



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

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ATOMIZADO AIRLESS MIX  
PARA EL ACABADO EN SECO DE CUEROS”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**AUTOR**

**MARÍA JOSÉ BENALCAZAR BOADA.**

**RIOBAMBA - ECUADOR.**

**2016**

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

---

Ing M.C. Luis Gerardo Flores Mancheno PhD.  
**PRESIDENTE DE TRIBUNAL.**

---

Ing. M.C. Edwin Darío Zurita Montenegro.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

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

Riobamba, 27 de abril del 2016.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Benalcázar Boada María José con C.I. 060396597-1 declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 27 de Abril del 2016.

---

María José Benalcazar Boada  
060396597-1

## DEDICATORIA

Este TRIUNFO quiero dedicar...

A mi padre por su infinito amor hacia mí, por brindarme su cariño y ejemplo por enseñarme que la vida está llena de matices, pero que debemos salir adelante siempre.

A mi madre, compañera y amiga, quien supo comprenderme y apoyarme siempre extendiéndome su mano en los momentos más cruciales de mi vida, quien ha sido el soporte y testigo de mi crecimiento personal, de mis triunfos y fracasos, quien me ha regalado un amor puro e incondicional y me ha demostrado que la vida es más bella de lo que yo creí.

A mis hermanos por acompañarme y amarme sin condiciones ni ataduras por ser la razón de mi vida por ayudarme a salir de mis fracasos con su apoyo incondicional y por los que jamás dejare de luchar.

## **AGRADECIMIENTO**

Al término de una etapa más de mi vida la culminación de mi carrera profesional quiero dedicar este trabajo investigativo primeramente a Dios por regalarme la vida permitirme terminar con éxito mi carrera, por ser la luz en mi camino, y dejarme gozar del su infinito amor día tras día.

A mi Padre José Benalcazar por apoyarme en todo momento, por ser un ejemplo de profesional,

A mi madre Adriana Boada por nunca dejarme sola, por todo el cariño, amor y dedicación, por ser mi principal motor y fuerza diaria para no desfallecer en el camino, por ser la mejor amiga que Dios me pudo dar.

A mis hermanos Carlos y Diana que siempre fueron mi inspiración para salir adelante por el todo el apoyo incondicional que supieron regalarme durante esta etapa de mi vida y a toda mi familia que de una u otra forma pusieron un granito de arena para que mi sueño tan anhelado se haga realidad.

A mis amigas/os verdaderos, aquellos que no traicionan, aquellos que rieron y lloraron a mi lado.

María José B.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Listas de Figuras	ix
Lista de Fotografías	
Lista de Anexos	x
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LA PIEL	3
1. <u>Histología de la piel</u>	3
B. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL	4
1. <u>Funciones de la piel</u>	5
C. PIEL CAPRINA	6
D. CURTIDO DEL CUERO	7
1. <u>Operaciones de ribera para la curtición de pieles caprinas</u>	7
a. Ribera	7
b. Pelambre y calero	8
c. Descarnado	9
d. Desencalado y purga enzimática	9
e. Piquelado	11
f. Precurtición y curtido	12
E. CROMO	14
1. <u>Curtición al cromo</u>	14
a. Sales curtientes de cromo	15
b. Alumbre de cromo	15
c. Dicromatos	15
d. Sulfato básico de cromo	16
2. <u>Factores que regulan la curtición al cromo</u>	16
a. Características de la piel piquelada	16
b. Adición de sales neutras	17
c. Tamaño de los complejos	18

d.	Concentración y basicidad	18
e.	Temperatura	18
f.	Enmascaramiento	19
3.	<u>Beneficios de la curtición al cromo</u>	20
a.	Características de la piel curtida al cromo	21
F.	ACABADO DE PIELES	21
a.	Neutralizado	22
b.	Recurtido	23
1.	<u>Tintura</u>	26
2.	<u>Engrase</u>	27
G.	OPERACIONES POSTERIORES A LA TINTURA	28
1.	<u>Ecurrido</u>	28
2.	<u>Repasado o estirado</u>	29
3.	<u>Secado</u>	29
4.	<u>Recorte</u>	30
a.	Clasificación	31
b.	Esmerilado	31
c.	Desempolvar	33
d.	Medición	33
4.	<u>Tipos de acabado</u>	34
a.	Abrillantables	35
b.	Termoplásticos	35
c.	Acabado tipo charol	37
d.	Acabados especiales para empeine	37
e.	Estampación	38
H.	NORMALIZACIÓN	38
a.	Normas Internacionales del IULTCS	40
b.	Test subjetivos	41
c.	Métodos para el análisis sensorial del cuero	41
I.	TEST FÍSICO-MECÁNICOS	43
1.	<u>Pruebas de resistencia</u>	43
a.	Tensión y elongación	43
b.	Desgarre	44

c.	Ruptura de flor	44
2.	<u>Resistencia a la costura</u>	45
3.	<u>Encogimiento</u>	46
4.	<u>Pruebas de acabado</u>	46
a.	Resistencia a la flexión	47
b.	Daños que se presentan en el cuero al medir la resistencia a la flexión	48
c.	Resistencia a la fricción	50
d.	Medición de la resistencia a la abrasión del cuero	50
e.	Resistencia a la abrasión del cuero	51
f.	Resistencia del acabado del frote a la abrasión	52
g.	Abrasión en aparato Martindale	53
h.	Abrasímetro Taber	53
G.	AIRLESS MIX	54
1.	<u>Material para la pintura</u>	55
a.	Filtraje del material	55
b.	Viscosidad de la pintura	55
2.	<u>Filtros</u>	56
a.	Filtro de succión	56
b.	Filtro de alta presión	56
c.	Selección del tipo de boquilla	57
1.	<u>Función del equipo</u>	58
2.	<u>Función del equipo</u>	58
a.	Pistola pulverizadora tradicional vs pistola pulverizadora (HVLP)	59
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	61
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	61
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	61
C.	MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	62
a.	Materiales	62
b.	Equipos	63
c.	Productos químicos	63
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	63
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	64

1.	<u>Sensoriales</u>	64
2.	<u>Físicas</u>	64
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	64
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	64
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	66
1.	<u>Análisis sensorial</u>	66
2.	<u>Análisis Físico</u>	66
a.	Determinación de la resistencia a la flexión del cuero	66
b.	Preparación de la muestra	66
c.	Manipulación de la probeta	67
d.	Evaluación periódica de la probeta	68
e.	Informe de resultados	68
3.	<u>Resistencia a la fricción (frote) en seco y húmedo</u>	70
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	73
A.	DIMENSIONES DEL ÁREA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL EQUIPO	73
1.	<u>Cálculo de la velocidad inicial de funcionamiento</u>	73
a.	Cálculo del área	73
b.	Cálculo de la velocidad inicial del Airless Mix	73
2.	<u>Cálculo del volumen inicial de pintura en el Airless Mix</u>	74
a.	Cálculo de la masa de pintura consumida por el Airless Mix	74
3.	<u>Cálculo del ciclo de compresión</u>	75
a.	Cálculo de la relación de compresión	75
b.	Cálculo de la temperatura en el punto 2	75
c.	Cálculo del volumen en el punto 2	76
d.	Cálculo de la temperatura en el punto 3	77
e.	Cálculo del volumen en el punto 3	77
f.	Determinación del número de moles transferidas	78
g.	Cálculo del calor absorbido por el ciclo	78
h.	Cálculo de la temperatura en el punto	79
i.	Cálculo del calor desprendido por el ciclo	79
4.	<u>Cálculo de la eficiencia del ciclo</u>	80
a.	Cálculo del trabajo realizado por el pulverizador de pintura sin aire	80

b.	Eficiencia del ciclo	81
B.	EVALUACIÓN FÍSICA DE LOS CUEROS CAPRINOS PIGMENTADOS EN LA MÁQUINA AIRLESS MIX DISEÑADO E IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS	81
1.	<u>Resistencia a la flexión</u>	81
2.	<u>Resistencia a la fricción en húmedo</u>	85
3.	<u>Resistencia a la fricción en seco</u>	87
C.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS PIGMENTADOS EN LA MÁQUINA AIRLESS MIX DISEÑADO E IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS	90
1.	<u>Poder de cobertura</u>	90
2.	<u>Tacto</u>	93
D.	MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO	95
1.	<u>Alcance</u>	95
2.	<u>Objetivo</u>	95
3.	<u>Fundamento</u>	95
4.	<u>Procedimiento</u>	96
a.	Medidas de seguridad	96
b.	Preparación	97
c.	Dirección del movimiento	97
d.	Para ajustar el patrón del sistema de sifón	98
5.	<u>Funcionamiento</u>	100
E.	INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO	101
1.	<u>Limpieza Diaria</u>	101
2.	<u>Limpieza Periódica</u>	102
a.	Servicio técnico	103
b.	Almacenamiento	104
F.	GUÍA DE DIAGNOSTICO DE AVERÍAS	104
1.	<u>Instrucciones en referencia al peligro de incendios, choque eléctrico o lesiones personales.</u>	105
2.	<u>Instrucciones de seguridad importantes</u>	106

G. SEGURIDAD PERSONAL	106
H. SEGURIDAD PERSONAL	108
I. LIMPIEZA DEL EQUIPO	110
1. <u>Limpieza para cambio de pinturas o para un almacenaje temporal de más de una noche</u>	110
2. <u>Por poco tiempo (menos de una semana)</u>	111
a. Pintura al aceite o alquídica	112
V. <u>CONCLUSIONES</u>	114
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	115
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	116
ANEXOS	

## RESUMEN

En las instalaciones del laboratorio de curtición de pieles de la CIIP, de la FCP de la ESPOCH, se llevó a cabo la curtición de pieles, construcción e instalación del prototipo Airless mix para pigmentar los cueros, así como los análisis físicos y sensoriales. Se realizó un muestreo de 10 cueros curtidos al vegetal y al cromo y los resultados fueron tabulados con una estadística descriptiva. Al implementar el prototipo Airless mix, para el acabado en seco de cueros, tomando en consideración las directrices establecidas en las normativas nacionales e internacionales referentes a las pinturas, lacas y materiales, se consigue el automatizado del proceso de acabado sobre todo para cueros especiales. Se diseñó el equipo con elementos y materiales que aseguren un tiempo de vida mínimo de 5 años con el adecuado programa de mantenimiento establecido dentro del manual de operación. La evaluación de las resistencias físicas del cuero pigmentado demostraron que al utilizar cueros caprinos al cromo los resultados fueron más eficientes ya que cumplen ampliamente con las normas de calidad específicamente de flexometría (76000 flexiones), resistencia al frote en húmedo (120 ciclos), y en seco (220 ciclos). La evaluación sensorial determino que al pigmentar cueros al cromo se alcanzaron puntuaciones de excelente con promedios de poder de cobertura y tacto de de 4,60 puntos; es decir cueros muy suaves y con la pintura bien impregnada. Los costos de producción del equipo fueron de 2005,75 dólares americanos, económicamente más rentable que otros de similar uso pero de mayor costo.

## ABSTRACT

At the laboratory facilities of tanning skins CIIP (Engineering career in Cattle Industries), of the FCP (Faculty of Cattle Science) from the ESPOCH, was carried out leather tanning, Construction and installation of the prototype Airless Mix for pigmenting the leathers, as well as physical and sensory analysis. A sampling of 10 tanned leather was performed to the vegetable and chrome and the results were tabulated with a descriptive statistics. By implementing the prototype Airless Mix, for finishing leathers dry, taking into account the established guidelines set out in National and International regulations concerning paints, lacquers and materials, automated the process of finishing, especially for special leathers. The equipment with the elements and materials that ensure a life time minimum 5 years with proper maintenance program established in a manual operation. The evaluation of the physical resistance of pigmented leather, it showed that when using chrome goatskins the results were more efficient as they comply fully with the quality standards specifically of flexibility (76000 flexions ), moist rub resistance (120 cycles) and dry (220 cycles). Sensory evaluation found that the pigmented leathers chrome excellent scores were achieved with averages covering power and feel of 4,60 points; that is very soft leathers and well impregnated paint. The production costs of equipment were US \$ 2005,75, economically more profitable that other similar use but more expensive

**LISTA DE CUADROS**

N°		Pág.
1.	PARTES DE LA PIEL.	4
2.	VENTAJAS DE RECURTIDO CON DIFERENTES RECURTIENTES.	24
3.	TIPOS DE FILTROS.	56
4.	TIPOS DE BOQUILLAS.	57
5.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	61
6.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CUEROS CAPRINOS PIGMENTADOS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DEL DISPOSITIVO MECÁNICO AIRLESS MIX DISEÑADO E IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.	82
7.	EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS PIGMENTADOS EN LA MÁQUINA AIRLESS MIX, DISEÑADO E IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.	90
8.	PROYECCIÓN ECONÓMICA.	113

**LISTA DE GRÁFICOS**

N°		Pág.
1.	Ciclo cumplido por el compresor del Airless Mix	75
2.	Resistencia a la flexometría de los cueros caprinos pigmentados en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.	84
3.	Resistencia a la fricción en húmedo de los cueros caprinos pigmentados en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.	86
4.	Resistencia a la fricción en seco de los cueros caprinos pigmentados en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.	88
5.	Poder de cobertura de los cueros caprinos pigmentados en la máquina Airless Mix, diseñado e implementado en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Pecuarias.	92
6.	Tacto de los cueros caprinos pigmentados en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.	94

**LISTA DE FIGURAS**

N°		Pág.
1.	Patrón de baja velocidad.	60
2.	Fuente de suministro de aire filtrado regulado.	60
3.	Pinza de sujeción inferior (fija) y ubicación de la probeta.	68
4.	Dirección del movimiento de la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.	97
5.	Regulador del compresor.	98
6.	Perilla de control de fluido.	99
7.	Patrón de la pieza de prueba.	99
8.	Inicio del funcionamiento del prototipo mecánico Airless mix.	100
9.	Secuencias de cuando oprimir y soltar el gatillo.	101
10.	Empates entre cada mano del Airless mix.	101

**LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

N°		Pág.
1.	Preparación de la probeta de cuero.	67
2.	Equipo para la determinación de la flexometría del cuero.	69
3	Equipo para medir la resistencia al frote en seco y en húmedo de los cueros.	71
4	Máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.	98

## LISTA DE ANEXOS

N°

1. Resistencia a la flexometría del cuero caprino pigmentado en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.
2. Resistencia al frote en húmedo del cuero caprino pigmentado en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.
3. Resistencia al frote en seco del cuero caprino pigmentado en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias. de
4. Poder de cobertura del cuero caprino pigmentado en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio la facultad de Ciencias Pecuarias.
5. Proceso de pigmentación e los cueros utilizando el prototipo mecánico Airless mix.
6. Prototipo de atomizado AIRLESS Mix.
7. Receta para la curtiembre al cromo de pieles caprinas.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El cuero es un material proteico fibroso (colágeno) que se trata químicamente con material curtiente, generalmente cromo, para obtener las propiedades físicas deseadas para el fin al cual se destinará. El control de calidad, permitirá predecir el comportamiento del material en el uso práctico, servirá para desarrollar nuevos productos o formulaciones empleando materiales o combinaciones diferentes a los ya utilizados, además nos ayudará a verificar si se cumple con los estándares de calidad de normas nacionales e internacionales. La industria del cuero sufre constantes cambios, lo que conlleva serios retos para quienes se dedican a este tipo de actividad, debido a que la evolución de los colores va de la mano con la evolución de la industria y teniendo estrecha relación con el precio y con los equipos a utilizar debido a que los pequeños artesanos no se encuentran en condiciones económicas de adquirir maquinaria industrial para competir con grandes empresas que poseen estas como equipamiento fijo de su industria, por otro lado la relación antes mencionada da como resultado que el mercado sea cada vez más exigente en cuanto al acabado de los cueros.

Los cueros curtidos deben ser sometidos a un proceso de acabo en seco para lo cual es justificativo el diseño e implementación de la máquina de pulverizado airless mix que está dotado de un sistema de presión mismo que aplica presión al envase de pintura para suministrarle pintura a la pistola la principal ventaja que obtenemos al utilizar este sistema es que no hace falta que las pinturas estén muy diluidas ya que la presión ayuda que la pintura salga pulverizada en forma de niebla y cubra la superficie que se desea pintar en su totalidad, obteniendo un acabado tipo charol, lo que ayuda que el acabado sea de mejor calidad sin necesidad de aplicar capas súper cargadas para los acabados de los cueros que resulta en un acabado poco natural, la pistola por su parte tiene un grado de rendimiento de aplicación arriba del 65% ya que tiene una presión máxima de 0,7 bar o 10 psi en la boquilla.

Para el diseño del prototipo mecánico llamado Airless se han probado varias alternativas que resulten beneficiosas no solo en el rubro económico sino más

bien en el aspecto de cuidado del medio ambiente ya que la aplicación tradicional involucro gasto y desperdicio de pintura que resulta muy contaminante para los residuos sólidos y líquidos de las curtiembres, El equipo airless No requiere aire comprimido directo para la aspersion del producto, proporcionando un alto rendimiento, un importante ahorro de material y mínimas dispersiones. Luego de realizar los acabados en seco con el sistema de atomizado airless mix a los cueros de cabra curtidos, con la finalidad de demostrar la resistencia del cuero deben ser sometidos a pruebas de resistencia a la abrasión de frote en seco y húmedo, resistencia a la flexión del cuero. El equipo utilizado para dar los acabados en seco a las pieles de cabra curtidas es un prototipo de pulverizado airless mix, la implementación de este equipo en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH es de suma importancia, ya que fomenta la formación académica de los estudiantes de la FCP, pudiendo ser un referente principal para alguna empresa u otra institución de educación, por lo cual los objetivos planteados fueron:

- Implementación de un prototipo de atomizado airless mix para el acabado en seco de cueros en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias
- Diseñar un prototipo atomizado para realizar los acabados en seco de los cueros en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.
- Construir e instalar un prototipo de atomizado airless mix para el acabado en seco de cueros, seleccionando los materiales y métodos constructivos que más se ajusten al diseño del mismo.
- Comprobar el funcionamiento del prototipo de atomizado realizando ensayos en pieles de cabra curtidas, y compararlos con las normas europeas para el control de calidad del cuero.
- Evaluar los costos de construcción, instalación y funcionamiento del prototipo de atomizado airless mix

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. LA PIEL

Aneiros, M. (2005), reporta que la piel es órgano que sirve de protección externa al cuerpo de los animales, con varias capas y anexos como glándulas, escamas, pelo y plumas extendido sobre todo el cuerpo del animal.

#### 1. Histología de la piel

Graves, R. (2008), menciona que 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. 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".
- La dermis o córium. Es la parte primordial para el curtidor, porque es la que se transforma en cuero. Se pueden distinguir tres partes, que se describen en el (cuadro 1):

Cuadro 1. PARTES DE LA PIEL.

DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Flor	Es una capa papilar llamada con fibras elásticas, vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y fibras de colágeno finas y orientadas preferentemente según un eje perpendicular.
Seraje	Es una capa reticular, con células conjuntivas y fibras de colágeno oblicuas y más gruesas que las de la capa anterior.
Carnaza	Es la capa lamelar o tejido subcutáneo 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.

Fuente: <http://www.cueronet.com>.(2014).

## B. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIEL

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que La piel fresca está formada por un retículo de proteínas fibrosas bañadas por un líquido acuoso que contiene proteínas globulares, grasas, sustancias minerales y orgánicas.

- Agua: 64 %.
- Proteínas: 33 %.
- Grasas: 2 %.
- Sustancias minerales: 0,5 %.
- Otras sustancias: 0,5%.

Cotance, A. (2004), manifiesta que entre estos valores el contenido de agua en la piel es el que se destaca. Aproximadamente un 20 % de esta agua se encuentra

combinado con las fibras de colágeno de forma similar. Del total de proteínas que tiene la piel aproximadamente un 94 a 95 % es colágeno, 1 % elastina, 1 a 2% queratina y el resto son proteínas no fibrosas. La piel vacuna contiene poca grasa, la de cerdo de 4 a 40 %, en los ovinos de 3 a 30 % y en las de cabra de 3 al 10 %. Estos porcentajes se encuentran calculados sobre piel seca, de estas cantidades el 75 a 80 % son triglicéridos. Las proteínas de la piel se clasifican en dos grandes grupos que son las fibrosas y las globulares.

Soler, J. (2004), reporta que Las proteínas fibrosas son la queratina, el colágeno y la elastina, a las globulares pertenecen las albúminas y las globulinas. Las queratinas son las proteínas que forman el pelo y la epidermis, se caracteriza por el elevado contenido en su molécula del aminoácido cistina, cuyos porcentajes sobre peso de proteína varían entre los valores de 4 al 18%. Químicamente es más reactivo que la elastina pero menos que las proteínas globulares. Las proteínas globulares se encuentran en la piel formando parte de la substancia intercelular, proceden del protoplasma de las células vivas de la piel. Son fácilmente solubles y muy reactivas químicamente.

ArMendariz,V. (2013), indica que Entre los lípidos que contiene la piel los más abundantes son los triglicéridos. Los triglicéridos forman depósitos que sirven de reserva nutritiva para el animal. Se encuentran diluidos por toda la dermis, pero se acumulan sobre todo en el tejido subcutáneo, constituyendo el tejido adiposo. En el gráfico 1, se ilustra el esquema de la piel.

## **1. Funciones de la piel**

Cordero, B. (2010), especifica que la piel es un órgano vital que tiene funciones específicas:

- Órgano de protección, Reserva sanguínea.

- Termorregulación es decir cumple con la función de mantener la temperatura corporal.
- Capacidad sensorial ya que posee diseminados en toda su superficie una serie de ramificaciones nerviosas con funciones motoras.
- Actúa como depósito de determinadas sustancia química, como los lípidos.

### **C. PIEL CAPRINA**

Jacinto, M. (2000), señala que las pieles caprinas presentan una estructura fibrosa muy compacta, con fibras meduladas en toda su extensión. Estas pieles, muy finas, son destinadas a la alta confección de vestidos, calzados y guantes de elevada calidad. La piel puede convertirse en una de las mayores fuentes de lucro para el productor de caprinos.

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

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

- Cabras hembras de más de 6 meses de edad.
- Machetes, machos de más de 6 meses de edad.

Bülher.B, (2000), indica que la piel fresca de cabra, en algunos aspectos se parece a la vacuna, y, en otros a la de la oveja. Sin embargo la piel de cabra tiene una estructura característica debido a que su epidermis es muy delgada. La capa de la flor ocupa más de la mitad del total del espesor de la dermis. Las glándulas y las células grasas que son las responsables de la esponjosidad del cuero de oveja son mucho menos abundantes en las pieles de cabra. Los cueros de cabras, cabritos y cabrillas, tienen mucha demanda en el mercado pagándose muy buenos precios por ellos. Lo importante, es acondicionarlos en forma adecuada para que no se estropeen y no pierdan su valor. (Brizuela.H, 2013)

## **D. CURTIDO DEL CUERO**

### **1. Operaciones de ribera para la curtición de pieles caprinas**

Brizuela.H, (2013), manifiesta que de las cabras se obtienen pieles muy finas destinándose estas a la confección de zapatos, de alto precio, guantes y otras obras. De los animales más jóvenes se obtienen cueros más finos y de mayor valor como es la cabretilla. El proceso de curtición del cuero de cabra, consta de tres etapas definidas, en tres áreas de trabajo sectorizadas: Ribera - Curtido sea este de origen mineral utilizando el cromo o con extractos vegetales y Acabado y se realizan de la siguiente manera:

#### **a. Ribera**

Brizuela. H, (2013), señala que todas las operaciones anteriores al curtido propiamente dicho efectuándose las siguientes operaciones.

