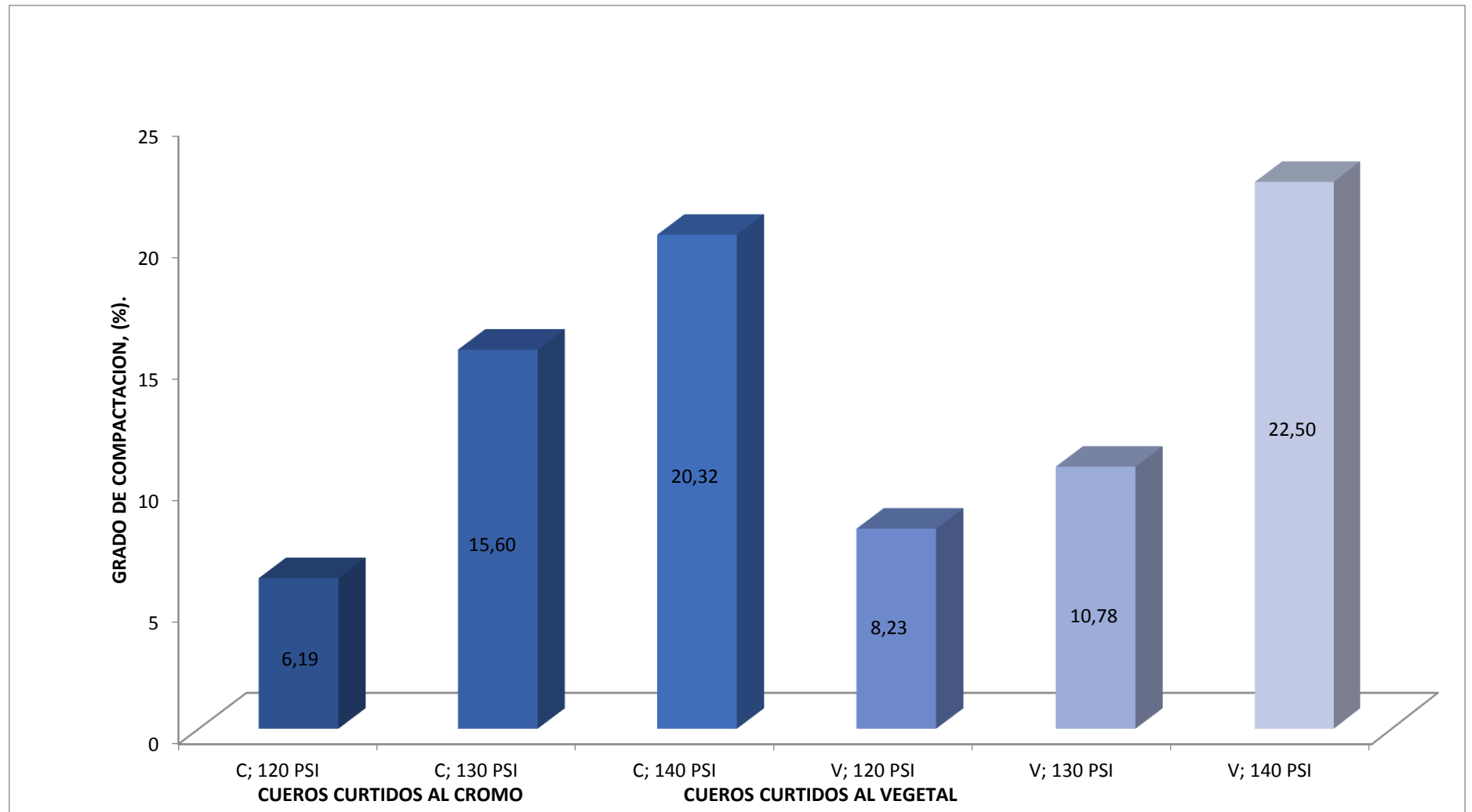


Gráfico 30. Grado de compactación de los cueros curtidos al cromo y al vegetal frente a la presión de prensado.

Los cueros curtidos al cromo que fueron prensados con la mayor presión (140 Psi) registraron el mayor grado de compactación, el cual fue en promedio igual a 20,32%; valor seguido por los cueros prensados con una presión igual a 130 Psi, cuyo grado de compactación promedio fue igual a 15,60%; en tanto que los cueros al cromo que fueron prensados con la menor presión (120 Psi) registraron las menores respuestas referentes a grado de compactación, cuyo valor promedio fue igual a 6,19%.

En tanto que los cueros curtidos al vegetal registraron valores referentes al grado de compactación con una tendencia similar a la registrada por los cueros curtidos al cromo reportados previamente, es decir que al aplicar una mayor presión en el prensado (120 Psi) se obtiene el mayor grado de compactación (es decir una mayor diferencia entre el valor del espesor inicial frente al espesor posterior al prensado del cuero), cuyo valor promedio fue igual a 22,50%; en tanto que para los cueros prensados con la menor presión (130Psi) se obtienen valores inferiores referentes al grado de compactación (8,23% en promedio). Por ende en los cueros prensado con una presión igual a 130 Psi se registraron valores intermedios referentes al grado de compactación, cuyas respuestas en promedio fueron igual a 10,87%.