- Remojo y lavado para eliminar sal, tierra, sangre, estiércol, etc., que estuvieren adheridos al cuero.

- Embadurnado químico con Sulfuro de Sodio y cal, aplicado a efectos de obtener el aflojamiento y posterior eliminación de los pelos.
- Descanso, para permitir la penetración de los productos aplicados, con una duración variable que depende de la temperatura ambiente.
- Pelado, que puede hacerse manualmente o con máquina especial, y apelambrado en aspas.

Brizuela.H, (2013), indica que cuando los cueros salen de este proceso llevan restos de pelos en los bordes y/o lomos; por lo que se colocan en piletas con aspas giratorias con soluciones diluidas en sulfuro de sodio y cal, para eliminar totalmente restos de pelos, bulbos y raíces. Estas piletas quedan alternativamente en movimiento durante 48 horas, según lo aconseje el avance del proceso.

#### **b. Pelambre y calero**

Según <http://www.cueronet.com>.(2014), la finalidad del pelambre y encalado es destruir o ablandar la epidermis para que se desprenda el pelo, lana o escamas. Destruir las glándulas sudoríparas, nervios, venas y vasos sanguíneos de la piel; ablandar y destruir tejidos interfibrilares que mantienen unidas las fibrillas, hinchar fibras y fibrillas para facilitar la penetración de las materias curtientes, hinchar y esponjar la carne y tejidos conjuntivos laxos en la cara de la carne para facilitar su posterior eliminación. La cal actúa sobre las proteínas globulares produciendo su hidrólisis, el desdoblamiento gradual y su solubilización en forma de moléculas cada vez más pequeñas. Las sustancias utilizadas en el encalado con cal son:

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

### **c. Descarnado**

Hidalgo.L, (2004), señala que La operación del descarnado tiene como objeto eliminar adherencias de la piel de tejido adiposo, grasa y muscular en las primeras etapas de fabricación para facilitar la penetración de los productos químicos en las fases posteriores, este proceso se puede realizar en la piel en remojo siendo más adecuado realizarlo en la piel en tripa. La piel está constituida por las siguientes capas: epidermis, dermis y endodermis. La primera es eliminada en la depilación y apelmbrado y la tercera está constituida por fibras horizontales atravesadas por vasos sanguíneos. Generalmente quedan en esta parte de la piel, trozos de carne (músculos) o tejido adiposo (grasa). Con la operación de descarnado se eliminan estos componentes, para hacer frente a los procesos posteriores y para evitar el desarrollo de bacterias en el cuero por descomposición. El descarnado se efectúa haciendo pasar la piel por una máquina que contiene un cilindro de transporte y agarre entre un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales afiladas por el movimiento de estos dos cilindros. La piel circula en sentido contrario al cilindro de cuchillas, el cual está ajustado de forma tal que presiona la piel para cortar sólo el tejido conjuntivo subcutáneo.

### **d. Desencalado y purga enzimática**

Brizuela.H, (2013), manifiesta que la cal se encuentra con la piel en estado de tripa, en tres formas:

- Combinada con la piel.
- Disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares.
- Depositada bajo la forma de lodo sobre las fibras o como jabones cálcicos formados por saponificación de las grasas del apelmbrado.

Soler, J. (2015), indica que una parte de la cal es eliminada por medio de un lavado y luego, para que continúe el proceso, se lo hace mediante el empleo de

ácido (clorhídrico o láctico), o mediante sales amoniacales, (sulfato de amonio o cloruro de amonio), de sales ácidas (bisulfito de sodio). Los agentes químicos de descalcado deben proporcionar sales cálcicas solubles, fácilmente eliminables con agua y que no tengan efectos de hinchamiento o hidrotópico (aflojamiento de la estructura fibrosa) sobre el colágeno. Es conveniente en esta operación una elevación de la temperatura para reducir la resistencia que las fibras hinchadas, oponen a la tensión natural del tejido fibroso, esto hace que disminuya suficientemente la histeresis del hinchamiento. El objeto de este proceso es:

- Eliminar la cal adherida o absorbida por la piel en sus partes exteriores.
- Eliminar la cal de los espacios interfibrilares.
- Eliminar en algunos casos la cal combinada con el colágeno.
- Deshinchar la piel dándole morbidez.
- Ajustar en 8 el pH de la piel para la realización del proceso de purga.

Brizuela.H, (2013), reporta que como el descalcado no basta para obtener la pastosidad o toque que debe tener el cuero y como preparación para la curtición, las pieles descalcadas, deben experimentar otro proceso que es un ataque enzimático llamado purga. Mediante la acción de las enzimas proteolíticas, las pieles sufren modificaciones extraordinarias que detallamos:

- Torna la piel flácida, perdiendo su resistencia, pudiéndose observar que al presionar con el pulgar persiste por más tiempo la marca de éste.
- Abre la estructura fibrosa, notándose por la facilidad con que pasa el aire por los poros de la piel.
- La flor se modifica para un toque sedoso, un grano bajo y un folículo menos prominente y la piel queda más blanda y más morbida.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que si pasamos de un nivel macroscópico a un nivel microscópico y aún molecular, sucede lo siguiente:

- Algunas cadenas de aminoácidos del colágeno son cortadas en uno o más lugares (peptización).
- Degradación de las fibras de elastina por la acción de enzimas elastolíticas.
- Eliminación del repelo, que está compuesto por restos epidérmicos, raíces de pelos, pelo fino, pigmentos, grasas, restos de glándulas sebáceas y sudoríferas.
- Saponificación de jabones cálcicos y grasas no descompuestas durante el encalado, es decir, que se libera el ácido graso de su combinación y se forman jabones de amonio, sodio, que son fácilmente eliminables con agua. Ello se debe a que las purgas comerciales contienen lipasas que son enzimas que saponifican las grasas.

#### **e. Piquelado**

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

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

Brizuela.H, (2013), manifiesta que el piquelado consiste en tratar la piel, primero, en un baño de agua con sal para prevenir el hidratamiento de la piel, con el agregado posterior del ácido mineral. Es costumbre también usar el sistema de piquelado buffercado o tamponado, es decir con un agregado previo al ácido de formiato de calcio o sodio y el agregado de ácido fórmico antes del ácido mineral. Estos sistemas de piquelado o buffercado se basan en que las variaciones de pH del sistema son mínimas, quedando una amplia reserva de ácido en el baño con lo que obtenemos:

- Una rápida difusión de la sal curtiente de cromo hacia el interior de la piel y por lo tanto se evita una curtición superficial.
- Una flor más fina y firme en el cuero final.

Gratacos, E. (2002), indica que la razón por la cual se piqueta es para efectuar un ajuste del pH. En la purga se trabaja con un valor de 8 y para curtir se debe llegar de 2,8 a 3,5, decidiéndolo la práctica del curtidor y las características del producto final a obtener. Se busca al comienzo de la curtición que la reacción cromocolágena sea lenta, que cuando la piel está precurtida, o sea con su estructura fijada, no se va a encoger ni modificar. Se intensifica la reacción para completarla en un tiempo razonable, mediante la basificación, o sea el agregado de un alcalino (bicarbonato de sodio) o soda solvay. Mediante el piquelado se preparan las pieles para el curtido al cromo, evitando así un curtido inicial intenso que redundaría en perjuicio de la calidad del cuero final, para lo cual la piel debe ser ácida, por lo que usamos un ácido previo con el agregado de cal que evita a la vez el hinchamiento precisamente ácido.

#### **f. Precurtición y curtido**

Grunfeld, A. (2008), manifiesta que se prepara el cuero para el curtido fijando la estructura del mismo y ajustando el pH de modo que la curtición se opere suavemente y sin astringencia que produzca crispaciones de la flor o la sobrecarga de la misma con materiales curtientes. Mediante la curtición se

transforma la piel en cuero. Un cuero curtido debe cumplir las siguientes condiciones:

- Resistencia hidrotérmica, es decir que según el curtido, debe tener en agua en ebullición, una temperatura mayor que el colágeno crudo.
- El colágeno curtido en condiciones húmedas, debe resistir el ataque de las enzimas.
- Debe tener una estabilidad química tal, que los cueros no sufran deterioro bajo condiciones de uso o almacenamiento.
- Debe retener las propiedades físicas de la estructura fibrosa de la piel natural.
- Se llega así al concepto de curtición por la comprobación de las propiedades del producto resultante, tomándolos como criterios de curtición.

Frankel, A. (2004), reporta que la curtición consiste en la estabilización de la proteína de la piel por tratamiento de un agente curtiente, luego de todas las condiciones de penetración y acceso a los lugares de reacción de la piel, derivadas de su tamaño molecular y capacidad difusora en medio acuoso y por reacción química, irreversible, con el colágeno produce reticulación, o sea uniones transversales entre cadenas peptídicas vecinas y da lugar a un aumento de la temperatura de encogimiento del colágeno, una mayor estabilidad de la digestión proteolítica en húmedo y un secado de la misma sin que presente un carácter córneo.

Hidalgo, L. (2004), indica que escapa a la finalidad de esta reseña tratar los fenómenos físicos-químicos que se producen durante la curtición, o que son de naturaleza compleja. La técnica generalmente usada, es la de la curtición al cromo en un solo baño. Una vez piqueladas las pieles se puede escurrir la mitad del baño y curtir sobre él o desagotarlo totalmente en baño nuevo, en este caso con agregado de sal. Es práctica generalizada usar sales curtientes de cromo en polvo (secadas en spray), las que se agregan por la puerta del fulón y luego de

dos o tres horas y media de rotación, se basifica con bicarbonato de sodio y luego se rota por otras tres horas más, dándose por finalizada la curtición al alcanzar un pH de 3,7 a 3,9 o de 3,8 a 4 y la resistencia consiguiente al encogimiento en agua en ebullición.

## **E. CROMO**

Peña.S, (2002), indica que el cromo es un metal pesado, la toxicidad sistemática del cromo se debe especialmente a los derivados hexavalentes que, a los trivalentes. El cromo trivalente presente en los residuos de piel curtida puede sufrir modificaciones en sus propiedades químicas según el ambiente en que se encuentre. De hecho, cuando se encuentra en un medio básico o se combustiona en presencia de cal u otra sustancia alcalina, tiende a transformarse a cromo hexavalente, forma mucho más tóxica de este metal.

### **1. Curtición al cromo**

Córdova, R. (2000), menciona que en la actualidad el curtido con cromo, en combinación con otros minerales como taninos, es muy importante en la industria peletera, ya que ha disminuido el tiempo de curtido, el cromo difiere en su efecto sobre el curtido vegetal, en cuanto a la relación de absorción y retención de humedad.) En esta curtición mineral se emplea sales de cromo para producir una piel azulada o verdosa que es más resistente al calor y se usa para pieles de vestido, calzado e industriales. La acción del cromo, convierte a la piel en cuero, un material estable, impidiendo su degradación. Después de la curtición al cromo, el cuero se escurre, rebaja y divide mecánicamente para obtener el "wet blue", un producto cuyo nombre se debe al color azul del sulfato de cromo.

Viñan, A. (2006), manifiesta que el cromo por su capacidad de formar complejos con los aniones carboxílicos se anionizan y repele los ligandos aquo, que al basificarse se reemplazan por oxhidrilos aumentando el tamaño del complejo. Los puentes de OH son muy estables y resisten la disociación. Esta es la ventaja del

chromo frente al Al, Fe, Ti, etc. El efecto curtiente se consigue cuando la basificación del complejo alcanza del 30 al 50%, y cada molécula tiene de 2 a 4 átomos de chromo. La operación de curtido se realiza en tambores rotatorios con  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ , y para evitar que la piel se hinche se piqueta con NaCl y ácido sulfúrico o fórmico. El Proceso de curtido se basifica con bicarbonato de sodio.

#### **a. Sales curtientes de chromo**

Adzet.J, (2005), reporta que de las diferentes sales de chromo tienen aplicación práctica en la curtición en pieles: alumbre de chromo, dicromatos, y los sulfatos básicos de chromo.

#### **b. Alumbre de chromo**

Se obtiene como subproducto de la industria orgánica. Cristaliza de las disoluciones de sulfato de chromo trivalente a las que se ha añadido sulfito potásico, haciéndolo en forma de grandes octaedros de color violeta oscuro y de fórmula  $(\text{SO}_4)_3 \text{Cr}_2 \cdot \text{SO}_4 \text{K}_2 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  cuyo peso molecular es 998.9 g; estos cristales no son higroscópicos. El alumbre de chromo técnico contiene alrededor del 15% de óxido de chromo y 17% de sulfato potásico. Una solución saturada a 20°C y preparada en frío, contiene 18.3% de alumbre de chromo por cada 100 cc de agua. El alumbre de chromo es más soluble en caliente que es frío pero para disminuir su hidrólisis se acostumbra a disolver en agua tibia. (Adzet.J, 2005)

#### **c. Dicromatos**

Soler, J. 2005), indica que La materia prima para su obtención es la cromita  $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{FeO}$  óxido doble de hierro y chromo, y, más raramente la crocoita  $\text{CrO}_4\text{Pb}$ . La cromita se muele finamente y se mezcla con cal y carbonato sódico, y se calienta a 1100-1200 °C en hornos de plato giratorio con fuerte entrada de aire.

#### **d. Sulfato básico de cromo**

Adzet.J, (2005), manifiesta que para su obtención se parte del dicromato sódico que se reduce a cromo trivalente en medio ácido utilizando como reductor productos orgánicos tales como la glucosa, melazas, almidón, glicerina o bien productos inorgánicos tales como el anhídrido sulfuroso, bisulfitos, sulfitos y tiosulfatos.

### **2. Factores que regulan la curtición al cromo**

Adzet.J, (2005), indica que además de los factores comunes a todas las operaciones realizadas en bombo, tales como la velocidad y características del bombo, hay otros que son propios de la curtición con sales de cromo; entre estos podemos citar.

#### **a. Características de la piel piquelada**

Artigas, M. (2007), señala que la piel en tripa que ha sufrido el tratamiento de pelambre y calero presenta un punto isoeléctrico de alrededor de 5.2 y por consiguiente una vez piquelada a pH más ácido tendrá mayoría de grupos catiónicos. Al considerar cada fibra determinada en estado húmedo que se encuentra en forma sólida, nos damos cuenta que en conjunto son neutras, ya que al lado de cada grupo positivo en soluble existirá un anión de la solución que neutralizara su carga y al lado de cada grupo negativo existirá un catión. Es decir que bajo el punto de vista macroscópico las fibras de cuero pueden considerarse como neutras. Si bien es cierto que a niveles de grupos reactivos según sea el pH y el tipo de grupo tendrán carga positiva, nula o negativa.

Schorlemmer, P. (2002), indica que La penetración en la piel de las sales de cromo en forma catiónica o aniónica, aunque en realidad sabemos que son neutras, se puede considerar como un fenómeno físico y deberían penetrar a la misma velocidad. Una de las formas de fijación de la sal de cromo sobre la

sustancia piel es por coordinación a los grupos carboxílicos de las cadenas transversales del colágeno. El colágeno contiene un 5,5 % de ácido aspártico y 11,3 % de ácido glutámico cuyos valores pK son 3,76 y 4,2 respectivamente. El valor de pK para los grupos carboxílicos de las cadenas laterales de la lana es 4.3 el colágeno que posee mayor proporción de ácido aspártico debe tener un valor de pK ligeramente inferior al de la lana. Ello lleva consigo que a un pH 4.0 solo la mitad de los grupos carboxílicos del colágenos estarán disociados y por consiguiente con condiciones de poderse coordinar con las sales de cromo. Para los valores de pH 3,0 - 3,6 que normalmente se emplean en la curtición al cromo, solo una parte de los grupos carboxílicos estarán ionizados y disponibles para la coordinación. Se puede lograr una mayor fijación de cromo si se emplean sales enmascaradas que sean solubles a valores de pH más elevados. La sal de cromo catiónica es más astringente y presenta una mayor facilidad para coordinarse con los grupos carboxílicos ionizados ya que cargas de distintos signos se atraen. Las sales de cromo aniónicas por tener la misma carga que los grupos carboxílicos se repelaran dificultando su coordinación.

Bacarditt, A. (2004), reporta que para valores de pH fuertemente ácidos, por ejemplo pH 1, los grupos carboxílicos del colágeno estarán muy poco ionizados y las sales de cromo incluso en cantidad reducida penetran muy bien todo el espesor de la piel. A valores de pH menos ácidos se encontraran más grupos carboxílicos ionizados y las posibilidades de coordinación con las sales de cromo serán mayores. En igualdad de todas las otras condiciones la piel debe atravesarse más fácilmente con una sal de cromo aniónica que con una sal de cromo catiónica.

#### **b. Adición de sales neutras**

Gratacos, S. (2003), reporta que a los valores de pH del piquel es necesario añadir sales neutras a la piel para evitar que sufra un hinchamiento ácido. En caso de que se produjera se reduciría los espacios interfibrilares lo que dificultaría extraordinariamente la penetración de las sales de cromo. Por un lado la piel piquelada contiene alrededor de un 6% de cloruro sódico y sal de cromo

comercial un 30% de sulfato sódico sobre peso seca de la sal de cromo. Por consiguiente el baño de curtición al cromo contendrá muchas sales y aún más si la curtición se realiza en el propio baño de piquel. El efecto de las sales neutras sobre la fijación de cromo a la piel depende de su naturaleza.

### **c. Tamaño de los complejos**

Hidalgo, L. (2004), menciona que en igualdad de otras condiciones la cantidad de cromo fijado por la piel viene determinada por el tamaño de los complejos de cromo, que aumentarían su astringencia al aumentar el tamaño, esta característica también influiría sobre la penetración de la sal de cromo hacia el interior de la piel.

### **d. Concentración y basicidad**

Soler, J. (2008), reporta que al curtir polvo de piel en el laboratorio con concentraciones crecientes de sales de cromo básicas se observa un aumento del porcentaje de óxido de cromo fijado en el polvo de piel hasta alcanzar un valor máximo. Un aumento posterior de la concentración en sal de cromo del baño disminuye la cantidad de óxido de cromo que se fija sobre el polvo de la piel. La cantidad de baño que utilizamos en curtición influye sobre la hidrólisis y reactividad de la sal de cromo. Las soluciones concentradas de licores de cromo contienen mayor cantidad de complejos aniónicos y no iónicos. En principio al aumentar la concentración de la sal de cromo parece que debería haber una mayor fijación, no obstante como desaparecen complejos catiónicos disminuye la reactividad del cromo para con la piel. Los principales agentes de basificación de las sales de cromo han sido el bicarbonato y carbonato sódicos, aunque también se han utilizado otros productos alcalinos, tales como el bórax, bisulfito, sulfito.

### **e. Temperatura**

Adzet, J. (2005), manifiesta que como la piel piquelada se contrae a temperaturas superiores a los 40 °C, al principio debe trabajarse a temperatura ambiente y una

vez el cuero está atravesado con las sales de cromo puede iniciarse la elevación gradual de la temperatura del baño de curtición. El aumento de temperatura puede lograrse por acción mecánica empleando baños cortos y bombos rápidos, empleando resistencias de calefacción o introduciendo vapor dentro del bombo. El aumento de temperatura favorece la disolución de la sal de cromo, su hidrólisis, que hace disminuir el valor de pH del baño de curtición, aumenta el grado de polimerización de las moléculas de cromo, es decir su tamaño y astringencia así como la formación de complejos es más rápida y efectiva.

Fontalvo, J. (2009), señala que cuando los complejos de cromo han atravesado la piel el aumento de la temperatura se considera beneficioso ya que por un lado favorece la velocidad de difusión de las moléculas de cromo y por otro lado aumenta la velocidad de reacción entre el cromo y el colágeno lo que permite obtener un mejor agotamiento de los baños residuales. Al trabajar a temperaturas superiores a las normales se produce un aumento de la hidrólisis que hace innecesario la adición de productos alcalinos para la basificación, lo cual facilita una distribución uniforme de la sal de cromo en todo el espesor de la piel, que además absorbe mayor cantidad de óxido de cromo. En la curtición al cromo en caliente se fijan de preferencia sobre la piel los compuestos de cromo más básicos, quedando en el baño residual los compuestos de cromo de menos basicidad. Al realizar la curtición al cromo en caliente se obtiene un cuero más lleno y más blando que presenta un mejor tacto. Los valores obtenidos en los ensayos físicos del cuero son parecidos a los del cuero curtido a temperatura ambiente, que contenga la misma cantidad de óxido de cromo.

#### **f. Enmascaramiento**

Lacerca, M. (2009), menciona que El enmascaramiento de las sales de cromo se utiliza para hacerlos más suaves y poder obtener pieles de flor más finas, mas llenas y más suaves. En la práctica raramente se utiliza más de un mol del ion enmascarante por mol de óxido de cromo. Algunos extractos vegetales y sintanes pueden tener un pronunciado efecto enmascarante, los agente quelantes, se utilizan para ablandar el agua, también actúan como agentes enmascarantes de

las sales de cromo. Enmascarando la curtición al cromo se obtiene un cuero menos catiónico, es decir que tiene menor capacidad de reaccionar con los compuestos aniónicos. Los colorantes ácidos y directos, taninos vegetales y aceites sulfonados penetran mejor el cuero curtido con sales enmascaradas. Utilizando las mismas cantidades de productos sobre un cuero curtido con sales de cromo enmascaradas se obtienen matices de pinturas más pálidas y más igualadas y cueros acabados más llenos y suaves debido a la mejor distribución del cromo y a la mejor penetración de las grasas.

Según <http://www.cueronet.acabados.com>.(2015), si un cuero curtido al cromo húmedo, es decir en estado de wetblue, se trata con una solución fuertemente enmascarante, es posible separar de la piel parte de cromo fijado sobre el cuero, especialmente de las capas externas. Una muestra de ello es el blanqueo del cuero al cromo al tratarlo con ácido oxálico, cuyo anión tiene una gran capacidad de enmascaramiento, tanto que rompe el enlace entre el átomo de cromo y los grupos carboxílicos de la piel.

### **3. Beneficios de la curtición al cromo**

Trautmann.A, (2009), manifiesta que el cuero curtido al cromo húmedo resiste bien temperaturas de 100°C y una vez seco aguanta la temperatura del vulcanizado que se sitúa alrededor de los 13°C. Los cueros curtidos al cromo que contienen porcentajes elevados de óxido de cromo, en estado seco pueden resistir sin daño temperaturas del orden de los 300°C. Estos tipos de cueros se utilizan en las fundiciones en artículos de protección al trabajo. La piel curtida al cromo seca posee en su interior un gran número de espacios vacíos en forma de canales microscópicos localizados entre las fibras curtidas.

Hidalgo, L (2004), indica que estos poros que presenta la piel permiten que los cuerpos gaseosos tales como el aire y el vapor de agua puedan pasar a través con relativa facilidad, propiedad que se denomina permeabilidad a los gases y vapores. Esta característica del cuero al cromo es común a todos los cueros de

curtición mineral. En cuanto a lo que hace referencia a la resistencia física de una piel curtida al cromo. La parte más importante es la de corion ya que la capa flor es poco resistente. En el cuero curtido el cromo se observa que al aumentar el contenido en óxido de cromo disminuye la resistencia física pero si aumentamos su contenido en grasa se incrementa su resistencia a la tracción.