Las respuestas registradas en la validación del equipo guardan estrecha relación con lo mencionado en <http://www.tipos.co/tipos-de-prensas/#ixzz3cD8mi1BE>. (2012), donde se manifiesta que el cuero está conformado estructuralmente por fibras de colágeno entretejidas existiendo espacios entre dichas fibras. Dichos espacios están principalmente ocupados principalmente por agua, productos de curtición y aire, en diferentes proporciones dependiente de la densidad del cuero.

Al aplicar la operación de prensado sobre el cuero se produce una fuerza de compresión en el interior del mismo que aproxima las fibras, minimizando el espacio interfibrilar y obligando que el aire y demás gases abandonen el interior lo cuero, lo que produce un aumento en la densidad y compactación del cuero, es decir, la disminución del espesor del mismo. El grado de compactación del cuero depende en gran medida de la presión aplicada al momento de realizar el prensado en vista a que a mayor presión aplicada por parte de las placas, mayor

será la fuerza de compresión que experimente el cuero, y lógicamente, mayor será la reducción de los espacios interfibrilares. Para poder considerar que presión debe ser aplicada sobre el cuero es necesario conocer que características debe cumplir el producto final posterior al prensado. Es por ello que si se desea un cuero muy compacto, lleno y poco blando es recomendable aplicar presiones altas al momento de realizar el prensado. No obstante si se desea un producto final blando, suave y ligero el prensado deberá realizarse a presiones bajas, para mantener los espacios interfibrilares de volúmenes considerables.

3. Temperatura del prensado

En la validación de la máquina para prensado de cuero se analizó la pérdida de humedad producto del prensado para verificar el valor de la temperatura requerida para el correcto prensado de los cueros.

Al evaluar la cantidad de humedad perdida producto del prensado de los cueros con la utilización de la máquina objeto de la presente investigación, se evidencia que al incrementar la temperatura de las placas de prensado la humedad perdida por el cuero es mayor, como se ilustra en el gráfico 31, resultados que se presentan tanto en los cueros al vegetal como en los cueros al cromo.

En los cueros curtidos al cromo que fueron prensados con la mayor la mayor temperatura (120°C) se registró la mayor pérdida de humedad, cuyo valor promedio fue igual a 6,16%; respuesta seguida por los cueros prensados a una temperatura igual a 100°C, cuya pérdida promedio de humedad fue igual a 6,05%; en tanto que los cueros al cromo que fueron prensados con la menor temperatura (80°C) registraron las menores respuestas referentes a pérdida de humedad, cuyo valor promedio fue igual a 2,35%.

En tanto que los cueros curtidos al vegetal registraron valores referentes a la pérdida de humedad con una tendencia similar a la registrada por los cueros curtidos al cromo reportados previamente, es decir que al aplicar una mayor temperatura de prensado (120 °C) se obtiene la mayor pérdida en la humedad,