#### **a. Características de la piel curtida al cromo**

Para <http://www.glosarioacabados.htm>.(2015), las principales características de la piel curtida con cromo con las siguientes, según lo informa

- Ligero
- Alta resistencia a la tensión
- Buena estabilidad química
- Versátil
- Se logran matices brillantes
- Buena permeabilidad, pero conservando ser Repelente al agua
- Método de curtido rápido
- Capacidad para fijado térmico

#### **F. ACABADO DE PIELES**

Hidalgo, L. (2004), señala que como parte final del proceso de fabricación del cuero existen las operaciones de acabado en húmedo y es en ella donde debemos obtener las características finales del artículo que estamos produciendo, estas operaciones se las realizan una vez que las pieles se han secado, luego se deben acondicionar, ablandarse y volver a secar tensadas para que queden lo más planas posibles, este conjunto de las operaciones de acabado es la parte más complicada de toda la fabricación. El acabado influye de forma esencial sobre el aspecto, tacto y solidez de la piel. Esta serie de tratamientos a la cual se somete la piel curtida es para proporcionar mejoras y obtener determinadas propiedades, los procesamientos en fase húmeda nos permiten la valiosa

oportunidad de realizar el procesamiento de una piel de manera completa. Muchas de las pieles de las que partimos, fueron procesadas por nosotros mismos, entonces al darles el acabado final, obtenemos la gratificación y la satisfacción de terminar completamente una piel y casi vivir paso a paso su transformación, desde la piel cruda de aspecto y olor desagradable hasta llegar a un producto bello y útil.

Bacardit, A. (2004), indica que dependiendo del tipo de piel y del aspecto final que se le quiera dar y dependiendo a su vez del artículo específico al que irá destinado se utilizan ciertos productos y se aplican de cierta forma, se usan determinados porcentajes, etc. El acabado ha sido considerado hasta la fecha como la parte más empírica y menos científica de la fabricación del curtido, si con ello entendemos que solo pueden desarrollarse acabados nuevos en base a pruebas experimentales. Existen tipos de acabados como ideas pueda haber en la mente artística de un acabador de pieles, diferentes texturas, tactos, brillos, degradaciones, efectos, en fin todo lo que nuestros sentidos puedan captar. Todos estos efectos van determinados por la moda que define parámetros específicos sobre la apariencia de los acabados. De todas maneras existen artículos que aún se conservan a pesar de los dictámenes de la moda. Los procesos que componen el acabado en húmedo son:

#### **a. Neutralizado**

Brizuela.H, (2013), señala que el neutralizado consiste en tratar el cuero con formiato de calcio y bicarbonato de sodio durante un tiempo determinado, con el objeto de reducir la acidez del cuero, influir sobre la carga del cuero, influencia del anión, el cambio que se opera sobre el complejo cromo-colágeno y modificación del puente isoeléctrico del colágeno; lo que influye sobre el recurtido, teñido y engrase. En este momento del proceso, se tiene un cuero curtido al cromo, estacionado, rebajado y escurrido que aún está húmedo. Con modernos aparatos de secado y máquinas de acabado se realizan estos trabajos, además se utilizan diferentes resinas de terminación o acabado para resaltar el acabado del cuero y poder competir en un mercado exigente. Con el recurtido se logra:

- Plenitud del aspecto de la flor del cuero.
- Firmeza de la flor, al unirla a las capas subyacentes del cuero, evitando que se mueva o presente arrugas evidentes al flexionar el cuero hacia adentro.
- Flor suave sin asperezas ni crispaciones.
- Tacto suave y toque lleno y pastoso.
- Adecuada capacidad de absorción de la terminación, evitando que penetre demasiado a fondo en el cuero.

Para <http://www.neutralizado.com>.(2014), el cuero curtido que es sometido a la curtición con cromo es fuertemente catiónico, la neutralización tiene como objetivo disminuir este carácter catiónico, para luego poder penetrar con los productos que se utilizan posteriormente, como son las anilinas, recurtientes y engrasantes, entre otros, los cuales generalmente son aniónicos. A este proceso sería más adecuado llamarle desacidulación que neutralización porque se refiere sobre eliminar los ácidos libres formados y porque muy raramente se trata el cuero hasta el punto neutro. Las normas de calidad para el cuero acabado, tanto en el caso de cueros de curtición vegetal como de cueros de curtición al cromo, establecen que el valor de pH del extracto acuoso del cuero debe ser igual o mayor que 4,5 y el valor de pH diferencial 0,7 como máximo. Cuando se obtienen éstos valores para un cuero éste no posee ácidos fuertes libres y por consiguiente tendrá un buen comportamiento al almacenamiento.

#### **b. Recurtido**

Thorstensen, E. (2002), manifiestan que la recurtición de pieles caprinas es el tratamiento del cuero curtido con uno o más productos químicos para completar el curtido o darle características finales al cuero que no son obtenibles con la sola curtición convencional. El recurtido con resinas produce en general más relleno y puede no disminuir tanto la intensidad del teñido. Tienen tendencia al relleno selectivo en los lugares más vacíos de la piel debido a su elevado tamaño molecular, que a veces hace que sus soluciones sean coloidales, e incluso casi suspensiones. En el cuadro 2, se describe, las ventajas del recurtido con diferentes recurtientes.

Cuadro 2. VENTAJAS DEL RECURTIDO CON DIFERENTES RECURTIENTES.

Recurtido con	Mejoramamiento
Vegetal y sintanes	Plenitud, firmeza, soltura, tacto
Curtientes blancos	Color de curtición, fineza de la flor, tacto
Curtientes de cromo	Aptitud para la tintura, flor, estabilidad al calor
Curtientes poliméricos	Blandura, tacto, plenitud, fijación de cromo
Aluminio/circonio	Estructura de la fibra, fineza de la flor, brillo
Curtientes de resinas	Selectivo relleno, flor resistencia
Di aldehído glutárico	Fineza de la flor, estabilidad al sudor
Vegetal y sintanes	Rendimiento, color de curtición, igualación de color
Curtientes al cromo	Estabilidad a la temperatura, aptitud de tintura
Resinas	Plenitud, estabilidad al calor y álcali
Aluminio/circonio	Aptitud al esmerilado, aptitud a la tintura, color de curtición

Fuente: [http://www. Flujo grama/recurtido2.htm](http://www.Flujo grama/recurtido2.htm). (2014).

Según <http://www.cueronet.com>.(2014), la función del recurtido con resinas acrílicas ha variado con el correr del tiempo pero persigue el mismo objetivo que las efectuadas con vegetales o sintéticas aunque en general producen más relleno, pudiendo no disminuir tanto la intensidad de la tintura, por ser en ocasiones pegajosas pueden provocar adhesión de fibras, cuando la estructura es muy fofa, sin provocar un tacto demasiado duro y tienen tendencia al relleno selectivo en los lugares más vacíos de la piel debido a su elevado tamaño molecular, que a veces hace que sus soluciones sean coloidales e inclusive casi suspensiones. A principios de los años 50 cuando surgía el grano corregido, consistía en llenar el cuero al máximo para conseguir buena firmeza de flor, buena lijabilidad y que se pudiera aprovechar de la mejor manera la superficie en las fábricas de calzado. La finura del poro y la facilidad del posterior teñido no eran una exigencia en esos momentos. No sólo que no se pedía blandura sino que era no deseada. Entre las ventajas de un recurtido pueden enumerarse:

- Igualación de las diferencias de grueso: un cuero curtido únicamente al cromo muestra las diferencias naturales de grueso del cuero. Por esto hay el deseo de compensar las diferencias de grueso ya que en las fábricas de zapatos, las partes sueltas de piel tienen menos valor y deben ser rechazadas en parte.
- Ganancia en superficie después de secar en pasting: mediante una curtición un poco más fuerte, se pueden estirar los cueros más fuertes antes del secado pasting sin perder sensiblemente grueso. Sin embargo, la ganancia en superficie puede ser de hasta 10%.
- Menor soltura de flor: el cuero puro cromo, no recurtido, tiende a la soltura de flor al lijarlo o al secarlo por métodos modernos. Enriqueciendo la zona de flor con recurtientes de relleno y que den firmeza, puede evitarse este defecto.
- Precio de venta más alto: con un recurtido adecuada, puede obtenerse un cuero de empeine lleno y liso aún a partir de materia prima de baja calidad. El precio de los productos de la curtición puede ser compensado fácilmente; además, el cuero tiene menos pérdidas al manufacturarlo con lo que hay menos "recortes".
- Lijabilidad de la capa de flor: frecuentemente el rindbox se lija con mayor o menor profundidad por la parte flor. Esto se hace por dos motivos: por una parte para empequeñecer el poro grande y abierto del ganado vacuno, y por otra parte para eliminar parcialmente los numerosos daños de flor.
- Facilitar el acabado: el recurtido tiene gran importancia sobre la colocación del engrase y con ello sobre el poder absorbente del cuero. De esta forma puede ser influenciada la colocación y el anclaje del acabado con ligantes.
- Fabricación de cueros grabados de flor: con frecuencia se da al cuero un grabado de flor. Generalmente se da a la capa de flor un grabado de algún dibujo que se realiza con prensa hidráulica. En la fábrica de calzado se desea que esta flor grabada sea visible aún en el zapato hecho.

## 1. Tintura

Adzet J. (2005), reporta que la tintura es el proceso de aplicación de sustancias colorantes a las fibras del cuero. Mediante la tintura se mejora el aspecto del cuero, se aumenta su precio y su valor comercial. Para realizar una buena tintura se tienen que conocer las propiedades del cuero, sobre todo su comportamiento en los diversos métodos de tintura y su afinidad para las anilinas que se utilizan en cada caso. También se debe tener en cuenta las propiedades deseadas de la tintura a realizar (tintura superficial, atravesada, etc.). Por otro lado, se deben conocer a qué leyes están sujetos la luz y el color, qué efecto puede tener la luz reflejada por los cuerpos teñidos y qué tonos se obtienen mezclando los colores fundamentales. Son importantes también, las propiedades de los colorantes que se van a utilizar (su tono, intensidad, poder de penetración, grado de fijación y afinidad hacia el cuero).

Artigas, M. (2007), indica que esta operación sirve para cambiar el color que tiene el cuero debido a los productos curtientes. El color obtenido después de teñirse 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.

Bacardit, A. (2004), manifiesta que actualmente, la mayoría de tinturas se realizan en bombo. Además de la anilina (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 de la anilina 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.

## **2. Engrase**

Hidalgo, L. (2004), afirma que los materiales engrasantes tienen semejante importancia que los materiales curtientes en la fabricación de cueros. A excepción de las suelas, cualquier tipo de piel contiene cantidades considerables de grasa, generalmente entre 5 y 20 %. El engrase es la base de la flexibilidad, que por su vez es producida por la separación de las fibras del cuero. La grasa no permite que las fibras se peguen unas a las otras, ya que las mismas pueden sufrir este efecto durante el curtido. También la utilización de aceites influencia directamente en las propiedades físicas de las pieles, como elasticidad, tensión de ruptura, humectación, resistencia al vapor de agua y permeabilidad. Condiciones para que un producto sea un lubricante para cueros (o aceite para engrase). Los aceites de engrase necesitan de una base grasa, siendo así aptos a ablandar el material fibroso del cuero. Estos compuestos base normalmente son cadenas de carbono alifáticas. El largo de la cadena, o sea, el número de carbonos necesarios para lubricar una piel por ejemplo es completamente diferente de compuestos utilizados en fibras textiles, y dependen más de las propiedades que son requeridas en las pieles. No solamente el tamaño de la cadena es lo que debe importar, sino también la proveniencia del material, el estado de saturación, el número de cada tipo de grupo funcional (hidroxila, sulfónico o fosfato y otros).

En <http://www.tinturadodepieles.com>. (2014), se afirma que los aceites de engrase formulados para la lubricación de pieles al cromo son agentes tensoativos, que deben formar emulsión y pueden actuar también como emulsionantes para aceites neutros. En el caso de suelas y cueros vegetales menos pesados, pueden ser empleados aceites del tipo crudo, pero en pequeña cantidad y combinado con

aceites tratados. En el engrase son muy claros dos fenómenos distintos: la penetración que se podría considerar como un fenómeno físico y la fijación en el que participan reacciones químicas. La emulsión de los productos engrasantes penetra a través de los espacios interfibrilares hacia el interior del cuero y allí se rompe y se deposita sobre las fibras. Esta penetración se logra por la acción mecánica del fulón, junto con los fenómenos de tensión superficial, capilaridad y absorción. Las propiedades que se dan al cuero mediante el engrase son:

- Tacto, por la lubricación superficial.
- Blandura por la descompactación de las fibras.
- Flexibilidad porque la lubricación externa permite un menor rozamiento de las células entre sí.
- Resistencia a la tracción y el desgarro.
- Alargamiento.
- Humectabilidad.
- Permeabilidad al aire y vapor de agua.
- Impermeabilidad al agua; su mayor o menor grado dependerá de la cantidad y tipo de grasa empleada.
- Evita que las fibras del tejido interfibrilar se deslicen suavemente entre ellas para proporcionar un mejor tacto a la piel.
- Proporciona suavidad y, blandura y caída al cuero, para mejorar su clasificación en el momento del expendio.

## **G. OPERACIONES POSTERIORES A LA TINTURA**

Yuste, N. (2000), indica que las operaciones posteriores al acabado en húmedo se describen a continuación:

### **1. Escurrido**

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, (Yuste, N. 2000).

## **2. Repasado o estirado**

Lultcs, W. (2003), afirma que esta operación se realiza 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.

## **3. Secado**

Yuste, N. (2000), señala que la función de la operación de secado es evaporar el agua que contienen los cueros, el secado es considerado una operación física tan simple, en la que se trata de evaporar el agua de la piel, que no debía influir sobre las características del cuero acabado, no obstante hay que considerar que durante la operación del secado y dependiendo del tipo de aparato que se utilicen se producen migraciones de diversos productos, formación de enlaces, modificación del punto isoeléctrico, entre otras; es decir, que en esta operación existen modificaciones importantes. Se pueden distinguir dos formas de secar el cuero: sin someterlo a tensión o bien estirándolo, el primer tipo de secado se puede realizar:

- En cámara y en túnel: los cueros también se cuelgan y se secan por acción de aire caliente.
- Al aire libre: los cueros se cuelgan y se secan por acción del aire libre, o en una cámara, de forma tensionada si previamente se estiran las pieles y se

sujetan sobre placas de fórmica o estructuras no compactas de madera o metal.

- 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). Del segundo tipo de secado se destacan: El pasting. Se estira el cuero y por el lado flor se adapta a una placa de vidrio, la cual se hace circular por un túnel de secado. El secoterm. Se estira el cuero y por el lado carne se adapta a una placa metálica por la que, en su interior, circula un líquido caliente. El vacío. Se estira la piel sobre una placa metálica caliente, con otra placa se cierra de forma hermética y se provoca una gran bajada de presión.

Lultcs, W. (2003), indica que 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. Finalizada la operación de ablandado es conveniente secar los cueros manteniéndolas planas hasta alcanzar un contenido final de humedad del orden del 10-12%, pero fundamentalmente para obtener el mayor rendimiento posible de superficie y retirar parte de su elasticidad, alcanzando una estabilidad de la forma, obteniendo un cuero más armado. El secado se considera una operación simple, tanto al aire como en máquina y aparentemente no influiría en las características del cuero terminado, pero esto no es así. El secado es algo más que la simple eliminación de la humedad para permitir la utilización práctica del cuero.

#### **4. Recorte**

Yuste, N. (2000), reporta que el recorte de los cueros tiene como objetivo retirar pequeñas partes totalmente inaprovechables, eliminando marcas de secaderos de pinzas, zonas de borde endurecidas, puntas o flecos sobresalientes y para rectificar las partes desgarradas, buscando un mejor aprovechamiento de los procesos mecánicos y un mejor aspecto final. El recorte mejora la presentación de los cueros y también facilita el trabajo de las operaciones siguientes,

evidentemente en los recortes realizados se retira lo estrictamente necesario, para no reducir considerablemente el área o el peso de los cueros. El recorte se realiza con tijeras, en pieles más duras con cuchillas más afiladas y también con máquinas especializadas.

### **a. Clasificación**

Cordero, B. (2010), asegura que previo a las tareas de acabado, es necesario realizar una de clasificación de los cueros, que en realidad sería la segunda clasificación (la primera se hace en cromo). La misma debe ser realizada teniendo en cuenta, por ejemplo: la calidad, tamaño, el espesor, los daños de flor, ya sean los propios del cuero o por procesos mecánicos (mordeduras de máquinas) la firmeza, la uniformidad de tintura, la absorción de la flor. Se clasifica para destinar los cueros a los diferentes artículos: plena flor, nubuck, etc. y por lo tanto se determina a qué sección del acabado se enviarán. Es así que por ejemplo, los cueros de flor floja y dañada serán desflorados (esmerilados) y luego impregnados para darles firmeza; a los que no están bien tintados podemos remontarles el color mediante la aplicación de tinturas a soplete. Otro ejemplo es si el cuero tiene poca absorción, se la podemos mejorar por medio de penetrantes.

### **b. Esmerilado**

Thorstensen, E. (2002), afirma que el esmerilado consiste en someter a la superficie del cuero a una acción mecánica de un cilindro revestido de papel de esmerilar formado por granos de materias abrasivas tales como el carborundo o el óxido de aluminio. El esmerilado puede realizarse:

- Por el lado carne de la piel con la intención de eliminar restos de carnazas y con ello homogeneizar y mejorar su aspecto, o bien la de obtener un artículo tipo afelpado.

- Por el lado flor de la piel puede ser con la intención de obtener un artículo tipo nubuck, que se realiza con pieles de buena calidad y que permite obtener una felpa muy fina y característica. Por el lado flor de la piel para reducir o incluso eliminar los defectos y en este caso la operación se conoce como desflorado.

En <http://www.aqeic.es>.(2014), reporta que es común creer que con esta operación se eliminan los daños del cuero. Pero no es así, es importante insistir en que sólo disimularemos los mismos cuando son superficiales. Para eliminar las lesiones profundas, habría que raspar con tanta profundidad que transformaríamos el cuero en un descarne. Podemos decir entonces que la finalidad es disimular pequeños daños de flor y mejorar el aspecto de está convirtiendo los poros grandes en poros finos y parejos. Si desfloramos por debajo del límite indicado (la profundidad viene dada en el límite inferior, por el poro de la piel) se corre el riesgo, por ejemplo, que cuando se arme el calzado el cuero tome aspecto de descarne en las partes de mayor estiramiento como ser la puntera del calzado. Para un desflorado uniforme es necesario que los cueros tengan uniformidad de espesor en toda la superficie. Los factores que influyen en la uniformidad del esmerilado:

- Curtido y recurtido: los cueros curtidos con taninos vegetales son más fácilmente lijados que los curtidos al cromo. En los cueros curtidos al cromo-vegetal el recurtido confiere mayor firmeza a la flor y ayuda en la operación de lijado.
- Engrase: en la cantidad y distribución de los aceites en el cuero. Por ejemplo, un cuero donde hubiera poca penetración de aceite ocasiona una flor muy engrasada y empasta la lija.

Hidalgo, L. (2004), reporta que los papeles de esmerilar o lijas se clasifican por el tamaño del grano en gruesas, medias y finas. Los granos gruesos corresponden a los números bajos 50-120, los intermedios a 150-220 y los grados finos a 250-400 y valores superiores a los más finos. Un buen esmerilado y desempolvado garantiza una buena adherencia e uniformidad en la formación del film del

acabado, disminuyendo algunos problemas durante la fabricación de calzados, tales como quiebres o rupturas del acabado.

### **c. Desempolvar**

Bacardit, A. (2004), manifestó que el desempolvado consiste en retirar el polvo de la lija de las superficies del cuero, a través de un sistema de cepillos o de aire comprimido. En el cuero no desempolvado, el polvo está fijado al cuero por una carga de estática, el polvo de la lija empasta, se acumula sobre el cuero dificultando las operaciones de acabado, no adhiriendo la tintura al sustrato. La máquina de desempolvar de cepillos, desempolva cepillando la piel con dos cepillos que giran a contrapelo de la piel. El polvo se lo lleva un sistema de aspiración. Desempolvan bastante, pero son poco productivas. Es una máquina de salida. Se pone la piel y se cepilla sacando la piel hacia afuera (contrapelo). La máquina de aire comprimido saca el polvo mediante el aire comprimido. Este es insuflado por unos sopladores situados por encima y por debajo de la piel. Hay un compresor que envía el aire a los sopladores. También hay un sistema para aspirar el polvo, las cintas transportadoras son de tela.

### **d. Medición**

En <http://www.gemini.udistrital.com>.(2014), se afirma que la industria del curtido comercializa los cueros por superficie, salvo en el caso de las suelas que se venden por peso. La medición de la piel depende del estado en el que se encuentra. Se estima que deben controlarse un 3% del número total de pieles para tener una idea exacta de la superficie de todo un lote. Las superficies del cuero se miden en pies cuadrados, pero hay países que manejan metros cuadrados. (1 pie cuadrado=929 cm<sup>2</sup>). Como la superficie del cuero varía de acuerdo a la humedad relativa del ambiente, antes de la medición se deberían acondicionar los cueros en ambientes de acuerdo a lo establecido en la Normas IUP3 Esta norma establece una temperatura de entre 20°C + 2°C y una humedad relativa de 65 + 2 % durante las 48 horas que preceden a los ensayos físicos.

#### 4. Tipos de acabado

Grozza, G. (2007), concluye que el acabado de un cuero dependerá del artículo a que se destine. Las soluciones pigmentarias se pueden aplicar con las máquinas convencionales tales como: felpas, rodillos, cortina, sopletes Aero gráficos o air-less, o bien con máquinas especiales tales como el sistema transfer y el sistema de película sobre papel. El acabado se puede clasificar en distintos tipos según:

- Según la técnica: abrillantables, abrillantables y con planchas, con plancha, a soplete, a cortina.
- Según los productos: caseínicos, plásticos o con polímeros, nitrocelulósicos, charol, poliuretánicos.
- Según su efecto y poder cubriente: anilina, semi-anilina, pigmentado, fantasía, dobles tonos, patinados, etc.

Rivero, A. (2001), reporta que en general se llevan a cabo acabados combinados de plástico-caseínas y plástico-nitrocelulósico. En el primer caso, se pueden emplear en conjunto los productos plástico y albuminoides y en el segundo caso, debido a los diferentes disolventes necesarios el acabado nitrocelulósico se aplica sobre un fondo plástico o plástico-albuminoide. Las nitrocelulosas emulsionadas constituyen una excepción pues pueden aplicarse en el acabado plástico como en un tratamiento posterior. El acabado combinado caseína-nitrocelulosa es problemático ya que los ligantes albuminoides no se disuelven ni se hinchan con los disolventes nitrocelulósicos usuales y por lo tanto la película nitrocelulósica no se hincha en forma suficiente sobre el fondo caseínico o albuminoideo. Para ello se utiliza la emulsión de nitrocelulosa.

Hidalgo, L. (2004), reporta que el acabado abrillantable se va dejando de lado y utilizamos el sistema a la plancha como más frecuente. La causa de esto es el creciente empleo de ligantes de polimerización. El acabado a pistola y a cortina se diferencia por su técnica de aplicación. Mientras uno se realiza por pulverización,

el otro en forma de cortina líquida que cae sobre la superficie del cuero. El sistema a pistola puede ser combinado fondo-felpa, resto a pistola o a soplete puro o fondo-felpa, cortina-soplete.

#### **a. Abrillantables**

Rivero, A. (2001), indica que en este tipo de acabado se utilizan como ligantes las proteínas: caseína y albúmina. Se obtienen acabados transparentes de elevado brillo que dejan ver bien el poro de la flor y con ello todos sus defectos, los cuales incluso pueden quedar resaltados en la operación de abrillantado. Para terminar una piel con este tipo de acabado es necesario que se trate de una piel de buena calidad y además que todas las operaciones mecánicas y de fabricación en húmedo se hayan realizado correctamente, ya que los defectos se resaltan al abrillantar. Por este motivo de que se notan más las fallas del cuero (venas, espinillas, enfermedades, etc.) se suele aplicar una capa cubriente plástica y arriba una nitrocelulósica y se plancha para igualar la superficie de la piel y disimular más los defectos.

#### **b. Termoplásticos**

Morera, J. (2000), reporta que el acabado termoplástico es un tipo de acabado en el cual se utilizan como ligantes las emulsiones de resinas. La operación mecánica fundamental es el prensado o planchado que sirve para alisar las pieles mediante la acción de la temperatura y la presión. Muchas veces las pieles se graban con una placa de poro o con un grano determinado para enmascarar defectos naturales. El acabado termoplástico se aplica principalmente a pieles que presentan defectos. Estas pueden acabarse plena flor o bien realizar un esmerilado de ella para mejorar su apariencia. Generalmente el acabado es del tipo pigmentado y las capas aplicadas son gruesas.

En <https://www.wupcommons.upc.edu>.(2014), se indica que a pesar de su versatilidad es el tipo de acabado que más se le exige en sus propiedades físicas

y solideces. Es importante el tipo de resina aplicada y el método de aplicación. Para conseguir el máximo rendimiento es necesario aplicarlas en capas abundantes a partir de soluciones concentradas. La temperatura de secado debe ser lo suficientemente alta para que tenga lugar la correcta formación de la película. En este tipo de acabado se pueden presentar problemas de adherencia que se manifiestan porque el acabado pela. En general la fuerza necesaria para separar la película es inversamente proporcional a su resistencia estructural. Cuanta más gruesa sea la película y mayor su termo plasticidad se nos pueden presentar problemas en el apilado posterior al secado y que las pieles se peguen unas a otras. El brillo y la solidez del acabado, así como el tacto final se obtienen al aplicarle la capa de apresto final. Los acabados termoplásticos tienen solideces deficientes a los disolventes, al igual que al calor, pero su solidez al frote húmedo es adecuada.

- Acabado pura anilina: Normalmente se aplica sobre pieles de elevada calidad, es transparente y no debe contener ningún tipo de pigmento, ni de otros productos cubrientes. Los efectos de avivado, contraste o igualación del color se obtienen con colorantes. En este tipo de acabado se puede observar el poro de la piel en toda su belleza. En la práctica se aceptan como acabados anilina aquellos que contienen una pequeña cantidad de pigmentos orgánicos para igualar, avivar o contrastar el color.
- Acabado semianilina: Es aquel que tiene un cierto efecto cubriente conseguido por la adición moderada de pigmentos orgánicos o minerales en combinación con colorantes de avivaje. Los acabados con capas totalmente cubrientes, seguidas de capas transparentes con colorantes, no deberían llamarse semianilina, pues en realidad son acabados pigmentados con efectos de contraste tipo anilina.
- Acabado pigmentado: Es un acabado de elevado poder de cobertura que se consigue por la utilización de cantidades importantes de pigmentos con capacidad cubriente. Estos productos no dejan ver bien el poro de la piel. Se aplica este tipo de acabado sobre pieles de flor deficiente o corregida para que una vez el cuero terminado no se aprecien los defectos que tenían las pieles.

Generalmente este tipo de acabado lleva un grabado en la flor con grano de poro u otro para ayudar a disimular los defectos. La adición a estos acabados de colorantes en mezcla con los pigmentos, en las capas intermedias o posteriores puede embellecer el artículo pero no modifica su capacidad de cobertura.

### **c. Acabado tipo charol**

Libreros, J. (2003), indica que se aplica sobre cuero de baja calidad rectificado y consiste en obtener sobre ellos una gruesa capa de poliuretanos que proporcione el típico brillo de este artículo. En el acabado charol clásico con barniz de aceite, la superficie de cierre no se alisa con el abrillantado ni con el planchado, pues el brillo del charol se produce con el secado del barniz. El acabado del charol en frío es un acabado combinado de plástico y barniz sintético. La mayor parte de cuero charol se fabrica de color blanco y negro aunque hoy en día también se puede obtener en colores. Se aplica con máquina de cortina en locales libre de polvo y el acabado se seca colocando la piel sobre bandejas horizontales.

### **d. Acabados especiales para empeine**

En <http://www.aqeic.org>.(2014), se manifiesta que el acabado del cuero para empeine varía considerablemente según la moda; sin embargo hay una serie de artículos que se repiten de forma periódica y que se podrían considerar clásicos tales como: floren tique, tacto graso, cuero viejo, lúcido y clímax, por mencionar algunos de ellos. En el acabado Florentique al frotar los zapatos con un abrasivo suave, se obtiene un efecto de contraste con un excelente brillo. Primero se aplica a las pieles un fondo y una laca resistente al frote y al final se les aplica una laca coloreada de tonalidad más oscura que sea blanda, para que al frotar se pueda eliminar parcialmente. El acabado de tacto graso es en general en colores oscuros y cuando se monta el zapato o se dobla la piel, en esas zonas se aclara el color de forma perceptible. Este acabado se logra realizando una impregnación con aceites especiales y planchando después la piel a elevada temperatura. El aspecto del acabado cuero viejo se logra aplicando a la piel un fondo más o

menos pigmentado y después un efecto fuertemente contrastado cuya adherencia sea mediocre. Al bombear o cepillar dicho acabado se desprende la última capa de forma irregular. Luego se fija el acabado con aprestos o lacas transparentes dando la apariencia de cuero viejo. Las pieles de aspecto natural, se oscurecen y abrillantan cuando se cepillan. El tipo de acabado lúcido se consigue aplicando a la piel una cera.

Grozza, G. (2007), señala que el acabado clímax es una imitación con pieles de flor corregida, de la cabra plena flor. Para obtener este acabado se aplica sobre la piel un fondo termoplástico blando y una capa abundante de laca emulsión sobre la cual se pone una capa de laca dura y brillante coloreada en un tono más oscuro. La piel se graba con una placa que sea capaz de cortar la última capa de laca. Se humedecen las pieles por el lado de carne y se ablandan en bombo para acentuar el efecto. Las pieles se terminan dándoles un planchado satinado.

#### **e. Estampación**

Córdova, R. (2009), infiere que la técnica de la estampación se encuentra muy desarrollada en el ramo textil, y consiste en aplicar un dibujo sobre la tela lisa y blanca o de color. El dibujo que se reproduce sobre un fino tramado se coloca en un marco y éste sirve para aplicar el pigmento mezclado con ligante sobre la tela. En cada pasada se aplica un solo color, pudiéndose dar en distintas veces los colores que se deseen. En los últimos años parece que esta técnica se empieza a aplicar especialmente sobre las pieles de cordero tipo napa o bien sobre antelana por el lado velour, lográndose efectos muy sorprendentes en la confección de prendas. Estos trabajos de estampación, al requerir aparatos y técnicas especiales se realizan en talleres de estampación textil.

#### **H. NORMALIZACIÓN**

La normalización es el conjunto de medidas técnicas adoptadas por fabricantes y consumidores cuyo objetivo es unificar, simplificar, estandarizar y controlar el uso

de determinados productos y procedimientos para facilitar la fabricación. (CIATEC, 2005). El control de la calidad en la fabricación de curtidos necesita disponer de métodos de análisis y ensayos adecuados para examinar las materias primas, insumos químicos, contrastar los procesos de producción, vigilar las emisiones y sus tratamientos; y en conclusión, para controlar la calidad del producto final. El ensayo del cuero terminado sirve para comprobar que este posee la calidad que el consumidor demanda. La creación de normas de calidad en la cadena productiva del cuero, calzado e industrias ligadas, tienen como objetivo servir de soporte técnico a la industria nacional del sector, para la obtener productos que cumplan con los requerimientos de calidad del mercado nacional e internacional. (Asociación química española de la industria del cuero, 2008).

Bacardit.A, (2004), manifiesta que los procedimientos de ensayo de las normas detallan, lo más exacto y minuciosamente posible, cómo, por qué medios y en qué condiciones debe medirse un parámetro sobre una muestra. Siguiendo estrictamente el método descrito se obtendrán mediciones objetivas y reproducibles. No obstante, estas normas no indican cual es el resultado que debería alcanzarse para que el material ensayado fuera considerado adecuado para su uso previsto. Las 12 especificaciones de calidad son normas que muestran los parámetros que deben evaluarse, los procedimientos de ensayo que deben aplicarse y los resultados que deberían obtenerse para comprobar que el material ensayado sea adecuado para el propósito para el que se ha fabricado. Los objetivos por los cuales se utiliza las normas de calidad en los curtidos es:

- Satisfacer los requerimientos y necesidades del mercado.
- Adecuar los productos a su uso.
- Cumplir los requisitos de calidad en los cueros de acuerdo a las pruebas físicas y sensoriales.
- Superar sus estándares.
- Superar sus expectativas.
- Mejorar los productos y servicios.
- Desarrollar nuevos productos.
- Crear y darle “valor” a cada producto.

### **a. Normas Internacionales del IULTCS**

Portavella.M, (2005), indica que en 1947 se fundó la Unión Internacional de Asociaciones de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero -IULTCS-. Actualmente, más de 40 asociaciones de otros tantos países forman parte de la IULTCS, entre ellas la Asociación Química Española de la Industria del Cuero (AQEIC). La IULTCS dispone de tres Comisiones de Ensayos para el desarrollo de métodos normalizados.

- IUP: Procedimientos para ensayos físicos.
- IUC: Métodos para análisis químicos.
- IUF: Métodos de ensayos de solidez.

Soler, J. (2005), manifiesta que las principales normas utilizadas en ensayos físicos son:

- DIN norma alemana.
- BS norma británica.
- ANSI norma americana.
- JIS norma japonesa.
- NOM norma oficial mexicana.
- NMX norma referencial mexicana.
- INEN instituto de normalización.
- NTE norma para zapato de seguridad ecuatoriana.

Adzet.J, (2005), reporta que a más de la normalización, para que este control de calidad se pueda medir numéricamente se deben emplear una serie de ensayos o métodos de análisis que nos van a servir para tener el nivel de calidad del cuero que se desea. Usualmente toda la Industria del Cuero vende sus productos en tres estados diferentes: wet-blue, cuero semi-acabado, y cuero acabado. Para cada uno de estos artículos existen pruebas para valorar la calidad de los mismos estos análisis son.

- Test subjetivos.
- Test físico-mecánicos.
- Análisis químicos.

#### **b. Test subjetivos**

Hidalgo, L. (204), manifiesta que los llamados test subjetivos o pruebas sensoriales se realizan utilizando nuestros sentidos, a través del toque o visualización del cuero, obteniendo resultados rápidos e importantes en la evaluación de la calidad. Esta prueba es de carácter cualitativo, no existen aparatos que puedan sustituir el tacto humano para es por eso que para estas pruebas se necesita personas con experiencia en el trabajo con el cuero. Entre algunos de estos test subjetivos se encuentran: Toque, Flor suelta, lisura, cobertura, resistencia al frote, adherencia, quiebre del acabado, brillo, gota de agua, solidez a la luz, uniformidad.

#### **c. Métodos para el análisis sensorial del cuero**

Lacerca, M. (2009), reporta que para realizar el análisis de las características sensoriales del cuero caprino se procede de la siguiente manera.

- Las evaluaciones del análisis sensorial del cuero caprino, deben ser realizadas, en lo posible, por un solo analista.
- Los resultados del análisis sensorial deben ser escritos en un lenguaje rigurosamente técnico, y basados en la escala que se propone.
- Los parámetros referidos en los resultados, deben ser los mismos para todas las muestras de cueros y de acuerdo a esto la calificación de 5 correspondiente a excelente; 3 a 4 muy buena; y 1 a 2 buena y menos de 1 baja.

Hidalgo, L. (2004), reporta que los resultados de los análisis organolépticos, complementan a los análisis de laboratorio, se debe lograr habilidad y practica en la realización e interpretación de análisis organolépticos, se los realiza a través de percepciones de los órganos de los sentidos, sobre todo la vista y el tacto, que son los encargados de determinar qué tipo de sensaciones provocan y de esa manera determinar a través de una escala creada de acuerdo a la finalidad para la cual fueron producidos determinar las puntuaciones a las que les corresponde. Se deben evaluar los siguientes parámetros:

- Toque: tocar el cuero, evaluando su comportamiento al tacto evaluar si al tocar el cuero da la sensación de liso, deslizante, cálido, etc.
- Flor suelta: consiste en doblar el cuero con la flor hacia adentro, pasar el dedo y con una ligera presión y detectar la presencia de arrugas.
- Cobertura: comprobar que sea uniforme y no presente manchas en la superficie.
- Resistencia al frote: se toma un paño, preferentemente de un color opuesto al cuero (blanco) y se frota varias veces (seco o húmedo) para detectar si el color del cuero se desprende.
- Adherencia: se coloca sobre el cuero un pedazo de cinta adhesiva y se despega con fuerza (de un sólo golpe) para comprobar la adherencia del acabado.
- Gota de agua: aplicar tres gotas de agua y verificar si permanecen marcas luego de su evaporación.
- Uniformidad: verificar si existen manchas originadas por colorantes o grasas.
- Llenura: verificar con el tacto la uniformidad de cuero, determinando si hay riqueza de fibras de colágeno.
- Blandura: se evalúa la suavidad y caída del cuero, que debe tener los cueros principalmente destinados a la confección de artículos para vestimenta.

## I. TEST FÍSICO-MECÁNICOS

### 1. Pruebas de resistencia

#### a. Tensión y elongación

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que la tensión y elongación consiste en el estiramiento hasta el punto de rompimiento de las cadenas fibrosas del cuero, registrando tanto el valor máximo de carga ( $\text{kg/cm}^2$ ) y la deformación sufrida respecto a la medida inicial (%) y es causado por:

- Ataque bacteriano.
- Conservación inadecuada.
- Mal curtido (cueros con zonas crudas).
- Quemaduras por químicos (álcalis y ácidos), y por exceso en el rodamiento.
- Exceso de estiramiento en el secado.
- Mala selección en el corte de piezas.
- Exceso de estiramiento en máquinas de montar.

Lultcs, W. (2003), manifiesta que este método puede ser usado para cualquier cuero ligero, pero en particular para ser utilizado con cueros para corte de botas y zapatos. Para otro cuero que no sea flor entera, la flor será considerada como la superficie, acabada de tal manera que simule la flor, o que pretenda ser usada en lugar de la flor de un cuero ordinario. Esta prueba se la realiza con un equipo llamado lastómetro, este debe tener una abrazadera para sujetar fijamente el borde del disco plano circular de la probeta del cuero, que deje libre la porción central del disco, la abrazadera deberá mantener fija el área sujeta del disco estacionario cuando esté siendo aplicado a su centro una carga mayor de 80 kgf. El límite entre el área sujeta y libre será claramente definido.

## **b. Desgarre**

Soler, J. (2004), consiste en la separación de cadenas fibrosas del cuero, registrando el valor de carga (kgf) requerido para tal acción y es causado por:

- Ataque bacteriano.
- Conservación inadecuada.
- Mal curtido (cueros con zonas crudas).
- Quemaduras por químicos (álcalis y ácidos) y por exceso en el rodamiento.
- Exceso de presión en máquina de montar.
- Estiramiento excesivo por mal diseño de moldes.
- Rebajado muy ancho.

## **c. Ruptura de flor**

Robert, L. (2012), consiste en la aplicación de fuerza en un punto central del cuero que incremente el esfuerzo en la zona de la flor hasta producir el estallamiento de esta y generalmente es causada por:

- Ataque bacteriano.
- Mala conservación del cuero.
- Quemaduras por químicos (álcalis y ácidos) y por exceso en el rodamiento.
- Exceso de presión en máquina de montar.
- Estiramiento excesivo por mal diseño de moldes.
- Rebajado muy ancho.
- Mala selección de agujas.

Otras posibles causas de baja resistencia a la ruptura de flor, atribuibles al curtidor son:

- Bajo contenido de humedad en el cuero.

- Exceso de recurtientes en la flor.
- pH bajo (acidez alta).
- Engrase del cuero inadecuado.
- Mala conservación del cuero.

## 2. **Resistencia a la costura**

Robert, L. (2012), Consiste en la aplicación de fuerza sobre un cuero buscando que las perforaciones generadas por la aguja al coserlo, produzcan un efecto cortante sobre este, registrando la fuerza ejercida que generalmente es causada.

- Ataque bacteriano
- Mala conservación del cuero
- Quemaduras por químicos (álcalis y ácidos) y por exceso en el rodamiento
- Exceso de presión en máquina de montar
- Estiramiento excesivo por mal diseño de moldes
- Rebajado muy ancho
- Mala selección de agujas

Otras posibles causas de baja resistencia a la tensión, elongación y resistencia a la costura atribuibles al curtidor son:

- Mal curtido (cueros con zonas crudas).
- Exceso de rodamiento.
- Exceso de estiramiento en el secado.
- Encalado fuerte.
- pH bajo (acidez alta).
- Engrase del cuero inadecuado.
- Bajo contenido de humedad en el cuero.

### **3. Encogimiento**

Hidalgo, L. (2004), el encogimiento consiste en la determinación del grado de contracción de un cuero por el efecto del contacto con agua a altas temperaturas. Con lo anterior es posible evaluar el grado de fijación de las sales de cromo en el cuero. El encogimiento se puede apreciar en piezas cortadas con cierto período de tiempo, o en el producto terminado formando arrugas en piezas empalmadas, las posibles causas del encogimiento son:

- Sales de cromo mal fijadas.
- Pérdida de humedad de los cueros.
- Sistema de secado de los cueros utilizado en la curtición.
- Pieles con principio de putrefacción.
- Mala conservación de las pieles.

### **4. Pruebas de acabado**

Perinat, M. (2000), reporta que las pruebas de evaluación sobre las pieles curtidas y acabadas consisten en reproducir en laboratorio, y de forma controlada, las mismas condiciones de supervivencia que el producto va a tener durante su uso al cual sea destinado, evaluando y cuantificando la respuesta del producto ante las condiciones a las que vaya a ser probadas. En las pruebas de acabado podemos mencionar las distintas pruebas que a nuestro criterio las consideramos básicas para evaluar la calidad de un acabado y estas son:

- Resistencia a la flexión en seco.
- Resistencia a la flexión en húmedo.
- Resistencia a la fricción en seco, húmedo fieltro, húmedo cuero y solvente (Acetona).
- Adherencia del acabado.

### **a. Resistencia a la flexión**

Ortiz, N. (2013), indica que esta prueba frecuentemente se realiza al cuero para comprobar que al flexionarlo repetidamente no se romperá ni se pelará en las arrugas originadas por el uso en calzado, carteras o confección. Se determina según la Norma IUP 20 (IUP; 2012) con el flexómetro Bally, en el que la muestra de cuero se fija en un extremo y en el otro se somete a un movimiento de vaivén que produce una arruga horizontal en la superficie del cuero, el cual permanece en continuo movimiento, se evalúa si el acabado se ha deteriorado. Los parámetros de calidad aceptables se encuentran entre 40000 y 50000 flexiones en seco y 20000 flexiones en húmedo, siendo esta última más significativa según la norma, IUP

Perinat, M. (2000), señala que como valoración rutinaria las pieles deben aguantar 50.000 flexiones en seco. El tipo de problema producido por las flexiones que se aplican al cuero es más importante que su número. La fractura en escamas o cuarteado es menos admisible que la misma fisura. Los daños en el acabado puede ser de envejecimiento, agrietado, descamación o pulverización, pérdida de adherencia del acabado o pérdida de adherencia de una capa de acabado a otro; deterioro e incluso rotura de flor, daño de las fibras hasta tal punto que se forme un agujero a través de todo el espesor de la piel.

Tzicas.E, (2004), indica que todas las pieles que en su uso práctico se flexionan repetidamente están expuestas a un deterioro de su acabado. El ejemplo más característico es el empeine del calzado en su zona de flexión. El defecto más común es el resquebrajamiento del acabado con formación de fisuras o grietas que pueden o no ser apreciables, no obstante también se puede observar un cambio de color debido a la pérdida de la adhesión entre capas de acabado o entre acabado y cuero. En ocasiones se produce la pulverización del acabado. También se pueden presentar daños en el propio cuero, como la formación de gruesos pliegues o incluso la rotura de la capa de flor. El comportamiento a la flexión de un acabado depende de su flexibilidad, de su espesor, y de la adherencia con el cuero y entre las diferentes capas. El ensayo más utilizado es

el IUP 20, "Medición de la resistencia a la flexión continuada de cueros ligeros y su acabado de superficie" considerado especialmente para empeine pero que hoy por hoy se usa para todo tipo de curtidos. En este ensayo la probeta se pliega y se sujeta entre dos pinzas. La pinza inferior es fija y la superior se mueve hacia adelante y hacia atrás en un ángulo de 22'5 grados, del mismo orden que el ángulo medio de flexión del pie en la marcha. Un contador va anotando el número de flexiones realizadas. Se puede programar el equipo para que se detenga cada cierto número de flexiones para realizar el examen visual con lupa de 6 aumentos del estado de la probeta

Monsalve.Y, (2009), manifiesta que las diferentes normas y recomendaciones de calidad establecen el número de flexiones que deben superarse sin aparición de defectos significativos. Para pieles predestinadas a climas fríos es indispensable la realización del ensayo de flexometría a bajas temperaturas. Hay acabados que resisten 100.000 flexiones a 20 °C pero que a -10 °C se agrietan antes de las 10.000 flexiones. En estos casos se recomienda utilizar acabados con resinas cuya temperatura de transición (tg) sea lo más baja posible. Las probetas que se utilizan para este ensayo son rectángulos de 70 x 40ml, estas probetas son sujetadas en la máquina para su evolución. Después de 100, 1000 y 10.000 ciclos apagar el motor y examinar el cuero, anotar cualquier daño observado, su naturaleza, y el número de ciclos al cual fue observado. En el examen del acabado de un cuero para la evaluación del daño, es esencial una buena iluminación de la superficie. (CIATEC, 2005)

#### **b. Daños que se presentan en el cuero al medir la resistencia a la flexión**

Aneiros, M. (2005), menciona que el daño del acabado del cuero puede ser de las siguientes clases:

- El cambio del tono del film del acabado (ponerse gris), sin otro daño.
- Resquebrajamiento del acabado con estrías superficiales más grandes o más pequeños.

- Pérdida de la adhesión entre el acabado y el cuero con cambios ligeros o considerables de color en área doblada. Pérdida de la adhesión de una capa del acabado u otra, con cambios ligeros o considerables de color en un área doblada.
- Pulverización o desprendimiento en escamas del acabado, con cambios ligeros o considerables de color
- Desarrollo de pliegues gruesos en la flor (llamada flor suelta), pérdida del grabado de la flor y ruptura de la capa flor.
- Pulverización de las fibras (generalmente en el lado carne o corium que en la capa flor), si ha ocurrido mucha pulverización, el cuero puede desarrollar un tacto vacío aún si hay pocos signos de polvo en las superficies.
- Continuación de rompimiento de fibras hasta tal punto que un agujero se desarrolla a través del espesor completo del cuero.
- Agrietamientos, Migración de eflorescencias salinas (sales) y eliminación del grabado de tenería.