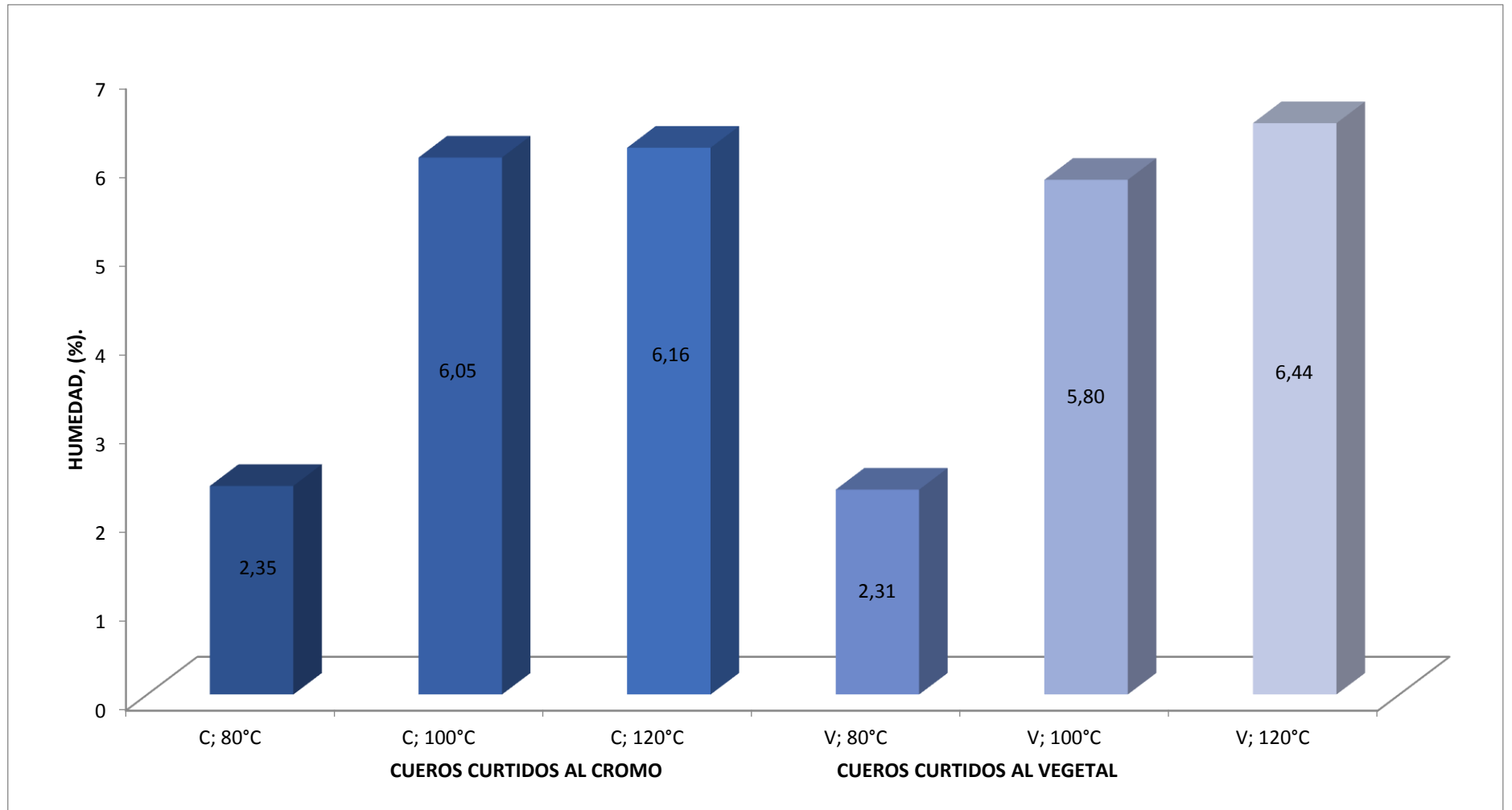


Gráfico 31. Perdida de humedad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal frente a la temperatura del prensado.

cuyo valor promedio fue igual a 6,44%; en contraste al prensado los cueros con la menor temperatura (80°C) se obtienen valores inferiores referentes pérdida en la humedad (2,31% en promedio). Por ende en los cueros prensados con una temperatura igual a 100°C se registraron valores intermedios referentes al grado de compactación, cuyas respuestas en promedio fueron igual a 5,80%.

Las respuestas obtenidas en la presente investigación relacionadas a la pérdida de la humedad con relación a la temperatura de la plancha guardan estrecha relación con lo mencionado por Hidalgo, L. (2004), quien manifiesta que en el prensado al alcanzar temperaturas elevadas la velocidad que el agua y los componentes volátiles se evaporan y abandonan el cuero incrementa ampliamente, es decir que en dos procesos de prensado realizados con el mismo tiempo pero a diferentes temperaturas en el proceso realizado a mayor temperatura la velocidad con que el cuero pierda humedad será superior a la que se registre en el prensado más frío, independientemente del tipo de curtición aplicado.

No obstante la temperatura ideal a la cual se debe llevar el prensado debe estar formulada en base al tipo de cuero que se desea, y las características que debe cumplir, tanto físicas como sensoriales, en vista a que al aplicar una mayor temperatura se obtendrán cueros más “secos” (es decir con un menor contenido de humedad, mas compactos, llenos pero con una menor blandura), en tanto que al realizar el prensado a una temperatura baja se obtendrán cueros más “húmedos” (es decir cueros más blandos, suaves pero menos compactos y llenos). Cabe recalcar además que dependiendo del tipo de terminado del cuero la temperatura juega un papel importante, en vista a que algunos cueros requieren temperaturas altas para quemar las grasas del recurtido y generar un efecto pull up, en tanto que al aplicar un acabado al natural se busca que las condiciones de la flor no sean modificadas, para ello es necesario un prensado más frío.

E. MANUAL DE OPERACIÓN PARA LA MÁQUINA PRENSADORA DE CUERO

1. Capacidades y dimensiones de la máquina

- Dimensiones Físicas: largo: 1000 mm, ancho: 600 mm, altura: 1100 mm (sin soportes de fijación); Peso 75 Kg.
- Unidades: Presión Manométrica de 0 a 160 (PSI), temporizador de 1 a 10 segundos, termocupla de 0 a 600 °C
- Manómetros de presión: La presión máxima para las mangueras y cilindros Neumáticos es 145 PSI, presión normalizada, la velocidad de los neumáticos es de 30 PSI.
- Capacidad para trabajar: Los cilindros neumáticos trabajan 70 PSI. Cada uno dando una presión total de hasta 140 PSI.
- Capacidad de alcance de recorrido de la carrera (mm): la carrera es de 120 mm en sentido vertical (Ascenso y descenso).
- Temperatura de operación: Termocupla para valores entre 0 °C y 600 °C. La PRENSADORA (elemento Superior), empieza con la temperatura ambiente para ir calentando hasta 120 °C según se haya programado. En la caja de control electrónico.

2. Operación de la máquina PRENSADORA

a. Encendido de la máquina

- Conectar los cables de alimentación a los tomacorrientes correspondientes (110 y 220V), tomando en cuenta el tipo de conector.