Lultcs, W. (2003), reporta que el equipo que se utiliza para esta prueba debe tener las siguientes características:

- Una plataforma de metal, horizontal completamente plana.
- Un soporte para sujetar el cuero, que deje expuesto 80 ml.
- Un dispositivo que permita al cuero ser extendido linealmente por los menos.
- 10% en la dirección de fricción.
- Un dedo de 500 gr. de peso.
- Una base
- Una abrazadera para fijar los pedazos de fieltro de lana.

- Un peso adicional de 500 gr.
- Un dispositivo para guiar el dedo cuando la carga completa (peso total 1Kg), presione la probeta tensionada o como sea conveniente.
- Un dispositivo para manejar el carro con movimientos de vaivén con una distancia de recorrido de 50 mm y una frecuencia de  $40 \pm 2$  movimientos por minuto.

### **c. Resistencia a la fricción**

El Centro de Innovación aplicado a la Tecnología, (2005), indica que la resistencia a la fricción Consiste en someter a frote repetido a los cueros en condiciones secas y húmedas hasta un determinado número de fricciones o hasta que se origine algún tipo de daño aparente en la superficie de sus acabados y generalmente es causado por:

- Ataque bacteriano
- Adhesión o impregnación inadecuada del acabado
- Mala selección del tipo de acabado
- Exceso de productos engrasantes
- Uso inadecuado de acondicionadores
- Inadecuado manejo del producto
- Exceso de temperatura en horno

### **d. Medición de la resistencia a la abrasión del cuero**

Font, J. (2001), reporta que hay que distinguir básicamente dos clases de curtidos sometidos en su uso a un desgaste por abrasión. El primero de ellos es el cuero para suela. El piso del calzado está sometido a una durísima abrasión por el roce continuo con las irregularidades del suelo lo que provoca un fuerte desgaste. El segundo grupo comprende aquellas pieles ligeras destinadas a artículos como tapicería, bolsos, guantes de protección, calzado de niño y otros, que en algunos

de sus elementos están sometidos a un roce más o menos intenso con otros cuerpos.

Schorlemmer, P. (2002), manifiesta que una diferencia esencial entre ambas clases de cueros es la profundidad de la acción de la abrasión. La segunda diferencia es la importancia estética. En la suela, el desgaste por abrasión llega más allá del acabado. De hecho el acabado se destruye a las pocas horas de uso y sin embargo la suela sigue con su función. En los cueros para tapicería y marroquinería la resistencia a la abrasión es básicamente un problema de la superficie del cuero. Si con el roce "normal" del uso común de esos artículos se produce pronto un deterioro visible en el acabado se considerará un defecto reprochable. El problema de la abrasión en estos artículos es más un problema de solidez que no de resistencias físicas. Por ello generalmente se considera que el ensayo de solidez al frote según IUF 450 es suficiente para informar de la resistencia al roce del cuero, además de su función principal, que es la evaluación de la solidez del color. Pero para aquellos cueros que precisen de unos estándares de resistencia al roce superiores a lo común deben habilitarse ensayos específicos de resistencia a la abrasión.

#### **e. Resistencia a la abrasión del cuero**

Font, J. (2001), indica que se utiliza el método del cilindro giratorio, con el llamado abrasímetro ACÁ. El primer procedimiento IUP, desarrollado en 1969, no consiguió el suficiente grado de consenso para que fuese aceptado e implantado en los diferentes institutos de investigación y análisis del cuero. Por ello en 1992 se decidió adoptar el método DIN 53516 ligeramente modificado como nuevo método IUP 26, en sustitución del método del año 1969. La norma DIN 53516, para la medición de la resistencia a la abrasión de materiales elastoméricos como gomas y cauchos, se corresponde en España con la norma UNE EN 12770. Con anterioridad a la decisión de acogerla como nuevo método IUP 26, la norma DIN 53516 ya se había aplicado en algunos laboratorios para la medición de la resistencia a la abrasión de cueros para suela. El método UNE EN 12770, prácticamente equivalente a IUP 26 y DIN 53516, consiste en determinar la

pérdida de peso de una probeta de cuero sometida al frotamiento de una tela abrasiva fijada sobre un cilindro giratorio, en comparación con la pérdida sufrida en igualdad de condiciones por una probeta-patrón de un elastómero normalizado. La fuerza que actúa sobre la probeta, el grano de la tela de esmeril, la velocidad de giro y el número de revoluciones son los parámetros fundamentales que fija la norma. Conociendo la densidad aparente de la suela (véase 3.3.2) el resultado se podrá expresar en pérdida de volumen.

#### **f. Resistencia del acabado del frote a la abrasión**

Soler, J. (2008), indica que el frote es el agente que ataca de forma más directa los acabados de las pieles; es por eso que estudiaremos con especial detenimiento y concreción la cualidad de durabilidad de los acabados frente al agente frotamiento. Vimos arriba la cuestión de la solidez del color al frote; pero no es el color sino los acabados los que más directamente soportan los daños del agente frotamiento. Simples abrasiones de la superficie, debidas al uso, pueden producir frecuentes marcas de roce que resultan muy enojosas. La prueba revelará si esto puede ser o no un problema. Las pruebas tratan de evaluar la resistencia de la superficie del cuero acabado a la abrasión, raspaduras y manchas.

- Prueba de referencia rápida frotando con un paño blanco bajo la presión de un dedo.
- Prueba con una solidez al frote en el téster VESLIC (IUF 450).
- Al frotar una almohadilla de fieltro seco o una almohadilla de fieltro mojado en la forma prescrita bajo una presión de 1 kg en vaivén contra el cuero que ha sido estirado.
- Probar la solidez al frote seco: con muestra de piel seca y fieltro seco.
- Probar la solidez al frote húmedo: con muestra de piel seca y fieltro mojado.

- Evaluar el grado de daño o cambio experimentado en la capa de acabado, tinción de la almohadilla de fieltro y el cambio de color de la muestra de ensayo.
- Pardeante la abrasión, en el téster VESLIC se sustituye el fieltro-prueba por una lámina de caucho con una cara abrasiva de 15 mm de largo por 3 mm de ancho y se frota el cuero en bandas paralelas separadas entre sí:
- Bajo una carga de 2 kg: de 10 a 50 roces y bajo una carga de 5 kg: 5 roces

#### **g. Abrasión en aparato Martindale**

Font, J. (2001), manifiesta que es el método establecido por la norma EN 388:1994 para determinar la resistencia a la abrasión de los guantes de protección para trabajos con riesgos de tipo mecánico. En algunos laboratorios se utiliza para materiales para forro, curtidos y sintéticos.

#### **h. Abrasímetro Taber**

Herfeld, H. (2004), indica que es el más utilizado en marroquinería, tapicería, y empeine para calzado deportivo y de niño. Es adecuado para pieles con un acabado muy grueso, tipo transfer y similares. Se usan discos de granulometría CS-10 y un sistema de aspiración para que el polvo producido durante el ensayo no interfiera. El número de ciclos depende de las exigencias del artículo. Para calzado deportivo se exigen 100 ciclos, a una carga de 1 kg, sin que se aprecie un deterioro del acabado. Para tapicería se pueden solicitar en las mismas condiciones más de 1000 ciclos. El medidor lineal de desgaste por abrasión TABER, diseñado para medir muestras de cualquier tamaño y forma. Es ideal para superficies curvas y productos acabados. Poco importa el tamaño y la forma de los artículos a analizar ya que el abrasímetro lineal es ideal para los componentes plásticos moldeados, piezas de automóviles, piezas pintadas, impresiones gráficas, productos ópticos, cauchos, textiles.

## G. AIRLESS MIX

Conforme a las Normas de prevención de accidentes según “Tratamiento con materiales para revestimiento” Quality Management Systems Din En ISO 9001, Poland. Para un trabajo seguro con equipos de pintura Airless, son observadas las siguientes especificaciones:

- Para evitar que la pistola se mueva durante la operación de montaje o desmontaje de la boquilla, esta deberá ser trabada. Nunca debe ser direccionada para uno mismo o para cualquier persona. Jamás cambiar el chorro con los dedos o con la mano, pues como la presión es muy alta, pueden ocurrir serias excoiraciones. Nunca usar la pistola sin la envoltura protectora. En caso de ocurrir algún accidente procurar el auxilio médico con urgencia.
- Funcionando a través de la velocidad de la corriente, y sobre una alta presión, pueden ocurrir descargas electrostáticas en el equipo, lo que llevaría a la formación de chispas o llamas. Para evitar que eso ocurra, se recomienda que el equipo sea aterrado. Entre la conexión original y el equipo deberá haber un cable de compensación del potencial, deberán ser fijados en el motor neumático. (Cable de cobre 4 mm<sup>2</sup>).
- La manguera de aire comprimido entre el motor y la pistola deberá ser correspondiente a la presión alimentadora. Para que la manguera tenga vida útil satisfactoria, verificar siempre la identificación del fabricante en la estampa, así como no se debe pasar la presión recomendada y observar el término de validez. Además de eso, verificar que la resistencia eléctrica entre las conexiones del equipo sea igual o menor que 1 Megaohm.
- Limpieza: Durante la limpieza del equipo con solvente, jamás inyectar el residuo en un recipiente cerrado. Esto deberá ser conectado al alambre de tierra.

- **Protección personal:** Para evitar la ocurrencia de accidentes de trabajo durante la preparación del equipo para la pintura o limpieza, se recomienda observar las instrucciones del fabricante, así como el uso de pinturas y solventes por él indicados. Es obligatorio el uso de equipos de protección para la piel y vías respiratorias, tales como guantes y máscaras.
- **Máscaras protectoras:** A pesar de los Sistemas Airless CETEC que poseen bajos índices de polución del aire por los chorros de pintura, no se puede garantizar un ambiente de trabajo que se encuentre totalmente libre de pintura pulverizada en el aire. Por lo tanto, el pintor debe usar siempre una máscara protectora del sistema respiratorio, para protegerse de las posibles partículas de pintura que se encuentra en el aire.
- **Sistema de aspiración:** A pesar de ser bien bajo el nivel de tinta en el aire, se debe en consideración que el vapor del solvente es muy peligroso y para eliminarlo, se recomienda la instalación de un equipo de aspiración del aire o máscaras apropiadas al tipo de solvente.

## **1. Material para la pintura**

### **a. Filtraje del material**

Equipo con filtro de aspiración y pistola incorporada de filtro, así como filtro para alta presión, garantizan la calidad de filtraje de la materia prima. Siguiendo este procedimiento, no habrá la necesidad de hacer un previo filtraje. (La necesidad de los 3 sistemas de filtraje dependerá de la calidad del material a ser pulverizado).

### **b. Viscosidad de la pintura**

El equipo posee un buen sistema de succión, pero para materiales de alta viscosidad es recomendado que el trabajo sea ejecutado con sistema de succión lenta (plato inductor). También se torna necesario que la presión sea alta para obtener un acabado perfecto. Materiales perjudiciales para el equipo. Los

materiales granulados, con pigmentos abrasivos o los corrosivos. El efecto de los mismos en la bomba, válvulas, guarniciones, pistolas y boquillas, es altamente perjudicial, disminuyendo considerablemente el tiempo de vida útil del equipo. Los siguientes materiales no pueden ser usados en el equipo: Diversos tipos de selladores, selladores dispersivos o de contacto, gomas cloradas o sus derivados, materiales de limpieza que provocan formación películas, pinturas conteniendo granos con relleno de fibras y algunos tipos de tintas de efecto multicolor.

## **2. Filtros**

### **a. Filtro de succión**

Independiente del tipo de material a ser usado, se debe escoger el filtro apropiado: Filtro de malla gruesa - tipo A Filtro de malla mediana - tipo B

### **b. Filtro de alta presión**

Indicado como filtro fino, deben ser combinados siempre con el tipo de boquilla a ser usado, según se describen en el (cuadro 3).

Cuadro 3. TIPOS DE FILTROS.

Para boquilla con diámetros:	Abertura de la malla
Abajo de 0,009"/ 0.229mm	0,080mm (04)
Igual a 0,011"/ 0.229mm	0,140mm (05)
Igual a 0,013"/ 0.330mm	0,190mm (06)
Igual a 0,015"/ 0.380mm	0,240mm (09)
Superiores de 0,018"/ 0.450mm	0,320 (12)

Fuente: Normas de prevención de accidentes (2012).

### c. Selección del tipo de boquilla

Para realizar un trabajo racional y perfecto, se torna imprescindible la selección del tipo de boquilla que sea la correcta. En muchos casos, el tipo correcto de la boquilla, solamente podrá ser definido después varias pinturas, es decir, en la instalación. Abajo algunas observaciones: Los chorros de pinturas deben ser bien irregulares; Apareciendo listas en el área que está siendo pintada, puede ser que, la presión está muy baja o la viscosidad de la pintura está bien alta. En este caso, aumenta la presión o adicionar diluyente a la pintura. Se debe recordar que cada tipo de bomba necesita de cantidad diferente de presión, en relación al tamaño de la boquilla (ver tabla). Generalmente son válidas las relaciones: Para boquilla grandes: presión baja Para boquillas pequeñas: presión alta Existe una variedad de boquillas CETEC, Airless, con diversos ángulos y para presiones diferentes, como se describe en el (cuadro 4).

Cuadro 4. TIPOS DE BOQUILLAS.

“	Diámetro Orificio	Angulo de Pulverización				Post-Filtro	Filtro AP flujo(l/m)				
		mm	20	40	60		80	Código	Color	Malla	Código
	0.007	0.178	207	407	607		1018206	Rojo	50	10241	80
	0.009	0.229	209	409	609		1018205	Amarillo	100	10245	
	0.011	0.279	211	411	611					10246	140
	0.013	0.330	213	413	613	813	1018204	Blanco	180	10242	190
	0.015	0.380	215	415	615	815					
	0.017	0.430		417	617						
	0.021	0.530		421	621						
	0.025	0.630		425	625						
	Abertura de Pulverización		Mm*				100 a 150	200 a 250	300 a 350	400 a	450

Fuente: Normas de prevención de accidentes (2012)

## **1. Función del equipo**

Bombas de pistón con función neumática de la línea Airless, son acompañadas de un motor neumático y de un hidráulico de alimentación de material. El aire comprimido entra en el embolo de distribución, que sigue para el cilindro, localizado abajo del pistón, en el motor neumático. El pistón en el motor, se mueve con el pistón de la bomba de alimentación del material, siempre para arriba. La válvula de entrada se abre y el material alimentador es aspirado. El inversor del aire comprimido se libera a través del movimiento realizado para arriba del pistón en el motor neumático. A cada curso ascendiente o descendiente del embolo en la bomba de pistón, el material es transportado. Apagándose rápidamente el embolo de distribución, el desempeño del pistón en el motor neumático queda prácticamente inalterado. La pérdida de presión en la bomba alimentadora prácticamente no existe.

## **2. Pulverizadores sin aire**

La pistola pulverizadora es una parte esencial en la aplicación de pintura. Además de operar la pistola pulverizadora adecuadamente, el usuario debe familiarizarse con las técnicas de preparación de la superficie y la pintura. Las siguientes instrucciones le explicaran las diferencias entre los diferentes métodos utilizados para rociar y le servirán de guía para la operación del equipo y los métodos para pintar con pistolas pulverizadoras

- Sistema de Presión: Es una interna o externa, este método generalmente se usa para rociar pinturas espesas o para método por el cual se le aplica presión al envase o tanque de pintura para suministrarle pintura a la pistola. Este método puede utilizar tapas de aire de mezcla pintar superficies grandes.
- Sistema de alimentación: Es el método usado para suministrarle a la pistola la pintura que se va a rociar.

- Sistema de Gravedad: Este método es similar al del sifón. Sin embargo, el envase está invertido para crear una presión positiva del fluido en la boquilla.
- Tanque de pintura: Un envase adicional de pintura bajo presión, que permite el roció continuo de grandes superficies sin necesidad de parar para volver a llenar los envases, este también le permite utilizar la pistola pulverizadora en cualquier ángulo sin que la pintura se derrame.
- Pistola HVLP: Designación para un método de baja presión internacionalmente reconocido, en el cual el grado de rendimiento de aplicación tiene que encontrarse arriba de un 65 % y con eso cumplir una presión máxima de 0,7 bar (10 psi) en la boquilla. HVLP en inglés significa: High Volume Low Pressure que traducido al español es alto volumen baja presión. Un atomizador es clasificado como HVLP cuando la presión en el difusor de aire no excede 10 lbs/pulg<sup>2</sup> (10 PSI) (0,7 Kg./cm<sup>2</sup>) y la eficiencia de la transferencia de pintura atomizada es superior al 65 por ciento.

#### **a. Pistola pulverizadora tradicional vs pistola pulverizadora (HVLP)**

Las pistolas pulverizadoras tradicionales usan una presión mucho más alta en la tapa de aire para atomizar la pintura que las pistolas que las pistolas HVLP. Esto ocasiona mayor malgasto de pintura y menos eficiencia. Los métodos HVLP electrostáticos y sin aire son actualmente los únicos que le garantizan un 65% de la eficiencia que exigen ciertos departamentos de control de contaminación ambiental. Esta mayor eficiencia le permite un mayor ahorro de material al compararlo con los métodos tradicionales para rociar pintura. El método HVLP se ha convertido en el más popular a nivel industrial debido al bajo índice de contaminación ambiental que produce. Según la definición, las presiones del aire dinámico dentro de la tapa deben ser 0,69 bar o menos para calificar como un sistema HVLP. En la figura 1, se nota como produce un patrón de baja velocidad el cual aumenta el control y reduce las corrientes contraídas y el malgasto de material. Por lo tanto, el método HVLP es muy bueno para pintar superficies con escondrijos.

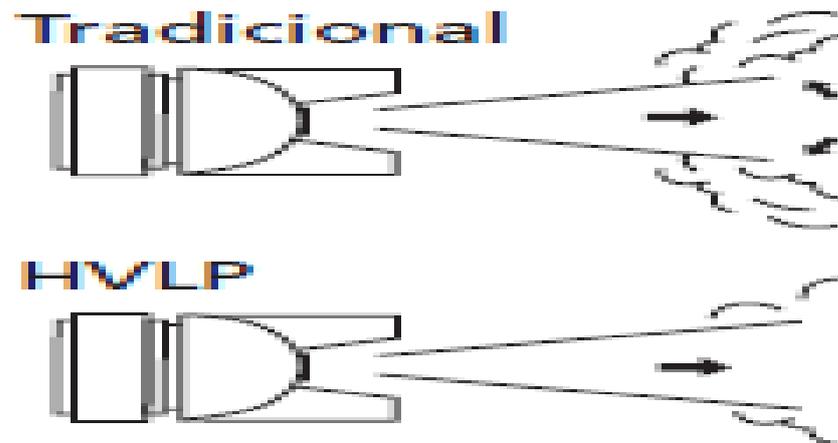


Figura 1. Patrón de baja velocidad.

#### g. Conexión de la pistola pulverizadora.

La presión de aire para atomizar se controla en la fuente de suministro de aire. La cantidad de fluido se ajusta con la perilla para controlar el fluido, la viscosidad de la pintura y la presión del aire. El envase con sistema de alimentación se atornilla a la parte superior del cuerpo de la pistola y crea una presión positiva de flujo en la boquilla, (figura 2).



Figura 2. Fuente de suministro de aire filtrado regulado.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

En las instalaciones del laboratorio de curtición de pieles de la Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se llevó a cabo la curtición de las pieles, desarrollo e instalación del prototipo, así como los análisis físicos para la comprobación el funcionamiento del airless mix, , a una altitud de 2754 m.s.n.m. con una longitud oeste de 78 ° 28 '00" y una latitud sur de 01 ° 38'. El tiempo de duración de la investigación fue de 60 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba, se describen en el (cuadro 5).

Cuadro 5. 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 utilizó 5 pieles caprinas curtidas con cromo y 5 pieles caprinas curtidas con vegetal, a las cuales se realizaron acabados en seco para realizar pruebas piloto de flexión y fricción para evaluar el funcionamiento del prototipo de pulverizado.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES**

Los materiales, equipos e instalaciones a utilizar en la realización de la investigación son:

### **a. Materiales**

- Motor.
- Placa.
- Empaque de la placa.
- Juego de pistones.
- Cojineta.
- Tapas de goma.
- Pernos.
- Perillas.
- Válvula de chequeo.
- Tubo de desvío.
- Sello del pistón.
- Separador del pistón.
- Manguera.
- Adaptador de manguera.
- Tapón de adaptador de pistola.
- Filtro de Pistola.
- Resorte Pistola.
- Sello Pistola.
- Malla.
- Anillo en O.
- Ruedas Neumáticas.
- Arandela.
- Tuercas.

**b. Equipos**

- Torno.
- Soldadora.
- Plegadora.
- Pulidora.

**c. Productos químicos**

- Tensoactivo.
- Cloro.
- Cloruro de sodio.
- Hidróxido de calcio.
- Sulfuro de sodio.
- Yeso.
- Bisulfito de sodio.
- Formiato de sodio.
- Producto rindente.
- Ácido fórmico.
- Diesel.
- Producto basificante.

**D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

La presente investigación no dispone de tratamientos experimentales, sino responderá al estudio de un diseño de procesos para la construcción, e instalación de un prototipo de pulverización para realizar acabados en seco de los cueros curtidos; en el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Una vez instalado el equipo se procede a realizar pruebas piloto a las 5 pieles caprinas curtidas y con acabado en seco, realizando una estadística descriptiva con los resultados obtenidos.

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

### **1. Sensoriales**

- Poder de cobertura, (puntos).
- Tacto, (puntos).

### **2. Físicas**

- Flexometría, (ciclos).
- Fricción en húmedo y seco, (ciclos).

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

- Media.
- Moda.
- Mediana.

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

La implementación del prototipo de pulverizado para realizar acabados en seco del cuero se realizó de la siguiente manera:

- Se determinó el área donde fue colocado el prototipo de pulverizado y las instalaciones eléctricas que se requirieron en el Laboratorio de Curtición de Pieles.
- Se seleccionó los materiales para la construcción del equipo para realizar acabados en seco de los cueros.

- Se construyó el armazón del prototipo de atomizado en tubo realizando dobleces a un ángulo de 90°, dándole la forma de carrito al mismo que se le ajusto las ruedas neumáticas.
- Se colocó el motor con la bomba de presión.
- Se colocó la manguera de alta presión al orificio de entrada de la bomba, apretándolo con una llave de 3/4.
- Se colocó la pistola al otro extremo de la manguera apretándola con una llave de 3/4.
- Se colocó el prototipo de pulverizado en el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias y se verifico su funcionamiento.
- Se procedió a curtir pieles caprinas en el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias
- Se procedió a dar los acabados en seco con el prototipo de atomizado a las pieles curtidas en el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias
- Se preparo las probetas, para la prueba de flexometría.
- Se sujeto y doblo las probetas a cada orilla para mantenerlas en posición doblada de manera que los lados más largos se encuentren, quedando la parte de la flor hacia adentro, y se procedió a encender el motor, para realizar las pruebas piloto y comprobar los resultados con las normas INEN y las IUP. La probeta fue examinada periódicamente después de 100, 1000, 10 000, 20 000, 30 000, 40 000 y 50 000 ciclos para valorar el daño que ha sido, y así se pudo determinar la calidad del cuero. Se debió anotar cualquier daño.
- Se prepararon las probetas, para las pruebas de fricción en húmedo y seco.

- En el examen del acabado en seco de un cuero para la valoración del daño fue esencial una buena iluminación de la superficie y fue muy útil una lupa de 6 aumentos.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Análisis sensorial**

Este análisis permitió determinar las características que presentaron los cueros, estas características que se valoraron con la siguiente calificación 5 correspondiente a excelente; 3 a 4 muy buena; y 1 a 2 buena y menos de 1 baja; en lo que se refiere a blandura, y llenura. Los resultados del análisis sensorial se escribieron en un lenguaje rigurosamente técnico, y basados en la escala que se propone para realizarlos. Para evaluar el poder de cobertura y el tacto, se realizaron repetidos toques a todas las zonas del cuero para determinar los espacios interfibrilares los cuales debieron tener características de acuerdo al artículo confeccionado.

### **2. Análisis Físico**

#### **a. Determinación de la resistencia la flexión del cuero**

Este análisis se lo ejecutó en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, el ensayo se lo realizó con los parámetros de las Normas INEN, e IUP de la Asociación Española en la Industria del Cuero, para lo cual se aplicó la siguiente metodología.

#### **b. Preparación de la muestra**

La probeta fue la pieza sometida a diversos ensayos mecánicos para estudiar la resistencia de un material; las probeta son rectángulos de cuero los cuales fueron

cortados con dimensiones de 70 por 40 mm, para lo cual se tomó en dirección paralela a la espina dorsal y la otra en dirección perpendicular, en base a lo establecido en la norma IUP 6.

### c. Manipulación de la probeta

La probeta de cuero a probar fue doblada y sujeta a cada orilla para mantenerla en posición doblada de manera que los lados más largos se encontraron, quedando la parte de la flor hacia adentro. Posteriormente se colocó uno de los dos extremos de la probeta en la pinza superior ajustando la misma, como se indica en la (fotografía 1).



Fotografía 1. Preparación de la probeta de cuero.

Se dobló hacia abajo el extremo libre de la probeta, quedando la parte de la flor hacia afuera, y colocar en la pinza inferior, cuidando que no quedara floja la probeta, ni por el contrario, más tenso que lo requerido (figura 3).

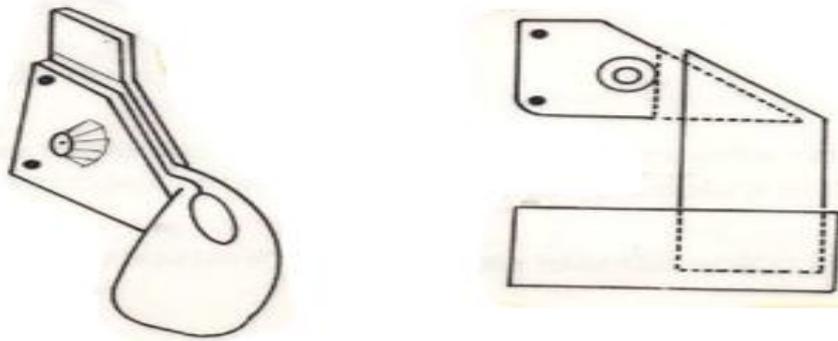


Figura 3. Pinza de sujeción inferior (fija) y ubicación de la probeta.

Una pinza quedó fija y la otra se mueve hacia atrás y hacia adelante ocasionando que el dobles en la probeta se extienda a lo largo de ésta. La probeta fue examinada periódicamente para valorar el daño que ha sido producido.

#### **d. Evaluación periódica de la probeta**

Se examinó la probeta después de 1000, 5000 y 10.000 flexiones (ciclos), y luego, cada 10.000 hasta las 50.000 flexiones, cuando se alcanzó la máxima cantidad de flexiones se apagó el motor y se examinó el acabado del cuero para evidenciar si se produjo algún daño. Una vez observada la probeta fue colocada nuevamente en la máquina, y si era necesario continuar con las flexiones, al colocarla nuevamente en la máquina se fijó lo más exactamente posible como se encontraban previamente. En el examen del acabado de un cuero para la evaluación del daño, resultó importante una buena iluminación de la superficie y para mejorar la apreciación se utilizó una lupa de 6 aumentos para observar mejor los daños ocasionados.

#### **e. Informe de resultados**

En el informe de resultados en caso que exista algún daño, se podrán observar algunos cambios como por ejemplo.

- El cambio del matiz del film del acabado (más grisáceo), sin otro daño.

- Resquebrajamiento del acabado con estrías superficiales más grandes o más pequeños.
- Pérdida de la adhesión entre el acabado y el cuero con cambios ligeros o considerables de color en área doblada. Pérdida de la adhesión de una capa del acabado u otra, con cambios ligeros o considerables de color en un área doblada.
- Pulverización o desprendimiento en escamas del acabado, con cambios ligeros o considerables de color.

El daño del cuero puede ser de las siguientes clases:

- Desarrollo de pliegues gruesos en la flor (llamada flor suelta), y pérdida del grabado de la flor, como también ruptura de la capa flor.
- Pulverización de las fibras (generalmente en el lado carne o corium que en la capa flor), si ocurrió mucha pulverización, el cuero pudo desarrollar un tacto vacío aún si hay pocos signos de polvo en las superficies.
- Continuación de rompimiento de fibras hasta tal punto que un agujero se desarrolló a través del espesor completo del cuero, (fotografía 2).



Fotografía 2. Equipo para la determinación de la flexometría del cuero.

### **3. Resistencia a la fricción (frote) en seco y húmedo**

La resistencia al frote es una de las propiedades más importantes del cuero y una de las más difíciles de satisfacer en húmedo. Prácticamente todos los tipos de curtidos están obligados a un determinado grado de resistencia al frote. Existen dos tipos de ensayo para medir la solidez al frote: el Satra y el Veslic. En el Satra, un material de fieltro de forma circular gira frotando la superficie del cuero, mientras en el Veslic, el fieltro se apoya sobre la piel con una carga determinada y es la piel la que se desplaza en forma de vaivén. El ensayo Satra tiene el inconveniente de que siempre se frota la misma parte de la superficie del cuero. La fricción produce un calentamiento que puede reblandecer los acabados termoplásticos falseando los resultados. Además, la decoloración producida es poco uniforme y es más difícil valorar los resultados. El procedimiento Veslic fue adoptado como método IUF 450, y su uso está más extendido que el Satra.

- En el método IUF 450, la muestra de piel se fijó con la cara a ensayar hacia arriba sobre una plataforma horizontal capaz de desarrollar un movimiento de vaivén con un recorrido de 3'5 cm y una frecuencia de 40 ciclos por minuto. La muestra se estira un 10 % de su longitud en la misma dirección en que se accionará el movimiento. El fieltro, de lana y de forma cuadrada, se aplica sobre la superficie del cuero con una carga ajustable. La carga mínima es de 500 g, de peso, aunque esta carga sólo se aplica en el ensayo de cueros afelpados. La carga normal es de 1 kg. El número de ciclos a aplicar depende de las exigencias del artículo concreto. Puede oscilar entre los 20 de la napa para confección hasta los 2000 para tapicería de automóvil.
- Generalmente se realizó dos ensayos, uno con el fieltro seco y otro con el fieltro húmedo. Existe también la posibilidad de ensayar la resistencia al frote con el fieltro humedecido con sudor artificial, con disolventes, con productos de limpieza, y con otras substancias con el propósito de medir la solidez en condiciones representativas de unas influencias particulares. Después del ensayo el fieltro puede quedar más o menos coloreado a causa de la transferencia de cualquier clase de materia coloreada, por ejemplo, colorante o polvo de esmerilado. Además el color y la superficie del cuero pueden haber

quedado alterados. Las variaciones de color se valoran con la ayuda de las respectivas escalas de grises para el cuero y para el material de acompañamiento, el fieltro en éste caso. Como siempre, la nota 5 corresponde a la máxima solidez y la nota 1 a la más baja. Los fieltros húmedos deben secarse antes de valorarlos. En la valoración del cuero debe anotarse cualquier cambio visible en la superficie, como por ejemplo la pérdida de brillo, un efecto de pulido, el aplastado de la felpa, o el deterioro del acabado, (fotografía 3).



Fotografía 3. Equipo para medir la resistencia al frote en seco y en húmedo de los cueros.

La resistencia del cuero al frote en seco es notablemente superior que en húmedo. La experiencia muestra que en general el cuero se comporta peor en la valoración del manchado que en la de la propia degradación del color. A menudo se ensayan cueros que tras 25 frotos en húmedo no muestran ningún defecto apreciable ni variación en su color pero que no obstante han manchado el fieltro incluso con valoración inferior a la nota 4 de la escala de grises. La mejora de la resistencia al frote comprende alternativas físicas como el aumento del espesor del acabado o la disminución del coeficiente de fricción de la superficie, y químicas como conseguir un mayor reticulado del acabado, o el uso de lacas en solvente orgánico en lugar de las acuosas para obviar la hidrofilia de los emulsionantes. Naturalmente, la solidez al frote también depende del grado de fijación de la tintura, y en los afelpados del orden en que se ha efectuado el esmerilado con respecto de la operación de teñido. Los fieltros que cumplen las especificaciones de la norma IUF 450 pueden solicitarse a AQEIC o al Laboratorio Federal de Ensayos de Materiales, más conocido como EMPA, en Suiza 49. El EMPA dispone además de fieltros teñidos en negro para el examen de la solidez al frote de pieles de colores claros.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### A. DIMENSIONES DEL ÁREA PARA LA IMPLEMENTACIÓN EL EQUIPO

###### 1. Cálculo de la velocidad inicial de funcionamiento

###### a. Cálculo del área

$$A = 2\pi r^2$$

Donde:

A: Área de salida de la pintura,  $cm^2$

r: Radio del orificio de salida

$$A = 2\pi(0.011inch)^2$$

$$A = 2\pi(0.011inch)^2$$

$$A = 7.60 * 10^{-4}inch$$

$$A = 7.60 * 10^{-4}inch^2 * \frac{1ft^2}{(12inch)^2} * \frac{(30.48cm)^2}{(1ft)^2}$$

$$A = 0.005cm^2$$

###### b. Cálculo de la velocidad inicial del Airless Mix

$$v_1 = \frac{A}{t}$$

$v_1$ = Velocidad inicial, m/s

A= Área de salida del orificio

t: tiempo de residencia de la pintura

$$v_1 = \frac{0.005 cm^2}{0.1 s}$$

$$v_1 = \frac{0.005 cm^2}{0.1 s}$$

$$v_1 = 0.05 \frac{cm^2}{s} * \frac{1 m^2}{(100 cm)^2}$$

$$v_1 = 5 * 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

## 2. Cálculo del volumen inicial de pintura en el Airless Mix

$$V = 1.2 * Q * t$$

Donde:

V: Volumen inicial del compresor, l

Q: Caudal según las especificaciones del constructor, l/s

t: tiempo de residencia de la pintura, s

$$V = 1.2 * 4.1 * 0.1$$

$$V = 0.49 l$$

### a. Cálculo de la masa de pintura consumida por el Airless Mix

$$m = \rho * v * A$$

Donde:

m: Masa de pintura, kg

A: Área del orificio, m<sup>2</sup>

$\rho$ : Densidad de la pintura

V: Velocidad en el orificio, m/s

$$m = 1200 * 5 * 10^{-6} * 0.005$$

$$m = 1200 * 5 * 10^{-6} * 0.5$$

$$m = 0.03 Kg$$

### 3. Cálculo del ciclo de compresión

El compresor del Airless Mix cumple el ciclo como se indica en el gráfico 1, para conocer la eficiencia se debe calcular las variables de estado que van a cambiar a lo largo del ciclo para poder conocer el trabajo y calor desprendido.

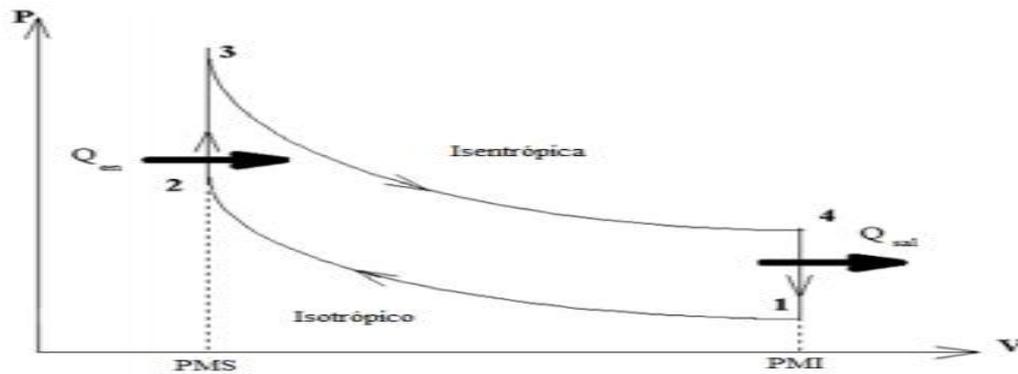


Gráfico 1. Ciclo cumplido por el compresor del Airless Mix.

#### a. Cálculo de la relación de compresión

$$R_c = \frac{P_d}{P_s}$$

Donde:

$R_c$ : Relación de compresión

$P_d$ : Presión de descarga, bar

$P_s$ : Presión de succión, bar

$$R_c = \frac{1}{103.46}$$

$$R_c = 0.01$$

#### b. Cálculo de la temperatura en el punto 2

$$V_{r2} = \frac{V_{r1}}{R_c}$$

Donde:

$V_{r2}$ : Volumen relativo en el punto 2,  $m^3/kg$

$V_{r1}$ : Volumen relativo en el punto 1,  $m^3/kg$

$R_c$ : Relación de compresión

$$V_{r2} = \frac{0.001}{0.1}$$

$$V_{r2} = 0.01 \frac{m^3}{Kg}$$

Refiriéndose a tablas termodinámicas la temperatura en el punto de acuerdo al volumen relativo en el punto 2 es igual a  $1300^\circ C$

### c. Cálculo del volumen en el punto 2

$$V_1 P_1 T_2 = V_2 P_2 T_1$$

Donde:

$V_1$ : Volumen en el punto 1, l

$P_1$ : Presión en el punto 1, bar

$T_1$ : Temperatura en el punto 1,  $^\circ C$

$V_2$ : Volumen en el punto 2, l

$P_2$ : Presión en el punto 2, bar

$T_2$ : Temperatura en el punto 2,  $^\circ$

$$V_2 = \frac{V_1 P_1 T_2}{P_2 T_1}$$

$$V_2 = \frac{0.49 * 1 * 1300}{103.43 * 298}$$

$$V_2 = \frac{0.49 * 1 * 1300}{103.43 * 298}$$

$$V_2 = 0.02 \text{ l}$$

#### d. Cálculo de la temperatura en el punto 3

Al ser un proceso donde se consume calor y se genera trabajo para poder dar la compresión de la pintura se utilizara de manera distintas las ecuaciones y en este punto se alcanza la máxima presión del gas por lo cual el volumen va a ser igual

$$R_c = \frac{T_3}{T_2}$$

Donde:

$R_c$ : Relación de compresión

$T_3$ : Temperatura en el punto 3, °K

$T_2$ : Temperatura en el punto 2, °K

$$T_3 = R_c * T_2$$

$$T_3 = 0.01 * 1300$$

$$T_3 = 130^\circ K$$

#### e. Cálculo del volumen en el punto 3

$$T_3 V_2 = T_2 V_3$$

Donde:

$T_3$ : Temperatura en el punto 3, °K

$T_2$ : Temperatura en el punto 2, °K

$V_3$ : Volumen en el punto 3, lt

$V_2$ : Volumen en el punto 2, lt

$$\frac{T_3 V_2}{T_2} = V_3$$

$$\frac{1300 * 0.02}{130} = V_3$$

$$V_3 = 0.2 \text{ lt}$$

**f. Determinación del número de moles transferidas**

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{103.43 * 0.2}{8.31 * 130}$$

$$n = 0.02 \text{ kg/mol}$$

**g. Cálculo del calor absorbido por el ciclo**

$$Q_{2-3} = nC_p(T_3 - T_2)$$

Donde:

$Q_{2-3}$ : Calor Absorbido por el ciclo, KJ

$T_2$ : Temperatura en el punto 2, °K

$T_3$ : Temperatura en el punto 3, °K

$C_p$ : Capacidad calorífica a presión constante, J\* mol / Kg \*°K

$n$ : Numero de moles de pintura, Kg/mol

$$Q_{2-3} = 0.02 * 1460(1300 - 130)$$

$$Q_{2-3} = 34164 \text{ J}$$

$$Q_{2-3} = 34164 \text{ J} * \frac{1 \text{ KJ}}{1000 \text{ J}}$$

$$Q_{2-3} = 34.164 \text{ KJ}$$

### h. Cálculo de la temperatura en el punto

Primero se calculara el volumen relativo en el punto 4 para por medio del mismo calcular mediante tablas termodinámicas la temperatura en el punto 4

$$V_{r4} = V_{r3} * r_c$$

Donde:

$V_{r3}$ : Volumen relativo en el punto 3, lt/kg

$V_{r4}$ : Volumen relativo en el punto 4, lt/kg

$R_c$ : Relación de compresión

$$V_{r4} = 0.2 * 0.01$$

$$V_{r4} = 2 * 10^{-3} \text{lt}$$

De acuerdo a tablas termodinámicas la temperatura que le corresponde al valor de volumen relativo es igual a 73°K

### i. Cálculo del calor desprendido por el ciclo

$$Q_{4-1} = nC_v(T_4 - T_1)$$

Donde:

$Q_{1-4}$ : Calor Absorbido por el ciclo, KJ

$T_1$ : Temperatura en el punto 1, °K

$T_4$ : Temperatura en el punto 4, °K

$C_v$ : Capacidad calorífica a volumen constante, J\* mol / Kg \*°K

$n$ : Numero de moles de pintura, Kg/mol

$$R = \frac{C_p}{C_v}$$

Donde:

$C_p$ : Capacidad calorífica a presión constante,  $J^* mol / Kg ^*K$

$C_v$ : Capacidad calorífica a volumen constante,  $J^*mol/Kg^*K$

R: Constante para los gases ideales

$$C_v = \frac{C_p}{R}$$

$$C_v = \frac{1460}{8.31}$$

$$C_v = 175.7 \frac{J * mol}{Kg * ^*K}$$

$$Q_{4-1} = 0.02 * 175.7(73 - 273)$$

$$Q_{4-1} = -702.8 J$$

El signo negativo indica que el calor se desprende del ciclo

$$Q_{4-1} = -702.8 J * \frac{1 KJ}{1000J}$$

$$Q_{4-1} = -0.70 KJ$$

#### 4. Cálculo de la eficiencia del ciclo

##### a. Cálculo del trabajo realizado por el pulverizador de pintura sin aire

$$w = P(V_1 - V_3)$$

Donde:

W: Trabajo consumido por el compresor, Kj

P: Presión en el punto 2, atm

$V_3$ : Volumen en el punto 3, lt

$V_1$ : Volumen en el punto 1, lt

$$w = 103.43(0.49 - 0.2)$$

$$w = 29.99 \text{ KJ}$$

### b. Eficiencia del ciclo

$$\epsilon = \frac{W_{\text{consumido}}}{Q_{\text{absorbido}}} * 100$$

Donde:

$\epsilon$ : Eficiencia del ciclo

$W_{\text{consumido}}$ : Trabajo consumido por el Airless Mix, KJ

$Q_{\text{absorbido}}$ : Calor Absorbido por el Airless Mix, KJ

$$\begin{aligned} \epsilon &= \frac{29.99}{34.16} * 100 \\ \epsilon &= 87.82\% \end{aligned}$$

## B. EVALUACIÓN FÍSICA DE LOS CUEROS CAPRINOS PIGMENTADOS EN LA MÁQUINA AIRLESS MIX DISEÑADO E IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

### 1. Resistencia a la flexión

En la evaluación de la resistencia a la flexión de las pieles caprinas (cromo vs. extractos vegetales), que se indica en el cuadro 6, acabadas en seco utilizando el prototipo mecánico de atomizado Airless mix, se presentaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias, estableciéndose las mejores respuestas en las pieles al cromo, cuyo valor fue de 76000 flexiones, con un error típico de 5099,02, una mediana o valor central de 80000, y una moda igual a 80000, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas en las pieles curtidas con extractos vegetales con 50000 flexiones, con un error típico de 3162,28, mediana igual a 50000 y un valor de moda de 50000, por lo cual se



puede afirmar que al pigmentar con el Airless mix, los resultados más altos se consiguen con pieles curtidas con curtiente mineral cromo, pero también será necesario evaluar otros procesos en la curtición ya que los resultados no solo dependen del tipo de curtiente que se ha utilizado sino también de otras características y la maquinaria utilizada en los diferentes procesos de transformación de la piel en piel curtida, especialmente en la aplicación del pigmento que es la capa final del acabado y de la cual depende la belleza del cuero.

Al respecto Hidalgo, L. (2004), manifiesta que el uso de maquinarias con alta tecnología se ha convertido en una alternativa adecuada para la transformación de las pieles, permite la utilización de menor cantidad de materia prima sin desmejorar las prestaciones físicas y sensoriales del cuero. Aunque los compresores airless generan la fuerza con aire, la diferencia con otros métodos radica en que permite la atomización de pintura sin aire ya que ambos componentes no se mezclan en ningún momento del proceso. Al entrar en contacto el material con el aire, los equipos tradicionales fragmentan las partículas más de lo necesario, provocando la denominada sobre pulverización. Esto genera una nube de material sobrante, que no se adhiere a la superficie que deseamos pintar y por tanto un mayor coste de material. Uno de los procesos mas importantes en la curtición es el de acabados ya que con este se otorga las características finales que va a presentar el cuero para la venta, por lo cual es muy importante que este proceso se realice con precisión para que el cuero logre cumplir todas las normas internacionales que se establecen, la resistencia a la flexión hace referencia a cuanto puede soportar un cuero cuando está expuesto a fuerzas externas, y el tipo de acabado dependerá mucho para incrementar esta resistencia. Al ser una pulverización sin aire, la preparación de acabado llega a la piel casi en las mismas condiciones originales de dilución y viscosidad.