- Verificar que los testigos de los comandos de la máquina se encuentren correctamente encendidos.
- Encender el compresor y esperar la carga necesaria para la operación.

b. Ajuste de las condiciones de prensado

- Verificar el acabado deseado en el cuero para determinar el tiempo, temperatura y presión, tomando en consideración que un mayor tiempo, temperatura y presión del prensado generan cueros más compactos.
- Ajustar en el panel de control la temperatura y tiempo de prensado en función al acabado del cuero.
- Ajustar mediante la válvula de control del aire la presión del prensado.

c. Prensado del cuero

- Verificar mediante el termostato que la placa calefactora haya alcanzado la temperatura deseada.
- Verificar mediante el manómetro que el compresor haya alcanzado la presión deseada.
- Colocar el cuero con la flor hacia arriba dentro de la placa inferior, verificando que no exista arrugas en la superficie del mismo producto de un estiramiento inadecuado.
- Verificar que ningún elemento extraño se encuentre entre las placas.
- Retirar las manos y cualquier otra parte del cuerpo de las partes móviles y calientes de la máquina.

- Arrancar mediante el panel de control el prensado.
- Esperar a que la placa de presión baje completamente antes de retirar el cuero.
- Con el uso de guantes para superficies calientes retirar el cuero, verificando siempre que no haya sido activado el prensado.
- Cargar nuevamente la plancha con un lote nuevo de cueros y repetir las operaciones.

3. Mantenimiento y seguridad de la máquina de prensado del cuero

- Antes de conectar el equipo verificar que los cables y conectores de alimentación se encuentren en correctas condiciones, especialmente los aislamientos eléctricos.
- Antes de encender el compresor verificar las condiciones de las mangueras del aire.
- Antes de realizar los mantenimientos programados y reparaciones del equipo apagar el equipo y desconectar las conexiones de alimentación de electricidad y aire.
- Cada 300 horas de operación limpiar las placas de prensado con líquido desoxidante, aplicando con una brocha sobre la superficie de las placas, dejar actuar 5 minutos y retirar con agua.
- Cada 500 horas de operación verificar las condiciones internas de la placa calefactora, verificando principalmente las condiciones de los aislantes eléctricos, conexiones eléctricas y los aislantes térmicos.

- Cada 500 horas de operación lubricar con aceite de grado 80w90 las partes móviles del equipo verificando que no existan excesos de aceite que puedan caer en otras partes de la máquina o en el suelo.
- Cada 700 horas verificar las conexiones y aislamientos eléctricos de la caja interna del panel de control.
- Cada 700 horas reemplazar los retenedores y sellos del sistema neumático de presión.

V. CONCLUSIONES

Al finalizar el presente proyecto de investigación se formuló las siguientes conclusiones:

- Se implementó un prototipo neumático para el prensado del cuero en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, el cual fue construido en función a las dimensiones del cuero a tratar, las capacidades del laboratorio y condiciones de seguridad en la operación.
- Se diseñó el prototipo neumático para el prensado tomando en consideración la modificación sobre las condiciones funcionales del cuero a alcanzar con el prensado, requerimientos de calidad y automatización de la etapa.
- Se desarrolló el manual de operación de la máquina prensadora de cuero en el cual se contempla el protocolo correcto para realizar el prensado del cuero, condiciones de seguridad de operación y actividades a realizar para el mantenimiento programado de la máquina.
- Se validó la operación de la máquina para prensar el cuero a través de pruebas de producción al cuero, verificando la influencia de las condiciones de prensado (temperatura, presión y tiempo).
- Se evidenció que al aplicar un mayor tiempo, presión y temperatura se alcanza un incremento en el grado de compactación y pérdida de humedad sobre el cuero, lo que favorece al incremento en la densidad, resistencia a los esfuerzos físicos y llenura de los cueros, no obstante se notó un decrecimiento de la blandura y la flexibilidad de los mismos.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el personal que operara la máquina tenga conocimientos previos relacionados a procesos de curtición y manejo de equipos y maquinaria para curtido.
- La máquina no sea operada por personas distintas a las responsables de la utilización de la misma para evitar daños en la máquina o accidentes que incurran en lesiones o pérdidas materiales. No superar los límites de presión establecidos (140 Psi), porque puede darse averías en los acoples de las mangueras.
- Se recomienda que la máquina se mantenga alejada de las fuentes de agua.
- Aplicar los protocolos de operación establecidos en el manual para el prensado del cuero para asegurar el correcto funcionamiento del equipo y conseguir las condiciones deseadas en el cuero.
- No modificar los elementos y no desconectar o alterar los sensores o conectores de la máquina para evitar fallas en el funcionamiento de la misma y pérdidas en la calidad del cuero.
- Realizar el mantenimiento programado en el manual de operación para asegurar el correcto funcionamiento de la máquina y prolongar la vida útil de la misma.
- Para cueros duros y armados (implementos de trabajo, calzado masculino, marroquinería, etc.) se recomienda aplicar un prensado con una temperatura de 120 °C, durante 7 segundos y una presión de 140 Psi; si su fin es obtener cueros intermedios (calzado deportivo, charol, etc.) se deberá aplicar un prensado a una temperatura de 100 °C durante 5 segundos y una presión de 130 Psi y deberá prensar a una temperatura de 80 °C por 3 segundos con una presión de 120 Psi si desea cueros blandos (vestimenta, etc.).