Los reportes de flexión que se ilustra en el gráfico 2, fueron comparados con las exigencias de calidad de la Asociación Española del Cuero que en la norma técnica IUP 20, donde se infiere un límite permisible de flexión de 50000 ciclos

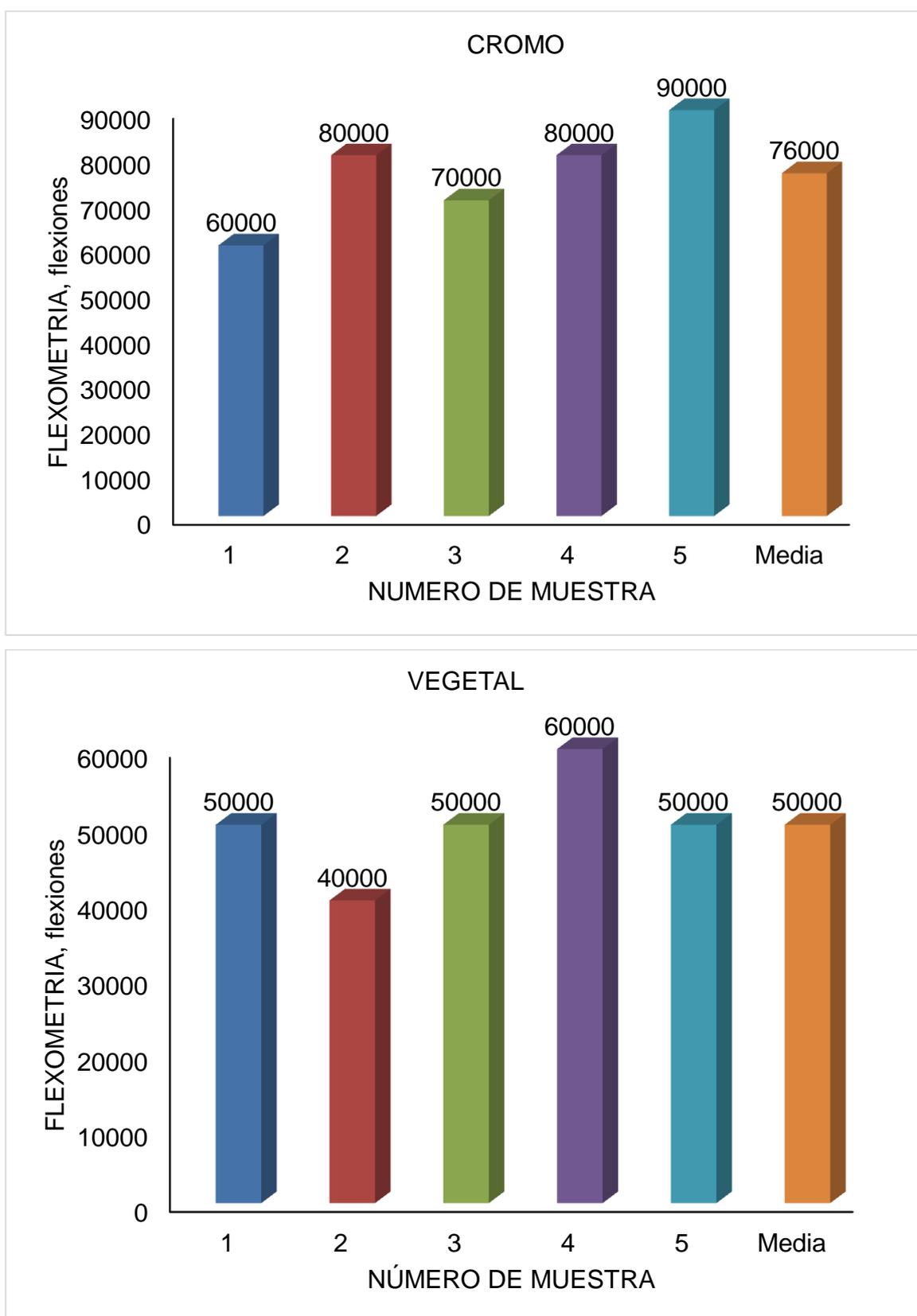


Gráfico 2. Resistencia a la flexometría de los cuero caprinos pigmentados en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.

antes de producirse el primer daño en la superficie del cuero, y como se aprecia en los dos tipos de cueros se cumple con esta exigencia, por lo tanto el equipo está validado ya que se consigue la impregnación de las capas del acabado en forma homogénea y profunda de tal manera que se forme una película muy resistente sobre todo a las flexiones continuas

## **2. Resistencia a la fricción en húmedo**

En la evaluación de la resistencia a la fricción en húmedo de las pieles caprinas pigmentadas con el prototipo mecánico de atomizado Airless Mix, se presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01^{**}$ ) entre medias, estableciéndose las mejores respuestas cuando se impregno las pieles caprinas al cromo con respuestas de 120 ciclos, con un error típico de 9,35 ciclos, una mediana de 125,00 ciclos y una moda de 100,00 ciclos, y las respuestas más bajas se presentaron cuando se impregno las pieles caprinas curtidas con extractos vegetales con 43 ciclos, con un error típico de 4,90, mediana igual a 50,00 y con una moda o el valor que más se repite de 50 ciclos como se ilustra en el gráfico 3, es decir que al impregnar pieles caprinas curtidas con cromo se obtienen mejores resistencia a la fricción con fieltro en húmedo, pudiendo afirmarse que las pieles acabadas en el prototipo mecánico de atomizado Airless Mix, cumple con las normas internacionales es decir este equipo si puede competir en calidad con las máquinas construidas en otros países abaratando el costo de producción y constituyéndose en un referente de que se puede mejorar la tecnología en la industria curtiembre a bajo costo sin desmejorar la calidad de los cueros.

Al respecto Hidalgo, L. (2004), reporta que la resistencia a la fricción en húmedo es una de las pruebas que mayor importancia tienen para evaluar la calidad de acabados, ya que con esta se valora la fijación de las diferentes capas del acabado en el cuero, sin producirse la decoloración prematura después de la prueba, y como se utiliza sudor artificial es más difícil de cumplir ya que la pintura si no está bien fijada en la piel puede sufrir una sustitución con el agua de la prueba, ya que se hincha la piel y absorbe las moléculas de agua compitiendo así con las del acabado, por eso los fijadores de pintura en forma de atomizadores

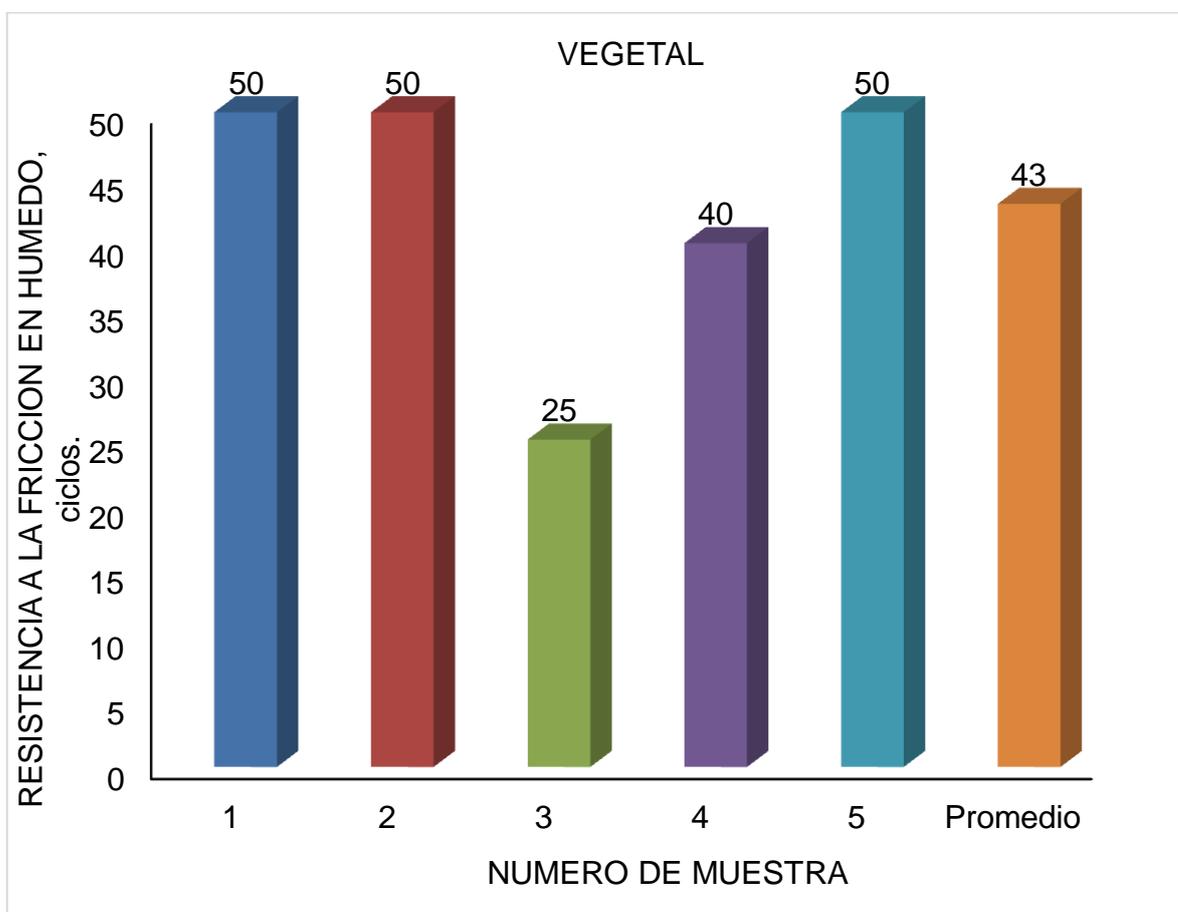
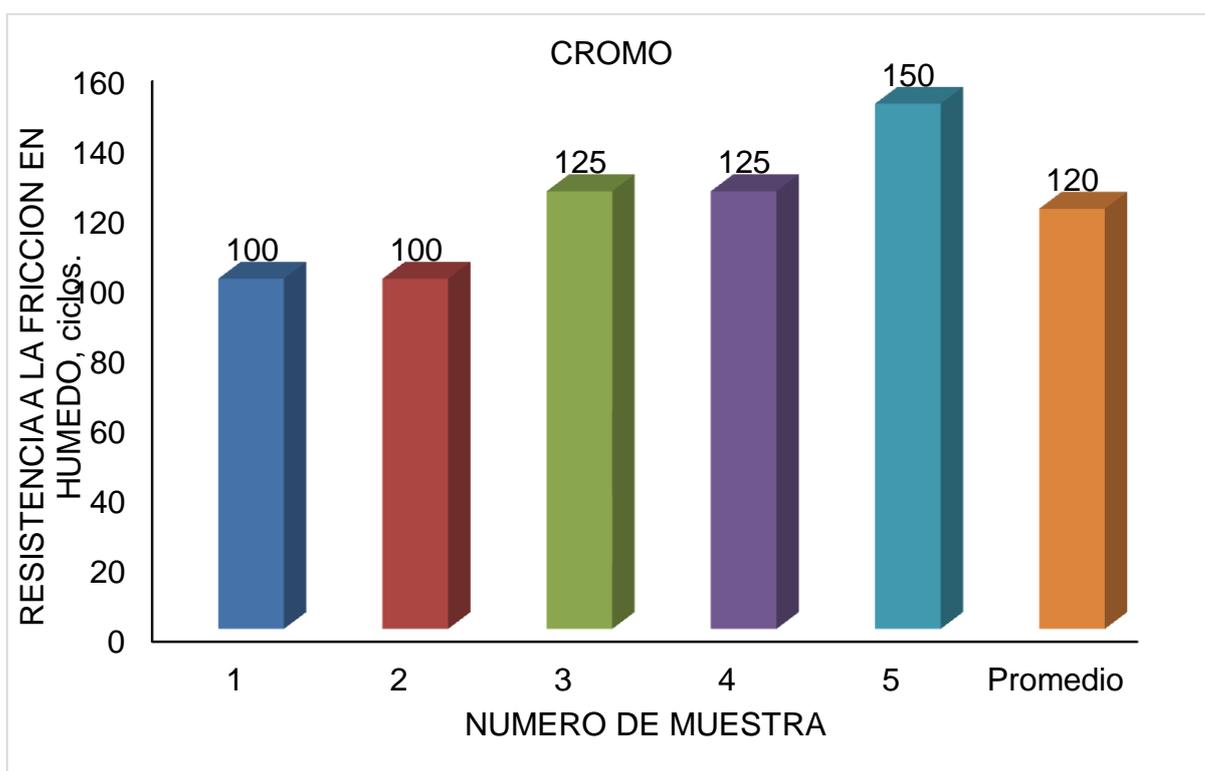


Gráfico 3. Resistencia a la fricción en húmedo de los cuero caprinos pigmentados en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.

son muy útiles para mejorar la calidad de acabado del cuero, ya que este por medio de la presión que ejerce al fluido que en este caso sería pintura logra que salga con una gran velocidad y un caudal considerable permitiendo así que la pintura quede bien fijada en la piel evitando que sea removida, otorgándole grandes características a la piel curtida con cualquier agente curtiente, consiguiendo bajo consumo de material y reducción del exceso de atomización en comparación con otros métodos.

La normativa de la Asociación Española del Cuero para calado infiere en la norma técnica IUF 450 (2002), un mínimo de 50 ciclos para la prueba de resistencia al frote en húmedo antes de producirse la primera decoloración de la flor del cuero, apreciándose que en las muestras de cuero al cromo se supera ampliamente con esta exigencia de calidad es decir que los cueros están impregnados profundamente de tal manera que pueden resistir mayor número de frotos con fieltro humedecido en sudor artificial, siendo superiores a las alcanzadas por los cueros al vegetal que fueron pigmentados con el Airless mix, implementado en el Laboratorio de Ciencias Pecuarias.

### **3. Resistencia a la fricción en seco**

La resistencia al frote en seco de las pieles caprinas, pigmentadas con el prototipo mecánico de atomizado Airless Mix, presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01^{**}$ ), entre las muestras con diferente tipo de curtido (cromo vs vegetal), alcanzándose las mejores respuestas cuando se pinto las pieles al cromo con resultados de 220 ciclos, un error típico de 12,25 ciclos, mediana de 200 ciclos y una moda de 200,00 puntos, y las respuestas más bajas se reportaron cuando se pigmentó las pieles caprinas al vegetal con resultados de 120 ciclos, un error experimental de 12,25 ciclos, mediana 100,00 ciclos y un valor de moda de 100,00 ciclos como se ilustra en el gráfico 4, por lo tanto se afirma que para conseguir mejores respuestas de resistencia a la fricción en seco se deberá pigmentar las pieles caprinas curtidas con cromo, ya que se consigue una penetración más profunda de la pintura, de tal forma que resista un mayor número de frotos con fieltro seco .

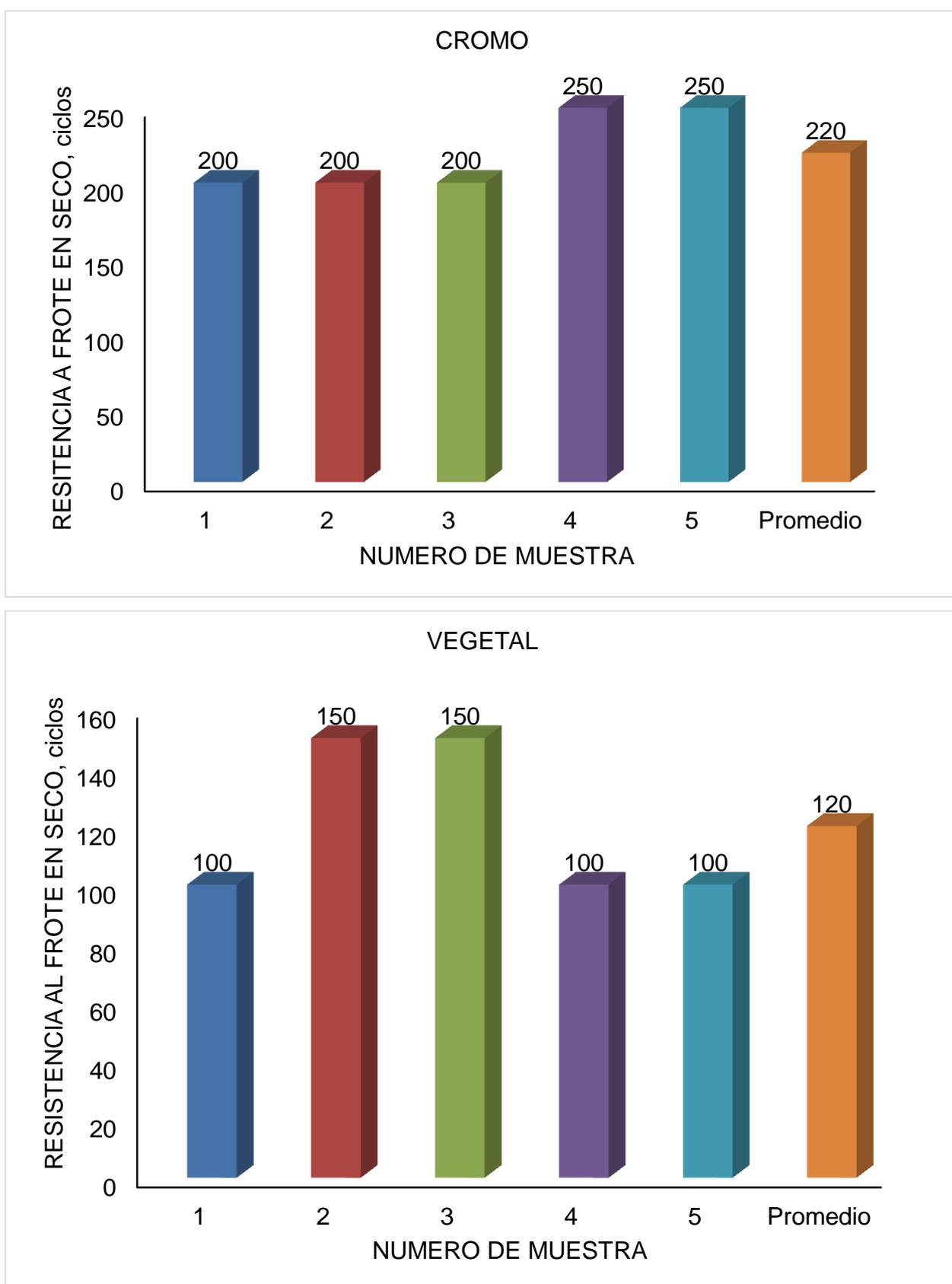


Gráfico 4. Resistencia a la fricción en seco de los cueros caprinos pigmentados en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.

Lo que está corroborado con las afirmaciones de Aneiros, M. (2005), quien menciona que el uso del prototipo mecánico de atomizado Airless Mix, permiten pulverizar productos de alta viscosidad, a diferencia de los equipos convencionales, los pulverizadores de pintura sin aire tienen las características de rociar la pintura en el cuero en forma de un chorro continuo así como también se utilizan pinturas mucho más densas con mayor poder de cobertura, como por ejemplo un acabado tipo charol.

Artigas, M. (2007), menciona que la idea básica detrás de cómo funciona un pulverizador es que bombea pintura y la expulsa por una punta muy pequeña de la pistola pulverizadora. No se usa aire ni compresor de aire, de ahí el nombre pulverizador de pintura "sin aire". Este tipo de pulverizadores aplican mucha pintura rápidamente y pueden convertir un trabajo tedioso en rápido y fácil. El único inconveniente que se encuentra de este equipo es de que como la punta por la que sale la pintura es extremadamente pequeña y fácil de taponar. Cualquier partícula de polvo, arena, o pintura seca puede obstruir la punta del pulverizador. Para minimizar el problema filtra la pintura siempre que sea posible con un colador de pintura. La preparación de acabado pulverizada es proyectada a gran velocidad sobre la superficie de la piel, siendo necesario que posea muy buena extensibilidad, puesto que normalmente son preparaciones muy concentradas y llegan a la superficie de la piel finamente dispersadas, debiéndose unir antes del secado para formar un film continuo, muy resistente sobre todo al frote en seco.

Los datos reportados de resistencia al frote en seco deben ser comparados con la norma técnica IUF 450 (2002), impartida por la Asociación española del Cuero que reporta un mínimo de calidad del 150 ciclos, antes de producir la decoloración del cuero, es decir que los cueros al cromo tienen la capacidad de absorber mayor cantidad de pintura y al utilizar el pulverizador de pintura sin aire se facilita la aplicación de cantidades medias-altas, es un sistema bastante sencillo y práctico, no necesitando reglajes ni cuidados muy especiales, lo que facilita los trabajos de ensayo y cambios de color más profundos.

## **C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS PIGMENTADOS EN LA MÁQUINA AIRLESS MIX DISEÑADO E IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

### **1. Poder de cobertura**

Los resultados de poder de cobertura de las pieles caprinas pigmentadas en el prototipo mecánico Airless Mix (pulverizadores de pintura sin aire), diseñado e implementado en la Facultad de Ciencias Pecuarias, reportaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre muestras curtidas con diferentes curtientes (cromo vs vegetal), estableciéndose las mejores respuestas cuando se pigmentó las pieles al cromo con un calificación de 4,60 puntos y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (201), con un error típico de 0,24 puntos, como se indica en el cuadro 7, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al pigmentar los cueros curtidos con extractos vegetales con calificaciones medias de 3,80 puntos y calificación muy buena ( gráfico 5), según la mencionada escala, es decir que al utilizar el agente curtiente cromo se obtienen mejores respuestas de poder de cobertura, que hace referencia a la ubicación de las moléculas de pintura en el entretejido fibrilar que al ser atomizado sin aire tiene las fibras abiertas y la impregnación es mas profunda

Según <http://www.cites.pe.com>.(2015), un problema al construir e implementar prototipos mecánicos es lograr su calibración, disminuir los errores aleatorios y sistemáticos para conseguir estos fines se deberá realizar diversas pruebas para mejorar su uso, y lograr un rendimiento satisfactorio de las máquinas, así como también se establecerá un protocolo de funcionamiento por medio de la elaboración de los manuales de la máquina. Una ventaja del uso de prototipos mecánicos es su costo, ya que todo es de producción nacional y los materiales como mano de obra en la construcción no son elevados. El uso del prototipo mecánico de atomizado Airless Mix mejorar de manera notoria el poder de cobertura ya que las pieles tinturadas a máquina o con el uso de soplete no logran tener resultados satisfactorios debido a que la fijación de la pintura no es la

Cuadro 7. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LOS CUEROS CAPRINOS PIGMENTADOS EN LA MÁQUINA AIRLESS MIX, DISEÑADO E IMPLEMENTADO EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.