VII. LITERATURA CITADA

1. ANGULO, A. 2010. Guía Empresarial del Medio Ambiente, Comisión Relocalización y Reconversión de la Pequeña y Mediana Empresa. 1a ed. Barcelona, España. sl. pp 30 – 43.
2. ADZET J. 2005. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 215.
3. BELLO, M. 2008. El desengrase de cueros ovinos. Recirculación de baños en la curtición de cueros ovinos con lana. 2a ed. Madrid, España. pp. 11 – 16.
4. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
5. BEDFORD, A. Y WALLACE F. 2014. Mecánica para Ingeniería: Estática y Dinámica. 5a-edición. Michigan, Estados Unidos. Edit Plearson. pp 56 – 69.
6. CANTERA, C. 2007. Tecnologías que reducen el consumo de insumas químicos y la carga contaminante de los efluentes de curtiembre. Buenos Aires, Argentina. Edit INTI-CITEC; pp. 19 – 21.
7. FONT, J. 2006. Análisis y ensayos en la industria del cuero. 2 a ed. Igualada, España. Edit. CETI. pp. 12,25,53,96.
8. GARCIA, J. 2006. Hacia una definición de fibra alimentaria., Caracas-Venezuela., En: Anales Venezolanos de Nutrición. ISSN 0798-0752. V. 21. No. 1 pp. 35.
9. GARCIA, J. 1974. Motores diesel y motores de aire. Editorial PARANINFO. Madrid – España. pp. 112 - 113, 122 – 123.

10. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
11. <http://www.ecured.cu>. 2015. Adzet, J. Características de la piel para curtfín con cromo.
12. <http://www.amequipment.com>. 2015. Arévalo, D. Tacto de la piel curtida al vegetal.
13. <http://www.monografias.com>. 2015. Borraz, D. Soltura de flor de las pieles al aplicar un curtido vegetal.
14. <http://www.mabisat.com/pdfs/victron.com>. 2015. Buestan , M. Resistencias físicas de los cueros.
15. <http://www.indigoquimica.net>. 2015. Bacardit, A. Finura de flor de las pieles otorgada por los capas del acabado.
16. <http://www.tipos.co/tipos-de-prensas/#ixzz3cD8mi1BE>. 2012. Cacerres, D. Finura de felpa de las pieles.
17. <http://www.publysoft.net/~watios/pulsador.htm>. 2015. Compertio, B. Plenitud, grosor, superficie de las pieles.
18. <http://www.unicrom.com>. 2015. Gavilanes, J. Procesos de ribera para curtir pieles.
19. <http://www.google.es/imgres?imgurl.com>. 2015. Soler, J. El pelambre y el calero.
20. <http://www.amequipment.com>. 2015. Jimenez, P. El descarnado y dividido de las pieles curtidas al cromo.
21. <http://www.mabisat.com/pdfs/victron.com>. 2015. Juradio, L. El desencalado y

rendido.

22. <http://www.dialnet.unirioja.es/descarga/articulo>. 2015. Carmino, T. El desengrase y piquel.
23. <http://www.caltex.cl/es/content/ensayos.com>. 2015. López, P. Curtición propiamente dicha
24. <https://www.ibiguridp3.wordpress.com>. 2015. Siguenza, L. Procesos posteriores al curtido.
25. <http://www.cueronet.com>. 2015. Perez, A. El escurrido y el rebajado del cuero para la aplicación de las capas del acabado.
26. <https://www.upcommons.upc.edu>. 2015. Martinez, G. La recurtición de las pieles
27. <http://www.caltex.cl/es/content/ensayos.com>. 2015. Yuste, J. El escurrido , repasado y secado de las pieles.
28. MORERA, M. 2003. Química Técnica de Curtición. 2a ed. Igualada, España. Edit. Escuela Superior de Tenería. pp. 175 - 179.
29. NEBREDAS, A. 2010. Aspecto general de la contaminación por residuos ganaderos y posibles soluciones, en la recuperación de recursos de los residuos. Soria, España. Edit. Caja Rural de Soria, pp 301-324.
30. RIUS, A. 2003. Nuevos avances en los estudios sobre prevención del cromo hexavalente, XXVII Congreso de la IULTCS, Cancún México
31. ROBERT, M. 2012. Diseño de Elementos de Máquinas. Cuarta Edición. pp. 94, 65, 96, 97, 327, 328, 367,370.
32. ROBERT, L. 2012. Diseño de Maquinaria. 2a ed. Barcelona, España. Edit UIITP. pp. 69, 70.

33. SOLER, J. 2004. Procesos de curtición. 2a ed. Igualada, España. Edit. Escuela Superior de Tenerife. pp. 177-183.

34. TZICAS, E. 2004. Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Químicos y Técnicos del Cuero. 4a ed. Santiago de Chile, Chile. Edit Químicos Asociados. pp 23 – 29.

ANEXOS

Anexo 1. Estadística de los resultados de la medición de la pérdida de la humedad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal frente al tiempo de prensado.

Estadística Descriptiva

Tratamiento	Muestra n°	Cueros al cromo	Esperado	Obs - esp	(obs - espe) ²
cromo	1	2,41	4,85	-2,44	5,96
cromo	2	2,28	4,85	-2,57	6,60
cromo	3	2,36	4,85	-2,49	6,19
cromo	4	5,90	4,85	1,05	1,10
cromo	5	6,29	4,85	1,44	2,07
cromo	6	5,95	4,85	1,10	1,21
cromo	7	6,30	4,85	1,45	2,09
cromo	8	5,68	4,85	0,82	0,68
cromo	9	6,50	4,85	1,65	2,71
	MEDIA	4,85		Suma	28,61
				Varianza	5,721
				Desviación	2,39

		Cueros al vegetal	Esperado	Obs - Esp	(Obs - Espe) ²
vegetal	1	1,81	4,85	-3,03	9,20
vegetal	2	2,51	4,85	-2,34	5,49
vegetal	3	2,61	4,85	-2,23	4,99
vegetal	4	5,75	4,85	0,90	0,81
vegetal	5	5,96		5,96	35,50
vegetal	6	5,69		5,69	32,32
vegetal	7	6,71		6,71	45,07
vegetal	8	6,16	4,85	1,31	1,71
vegetal	9	6,44	4,85	1,59	2,52
	MEDIA	4,85		Suma	137,62
				Varianza	27,524
				Desviación	5,2

Prueba de t de student

ESTADÍSTICO	CROMO	VEGETAL
Media	1,10	1,12
Varianza	0,10	0,05
Observaciones	6,00	6,00
Varianza agrupada	0,08	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	10,00	
Estadístico t	-0,10	
P(T<=t) una cola	0,46	
Valor crítico de t (una cola)	1,81	
P(T<=t) dos colas	0,92	
Valor crítico de t (dos colas)	2,23	

Anexo 2. Estadística de los resultados de la medición del grado de compactación cueros curtidos al cromo y al vegetal frente a la presión de prensado.

Estadística Descriptiva

Tratamiento	Muestra n°	Cueros al cromo	Esperado	Obs - esp	(obs - espe) ²
cromo	1	5,88	14,04	-8,16	66,51
cromo	2	7,14	14,04	-6,89	47,54
cromo	3	5,56	14,04	-8,48	71,95
cromo	4	12,50	14,04	-1,54	2,36
cromo	5	20,00	14,04	5,96	35,55
cromo	6	14,29	14,04	0,25	0,06
cromo	7	22,22	14,04	8,18	66,99
cromo	8	18,75	14,04	4,71	22,21
cromo	9	20,00	14,04	5,96	35,55
	MEDIA	14,04		Suma	348,71
				Varianza	69,742
				Desviación	8,35

		CUEROS AL VEGETAL	Esperado	Obs - Esp	(Obs - Espe) ²
vegetal	1	5,88	13,84	-7,95	63,26
vegetal	2	7,69	13,84	-6,14	37,75
vegetal	3	11,11	13,84	-2,72	7,43
vegetal	4	11,11	13,84	-2,72	7,43
vegetal	5	13,33		13,33	177,78
vegetal	6	7,89		7,89	62,33
vegetal	7	33,33		33,33	1111,11
vegetal	8	13,33	13,84	-0,50	0,25
vegetal	9	20,83	13,84	7,00	48,96
	MEDIA	13,84		Suma	1516,29
				Varianza	303,258
				Desviación	17,41

Prueba de t de student

ESTADÍSTICO	CROMO	VEGETAL
Media	14,04	13,84
Varianza	43,59	72,60
Observaciones	9,00	9,00
Varianza agrupada	58,09	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	16,00	
Estadístico t	0,06	
P(T<=t) una cola	0,48	
Valor crítico de t (una cola)	1,75	
P(T<=t) dos colas	0,96	
Valor crítico de t (dos colas)	2,12	

Anexo 3. Estadística de los resultados de la medición de la pérdida de la humedad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal frente a la temperatura de prensado.

Estadística Descriptiva

Tratamiento	Muestra nº	Cueros al cromo	Esperado	Obs - esp	(obs - espe) ²
cromo	1	2,41	4,85	-2,44	5,96
cromo	2	2,28	4,85	-2,57	6,60
cromo	3	2,36	4,85	-2,49	6,19
cromo	4	5,90	4,85	1,05	1,10
cromo	5	6,29	4,85	1,44	2,07
cromo	6	5,95	4,85	1,10	1,21
cromo	7	6,30	4,85	1,45	2,09
cromo	8	5,68	4,85	0,82	0,68
cromo	9	6,50	4,85	1,65	2,71
	MEDIA	4,85		Suma	28,61
				Varianza	5,721
				Desviación	2,39

		Cueros al vegetal	Esperado	Obs - Esp	(Obs - Espe) ²
vegetal	1	1,81	4,85	-3,03	9,20
vegetal	2	2,51	4,85	-2,34	5,49
vegetal	3	2,61	4,85	-2,23	4,99
vegetal	4	5,75	4,85	0,90	0,81
vegetal	5	5,96		5,96	35,50
vegetal	6	5,69		5,69	32,32
vegetal	7	6,71		6,71	45,07
vegetal	8	6,16	4,85	1,31	1,71
vegetal	9	6,44	4,85	1,59	2,52
	MEDIA	4,85		Suma	137,62
				Varianza	27,524
				Desviación	5,25

Prueba de t de student

ESTADÍSTICO	CROMO	VEGETAL
Media	1,10	1,12
Varianza	0,10	0,05
Observaciones	6,00	6,00
Varianza agrupada	0,08	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	10,00	
Estadístico t	-0,10	
P(T<=t) una cola	0,46	
Valor crítico de t (una cola)	1,81	
P(T<=t) dos colas	0,92	
Valor crítico de t (dos colas)	2,23	

Anexo 4. Estadística de los resultados de la medición de la resistencia a la tensión de los cueros curtidos al cromo y al vegetal.

Estadística Descriptiva

Tratamiento	Muestra nº	Cueros al cromo	Esperado	Obs - Esp	(Obs - Espe) ²
cromo	1	159,38	171,34	-11,97	143,28
cromo	2	112,31	171,34	-59,04	3485,38
cromo	3	242,35	171,34	71,01	5042,15
cromo	4	132,14	171,34	-39,20	1536,79
cromo	5	99,17	171,34	-72,18	5209,69
cromo	6	145,00	171,34	-26,34	694,05
cromo	7	261,43	171,34	90,08	8115,08
cromo	8	173,08	171,34	1,73	3,00
cromo	9	217,25	171,34	45,91	2107,54
	MEDIA	171,34		Suma	26336,96
				Varianza	5267,392
				Desviación	72,58

		Cueros al vegetal	Esperado	Obs - Esp	(Obs - Espe) ²
vegetal	1	137,50	141,09	-3,59	12,89
vegetal	2	131,67	141,09	-9,42	88,81
vegetal	3	177,50	141,09	36,41	1325,64
vegetal	4	145,00	141,09	3,91	15,28
vegetal	5	178,46		178,46	31848,52
vegetal	6	120,00		120,00	14400,00
vegetal	7	113,13		113,13	12797,27
vegetal	8	140,00	141,09	-1,09	1,19
vegetal	9	126,56	141,09	-14,53	211,07
	MEDIA	141,09		Suma	60700,67
				Varianza	12140,134
				Desviación	110,18

Prueba de t de student

ESTADÍSTICO	CROMO	VEGETAL
Media	171,34	141,09
Varianza	3292,12	534,80
Observaciones	9,00	9,00
Varianza agrupada	1913,46	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	16,00	
Estadístico t	1,47	
P(T<=t) una cola	0,08	
Valor crítico de t (una cola)	1,75	
P(T<=t) dos colas	0,16	
Valor crítico de t (dos colas)	2,12	

Anexo 5. Estadística de los resultados de la medición del porcentaje de elongación de los cueros curtidos al cromo y al vegetal.

Estadística Descriptiva

Tratamiento	Muestra nº	Cueros al cromo	Esperado	Obs - esp	(obs - espe) ²
cromo	1	137,50	79,44	58,06	3370,45
cromo	2	82,50	79,44	3,06	9,34
cromo	3	57,50	79,44	-21,94	481,56
cromo	4	72,50	79,44	-6,94	48,23
cromo	5	52,50	79,44	-26,94	726,00
cromo	6	87,50	79,44	8,06	64,89
cromo	7	90,00	79,44	10,56	111,42
cromo	8	60,00	79,44	-19,44	378,09
cromo	9	75,00	79,44	-4,44	19,75
	MEDIA	79,44		Suma	5209,72
				Varianza	1041,944
				Desviación	32,28

		Cueros al vegetal	Esperado	Obs - Esp	(Obs - Espe) ²
vegetal	1	105,00	80,83	24,17	584,03
vegetal	2	102,50	80,83	21,67	469,44
vegetal	3	62,50	80,83	-18,33	336,11
vegetal	4	70,00	80,83	-10,83	117,36
vegetal	5	82,50		82,50	6806,25
vegetal	6	72,50		72,50	5256,25
vegetal	7	92,50		92,50	8556,25
vegetal	8	62,50	80,83	-18,33	336,11
vegetal	9	77,50	80,83	-3,33	11,11
	MEDIA	80,83		Suma	22472,92
				Varianza	4494,583
				Desviación	67,04

Prueba de t de student

ESTADÍSTICO	CROMO	VEGETAL
Media	79,44	80,83
Varianza	651,22	257,81
Observaciones	9,00	9,00
Varianza agrupada	454,51	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	16,00	
Estadístico t	-0,14	
P(T<=t) una cola	0,45	
Valor crítico de t (una cola)	1,75	
P(T<=t) dos colas	0,89	
Valor crítico de t (dos colas)	2,12	

Anexo 6. Estadística de los resultados de la medición de la blandura de los cueros curtidos al cromo y al vegetal.

Estadística Descriptiva

Tratamiento	Muestra n°	Cueros al cromo	Esperado	Obs - esp	(obs - espe) ²
cromo	1	5,00	4,44	0,56	0,31
cromo	2	4,00	4,44	-0,44	0,20
cromo	3	5,00	4,44	0,56	0,31
cromo	4	4,00	4,44	-0,44	0,20
cromo	5	5,00	4,44	0,56	0,31
cromo	6	5,00	4,44	0,56	0,31
cromo	7	4,00	4,44	-0,44	0,20
cromo	8	4,00	4,44	-0,44	0,20
cromo	9	4,00	4,44	-0,44	0,20
	MEDIA	4,44		Suma	2,22
				Varianza	0,444
				Desviación	0,67

		Cueros al vegetal	Esperado	Obs - esp	(obs - espe) ²
vegetal	1	4,00	3,89	0,11	0,01
vegetal	2	4,00	3,89	0,11	0,01
vegetal	3	5,00	3,89	1,11	1,23
vegetal	4	4,00	3,89	0,11	0,01
vegetal	5	4,00		4,00	16,00
vegetal	6	4,00		4,00	16,00
vegetal	7	4,00		4,00	16,00
vegetal	8	3,00	3,89	-0,89	0,79
vegetal	9	3,00	3,89	-0,89	0,79
	MEDIA	3,89		Suma	50,85
				Varianza	10,170
				Desviación	3,19

Prueba de t de student

Estadístico	Cromo	Vegetal
Media	4,44	3,89
Varianza	0,28	0,36
Observaciones	9,00	9,00
Varianza agrupada	0,32	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	16,00	
Estadístico t	2,09	
P(T<=t) una cola	0,03	
Valor crítico de t (una cola)	1,75	
P(T<=t) dos colas	0,05	
Valor crítico de t (dos colas)	2,12	

Anexo 7. Estadística de los resultados de la medición de la flexibilidad de los cueros curtidos al cromo y al vegetal.

Estadística Descriptiva

Tratamiento	Muestra nº	Cueros al cromo	Esperado	Obs - esp	(obs - espe) ²
cromo	1	4,00	4,00	0,00	0,00
cromo	2	4,00	4,00	0,00	0,00
cromo	3	5,00	4,00	1,00	1,00
cromo	4	4,00	4,00	0,00	0,00
cromo	5	4,00	4,00	0,00	0,00
cromo	6	4,00	4,00	0,00	0,00
cromo	7	3,00	4,00	-1,00	1,00
cromo	8	4,00	4,00	0,00	0,00
cromo	9	4,00	4,00	0,00	0,00
	MEDIA	4,00		Suma	2,00
				Varianza	0,400
				Desviacion	0,63
		Cueros al vegetal	Esperado	Obs - esp	(obs - espe) ²
vegetal	1	5,00	4,33	0,67	0,44
vegetal	2	5,00	4,33	0,67	0,44
vegetal	3	5,00	4,33	0,67	0,44
vegetal	4	5,00	4,33	0,67	0,44
vegetal	5	4,00		4,00	16,00
vegetal	6	5,00		5,00	25,00
vegetal	7	4,00		4,00	16,00
vegetal	8	3,00	4,33	-1,33	1,78
vegetal	9	3,00	4,33	-1,33	1,78
	MEDIA	4,33		Suma	62,33
				Varianza	12,467
				Desviacion	3,53

Prueba de t de student

ESTADÍSTICO	Cromo	Vegetal
Media	4,00	4,33
Varianza	0,25	0,75
Observaciones	9,00	9,00
Varianza agrupada	0,50	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	16,00	
Estadístico t	-1,00	
P(T<=t) una cola	0,17	
Valor crítico de t (una cola)	1,75	
P(T<=t) dos colas	0,33	
Valor crítico de t (dos colas)	2,12	

Anexo 8. Estadística de los resultados de la medición de la llenura de los cueros curtidos al cromo y al vegetal.

Estadística Descriptiva

Tratamiento	Muestra nº	Cueros al cromo	Esperado	Obs - esp	(Obs - Espe) ²
cromo	1	5,00	4,44	0,56	0,31
cromo	2	5,00	4,44	0,56	0,31
cromo	3	4,00	4,44	-0,44	0,20
cromo	4	5,00	4,44	0,56	0,31
cromo	5	4,00	4,44	-0,44	0,20
cromo	6	5,00	4,44	0,56	0,31
cromo	7	4,00	4,44	-0,44	0,20
cromo	8	4,00	4,44	-0,44	0,20
cromo	9	4,00	4,44	-0,44	0,20
	MEDIA	4,44		Suma	2,22
				Varianza	0,444
				Desviación	0,67

		Cueros al vegetal	Esperado	Obs - esp	(obs - espe) ²
vegetal	1	5,00	4,33	0,67	0,44
vegetal	2	4,00	4,33	-0,33	0,11
vegetal	3	5,00	4,33	0,67	0,44
vegetal	4	4,00	4,33	-0,33	0,11
vegetal	5	5,00		5,00	25,00
vegetal	6	5,00		5,00	25,00
vegetal	7	5,00		5,00	25,00
vegetal	8	3,00	4,33	-1,33	1,78
vegetal	9	3,00	4,33	-1,33	1,78
	MEDIA	4,33		Suma	79,67
				Varianza	15,933
				Desviación	3,99

Prueba de t de student

ESTADÍSTICO	CROMO	VEGETAL
Media	4,44	4,33
Varianza	0,28	0,75
Observaciones	9,00	9,00
Varianza agrupada	0,51	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	16,00	
Estadístico t	0,33	
P(T<=t) una cola	0,37	
Valor crítico de t (una cola)	1,75	
P(T<=t) dos colas	0,75	
Valor crítico de t (dos colas)	2,12	