VARIABLE	PODER DE COBERTURA		TACTO	
	CROMO	VEGETAL	CROMO	VEGETAL
Media	4,60	3,80	4,60	3,60
Error típico	0,24	0,20	0,24	0,24
Mediana	5,00	4,00	5,00	4,00
Moda	5,00	4,00	5,00	4,00
Desviación estándar	0,55	0,45	0,55	0,55
Varianza de la muestra	0,30	0,20	0,30	0,30
Curtosis	-3,33	5,00	-3,33	-3,33
Coefficiente de asimetría	-0,61	-2,24	-0,61	-0,61
Rango	1,00	1,00	1,00	1,00
Mínimo	4,00	3,00	4,00	3,00
Máximo	5,00	4,00	5,00	4,00
Suma	23,00	19,00	23,00	18,00
Cuenta	5,00	5,00	5,00	5,00

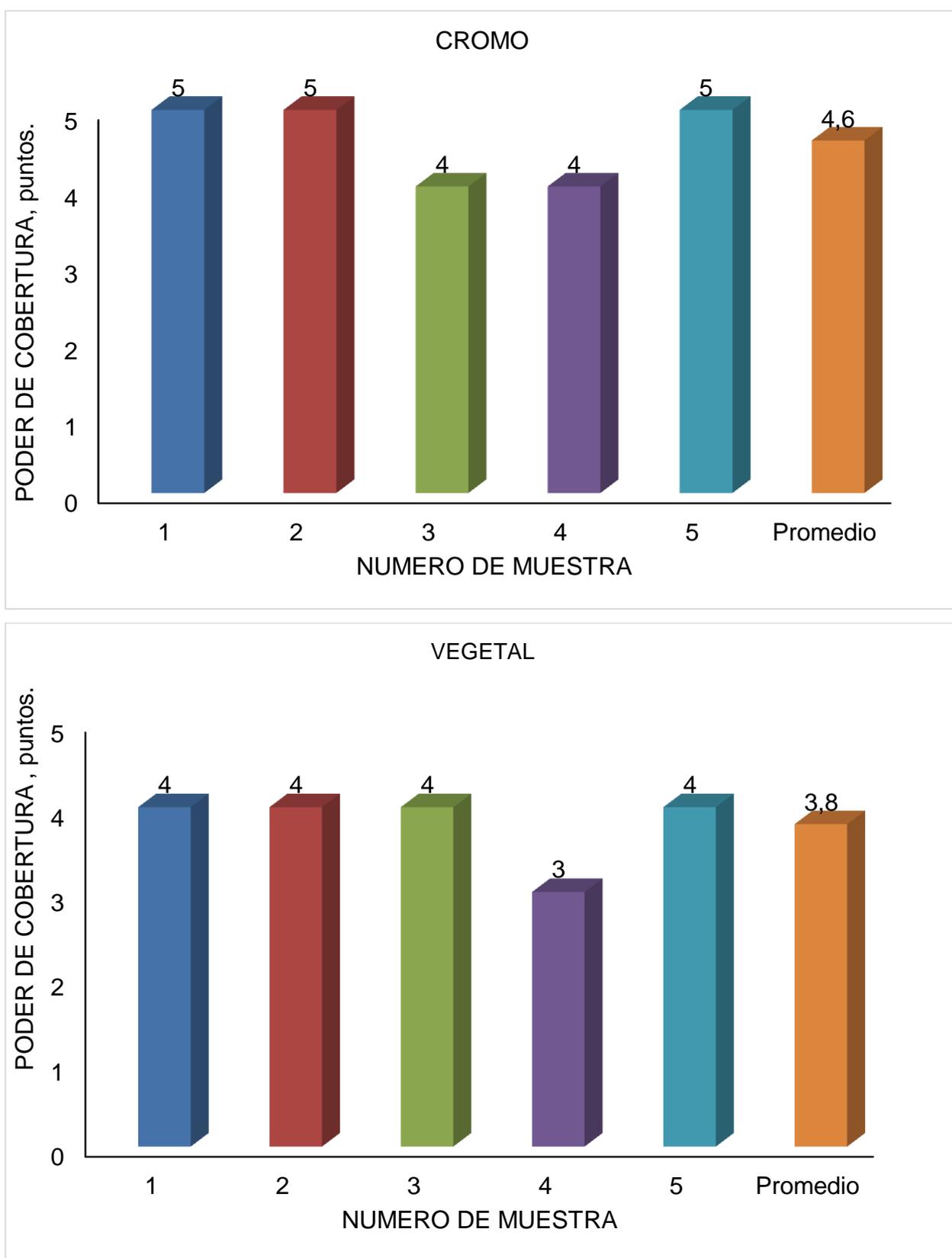


Gráfico 5. Poder de cobertura de los cueros caprinos pigmentados en la máquina Airless Mix, diseñado e implementado en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

adecuada. El sistema de pulverización sin aire (soplete air-less) se basa en que la división del líquido se produce por la propia presión del mismo, exenta de aire. Consta de una bomba que impulsa el líquido a través de una manguera, la que está conectada a una llave de paso con forma de pistola, la cual tiene picos. Las variaciones de caudal o de formas de abanico, se logra mediante el cambio de picos sin accionar ningún mecanismo para tal fin.

## **2. Tacto**

En la evaluación del tacto de las pieles caprinas pigmentadas con el prototipo mecánico Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias, se registraron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias, estableciéndose las mejores respuestas cuando se pigmentó las pieles caprinas al cromo (con 4,60 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), , con un error típico igual a 0,24 puntos, mediana de 5,00 puntos y una moda de 5,00 puntos, mientras que las respuestas más bajas se reportaron cuando se curtió las pieles caprinas con extractos vegetales con 3,60 puntos sobre 5 puntos, con un error típico igual a 0,24 puntos, con un valor de mediana igual a 4,00 puntos y un valor de moda igual a 4,00 puntos como se indica en el gráfico 6, por lo cual se puede afirmar que para mejores respuestas sensoriales de tacto de las pieles caprinas se debe utilizar el agente curtiente cromo, con lo que se logra cumplir los requerimientos de calidad al cual están sometidas las pieles y que son fundamentales cuando se quiere comercializar las mismas ya que son sinónimo de calidad.

Al lograr implementar los prototipos mecánicos se logra una automatización en la mayoría de procesos con lo cual se mejora la calidad de las pieles, en el área de acabado es fundamental el empleo de máquinas con alta tecnología ya que este es el proceso final para las pieles, por lo cual esta investigación es fundamental y como la máquina ya queda probada y será fundamental que sea usada y calibrada para mejorar las practicas, y también queda como precedente para que se implemente máquinas de mayor tamaño en industrias grandes, con lo cual se

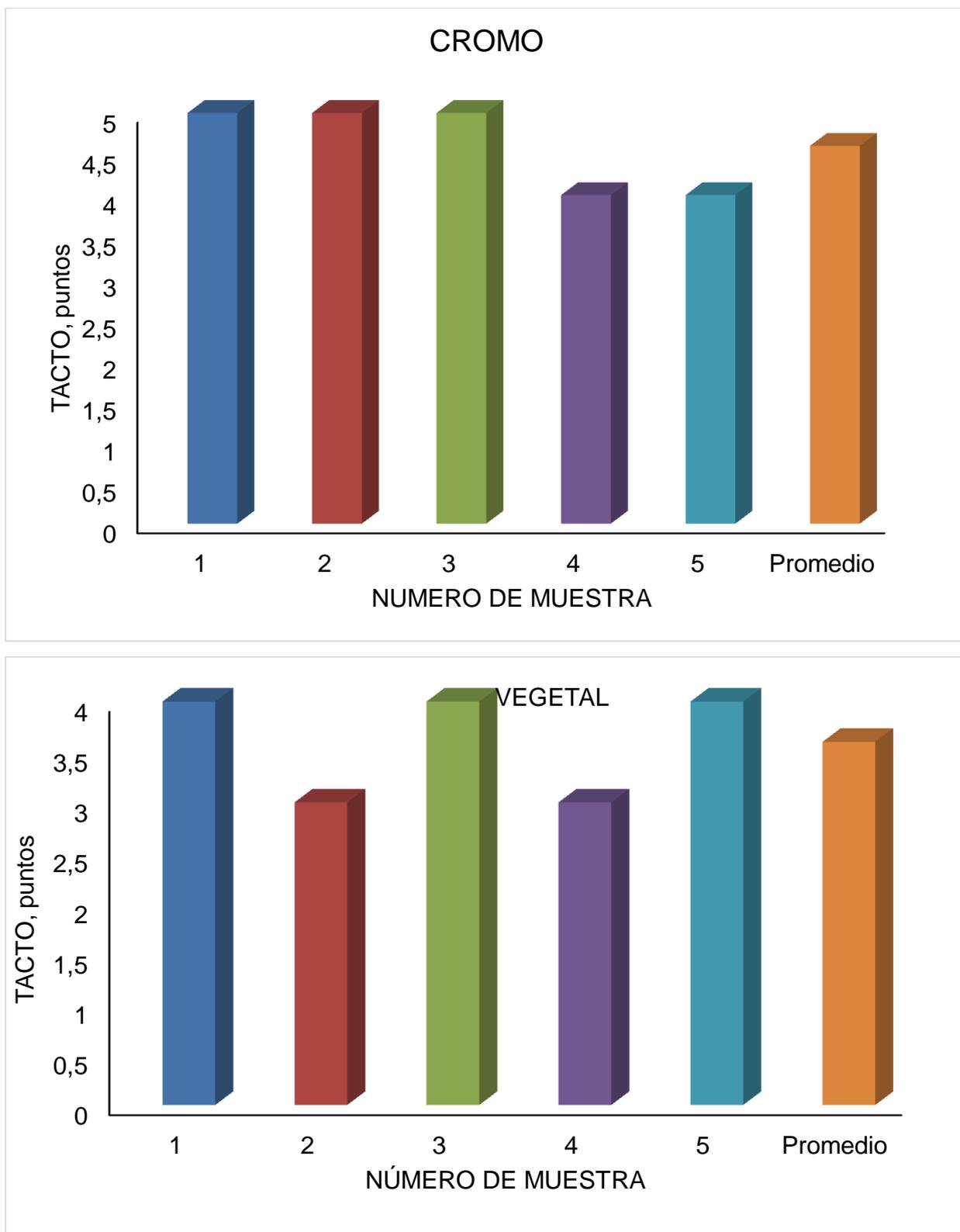


Gráfico 6. Tacto del cuero caprino pigmentado en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.

fomenta que se den investigaciones en el país y que se mejoren los procesos de curtición que se tienen al momento para mejorar la calidad del cuero lo cual aumentara los precios de venta y las ganancias de los curtidores.

## **D. MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO**

### **1. Alcance**

El presente manual está destinado a la operación correcta del equipo de pulverización de pintura airless mix instalado en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

### **2. Objetivo**

Como objetivo se pretende establecer los lineamientos y protocolos de operación del Airless mix, para realizar acabados en seco de cueros.

### **3. Fundamento**

Las pistolas tradicionales no usan una presión en la tapa de aire para atomizar la pintura que las pistolas que las pistolas de pulverización HVLP. Esto ocasiona mayor mal gasto de pintura y menos eficiencia. Los métodos HVLP electrostáticos y sin aire son actualmente los únicos que le garantizan un 65% de la eficiencia que exigen ciertos departamentos de control de contaminación ambiental. Esta mayor eficiencia le permite un mayor ahorro de material al compararlo con los métodos tradicionales para rociar pintura. El método HVLP se ha convertido en el más popular a nivel industrial debido al bajo índice de contaminación ambiental que produce. Según la definición, las presiones del aire dinámico dentro de la tapa deben ser 0,69 bar o menos para calificar como un sistema HVLP.

## 4. Procedimiento

### a. Medidas de seguridad

Este manual contiene información que es muy importante conocer y entender. Esta información se suministra por razones de seguridad y para evitar problemas con el equipo. Para ayudarle a reconocer esta información, debe tener claro los siguientes símbolos.

**PELIGRO:** Indica una situación, peligrosa inminente que, si no se evita, PROVOCARA la muerte o daños personales graves.



**ADVERTENCIA:** Significa una situación potencialmente peligrosa que si no se evita, podría provocar la muerte o daños personales graves.



**PRECAUCIÓN:** Indica una situación potencialmente peligrosa que si no se evita, PUEDE provocar daños personales de importancia menor moderada.



**AVISO:** Indica información importante que, si no se sigue, PUEDE provocar daños personales en el equipo.



**NOTA:** Información que requiere atención especial.

## b. Preparación

- Mezcle y diluya bien la pintura, siguiendo las instrucciones del fabricante de la pintura, la mayoría de materiales se puede rociar fácilmente si están bien diluidos.
- Utilice un colador de tela o un colador, para colar la pintura.
- Llene el envase hasta alcanzar 3/4 de su capacidad y encienda el compresor del aire.
- Utilice un cartón u otro material desechable para probar o ajustar el patrón.
- Para probar la consistencia del material, pinte varias veces en el cartón. Si la pintura luce estar muy espesa, añádale un poco de thinner. Dilúyala con cuidado. No exceda las recomendaciones del fabricante de la pintura al diluirla.

## c. Dirección del movimiento

La dirección del movimiento (horizontal y vertical) se puede cambiar con solo aflojar el anillo de retención y girar 90 grados la tapa del aire. Apriete el anillo de retención con la mano después de ajustarlo, (figura 4).

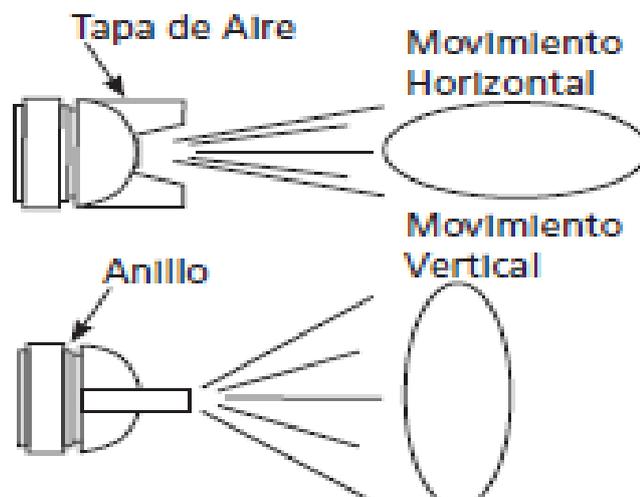


Figura 4. Dirección del movimiento de la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.

**d. Para ajustar el patrón del sistema de sifón**

- Ajustar la presión de aire de la pistola pulverizadora según las recomendaciones suministradas con el material a rociar. Esta presión generalmente es 2,76 bar – 4,14 bar, (fotografía 4 ).



Fotografía 4. Máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.

- Para ajustar la presión de aire oprima el gatillo y abra completamente la perilla de control de aire. Si desea reducir la presión del aire para pintar ciertas áreas, use el regulador del compresor de aire o la perilla de control de aire para reducir la presión al nivel deseado, (figura 5).

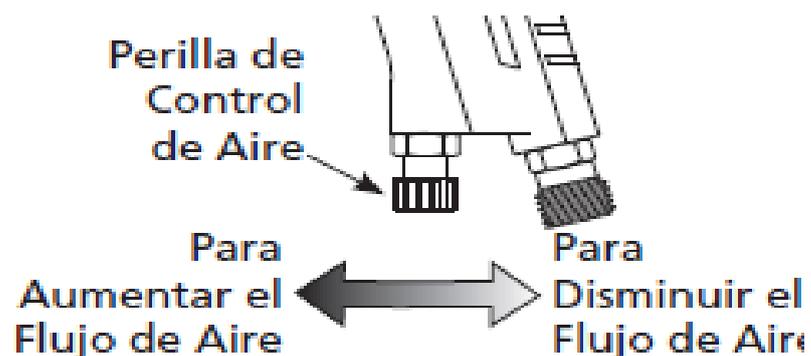


Figura 5. Regulador del compresor.

- Seleccione la forma del patrón. Si desea cubrir una superficie amplia, gire a perilla de control en sentido contrario a las agujas del reloj. Si desea un patrón circular gírelas en el mismo sentido de las manecillas del reloj, (figura 6).

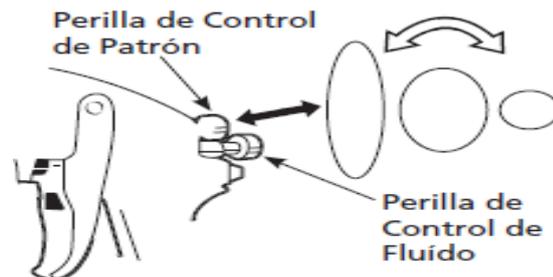


Figura 6. Perilla de control de fluido.

- Gire la perilla de control totalmente en el mismo sentido de las agujas del reloj, para cerrarlo.
- Oprima el gatillo rápidamente mientras gira la perilla de control en sentido contrario al de las agujas del reloj. Observe el patrón en la pieza de prueba y ajuste la perilla de control de fluido hasta que obtenga el patrón (atomizado) deseado, (figura 7).

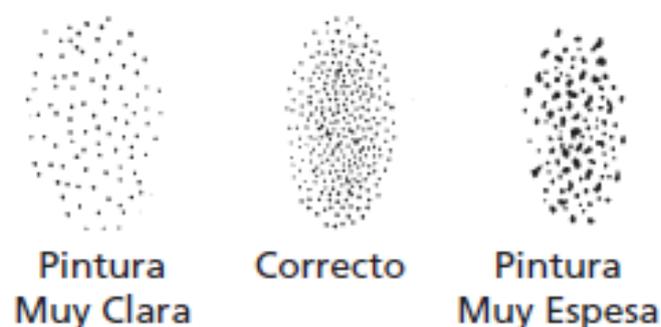


Figura 7. Patrón de la pieza de prueba.

- Si el roció es demasiado fino (malgasto excesivo), debido al exceso de aire para la cantidad de pintura que se está rociando, reduzca la presión del aire o abra el control de fluido para rociar más material.

- Si el roció es muy tosco (gotas), reduzca la cantidad de material con la perilla de control de fluido o diluya la pintura.
- La perilla de control de fluido se puede usar para hacer los ajustes finales de la consistencia del patrón.
- Antes de comenzar a practicar, practique unos minutos pintando en un cartón para cerciorarse de que la consistencia y el tamaño el patrón sean los deseados.

## 5. Funcionamiento

Comience a rociar siempre mantenga la pistola en los ángulos correctos, y mantenga la boquilla de 15,2 cm – 22,9 cm de la superficie que va a pintar, (figura 8).

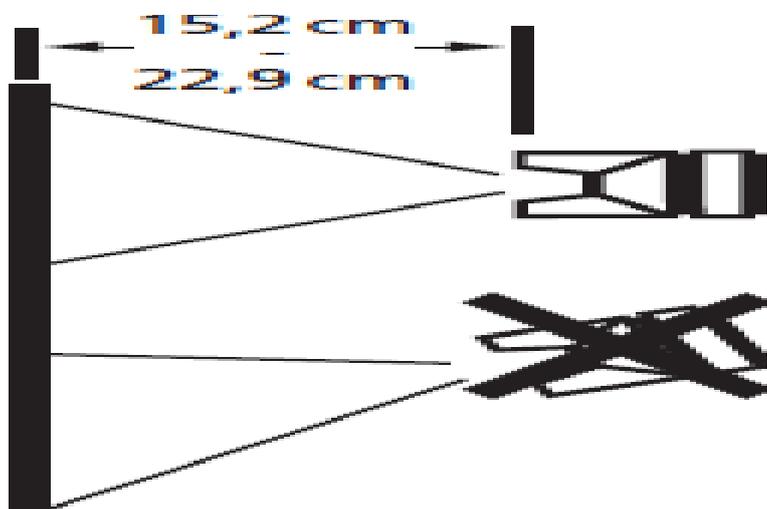


Figura 8. Inicio del funcionamiento del prototipo mecánico Airless mix.

- Todo el tiempo y siempre mantenga la pistola en movimiento mientras este rociando. Si para de moverla la pintura se acumulara y se chorreará. No mueva la pistola de un lado a otro como un abanico. Este tipo de movimiento crea depósitos de pintura que se concentran en el centro del área cubierta y aplica muy poca pintura en los bordes.

- Oprima el gatillo adecuadamente. Comience a mover la pistola ANTES DE OPRIMIR EL GATILLO y deje de oprimirlo ANTES DE PARAR DE MOVERLA. Este procedimiento le permitirá que el acabado sea parejo sin dejar rastros de donde se unen las diferentes manos de pintura, (figura 9).

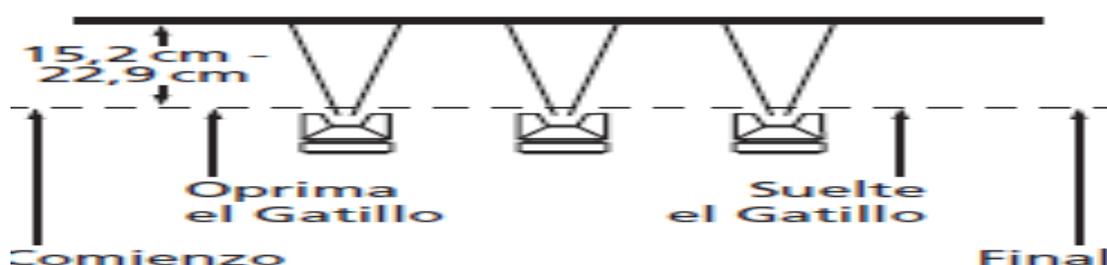


Figura 9. Secuencias de cuando oprimir y soltar el gatillo.

- La cantidad de pintura puede variar según la velocidad del movimiento, la distancia entre la pistola y la superficie y los ajustes de la perilla de control de fluido.
- Los empates entre cada mano deberán ser suficientes para obtener un acabado parejo al final, (figura 10).

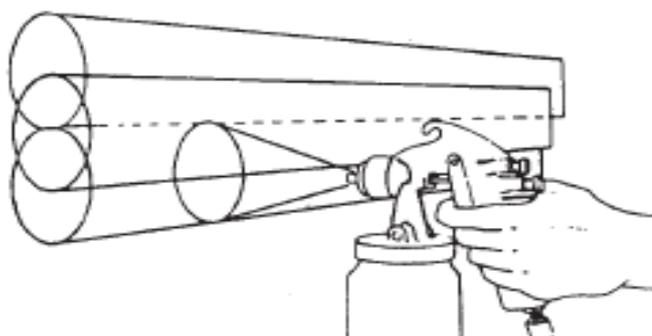


Figura 10. Empates entre cada mano del Airless mix.

NOTA: Dos capas poco espesas de pintura le darán mejores resultados que si aplica una capa de pintura espesa. Igualmente, será menos factible que la pintura se derroche.

- Use un pedazo de cartón como protección para evitar que la pintura caiga fuera del área que desea cubrir.

## E. INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO

### 1. Limpieza Diaria

Limpie la pistola pulverizadora inmediatamente después de terminar de usarla. La pintura y otros materiales se secan rápidamente dentro de los ductos pequeños y esta se dañaría ya que sería muy difícil de quitarle la pintura endurecida dentro de dichos ductos.

- Desconecte el envase y vacíelo, después enjuáguelo con un solvente recomendado para la pintura o material recomendado.
- Llene el envase de solvente y conéctelo a la pistola y agítelo con fuerza al mismo tiempo. Limpie el exterior de la pistola con un trapo empapado de solvente. Repita estos pasos hasta que la pistola este completamente limpia.
- Quite la tapa de aire y remójela en solvente para limpiarla. Use un cepillo pequeño para quitarle las manchas difíciles de sacar. Pude usar palillos o cepillos pequeños para limpiar los ductos de aire; sin embargo Nunca use objetos de metal para limpiar los ductos que han sido taladrados con precision. si estos se dañan el rocío sera inadecuado.
- Limpie los empaques con un trapo empapado en solvente. Para evitar que el equipo se dañe. No sumerja la pistola o los empaques en el solvente.
- Después de usar agua para limpiar la pistola cuando haya usado pinturas a base de agua, rocíe aguarrás para evitar que la pistola se oxide.
- Use aceite sin silicón para lubricar todas las piezas que se mueven antes de ensamblar la pistola. Use vaselina o grasa liviana para lubricar todas las conexiones con roscas antes de almacenar la pistola.
- Limpie bien la pistola para eliminar todos los contaminantes que podrían oxidar la pistola pulverizadora.

## 2. Limpieza Periódica

De vez en cuando deberá inspeccionar y limpiar el interior y exterior de la pistola para quitarle los residuos y acumulación de polvo.

- Examine los orificios de la tapa de aire y la boquilla. Si están obstruidos, quítele los anillos en O y sumerja la tapa de aire o la boquilla en solvente.
- Puede utilizar un cepillo, palillo u otro objeto similar para sacar la pintura seca de los orificios o ductos. **NUNCA USE OBJETOS DE METAL PARA LIMPIAR DUCTOS TALADROS A PRECISIÓN. SI ESTOS SE DAÑAN PODRÍAN AFECTAR EL ROCÍO.**
- Desconecte y revise la aguja de ajuste para ver si está muy desgastada o torcida.
- **IMPORTANTE.** Si el extremo de la aguja está más desgastado en un lado, la aguja esta torcida o la pistola esta desalineada debido a un golpe o una caída. Si la pistola esta torcida no podrá repararla. Para probar la aguja, deslícela sobre una superficie plana, replácela si es necesario.
- Chequee y remplace los anillos y sellos dañados. Estos se pueden limpiar pero no se deben sumergir en solvente
- Sáquele las tuercas que sostienen los empaques y replácelos **SOLO** si no se puede eliminar la fuga de material después de apretar las turcas, no apriete demasiado la tuerca ya que podría restringir el movimiento de la aguja.
- Ensamble las piezas en orden contrario a lo anterior y use aceite sin silicón en las piezas que se mueven.

### a. **Servicio técnico**

Para mayor información en relación al funcionamiento o reparación de este producto comuníquese con un técnico especializado

## b. Almacenamiento

- Cuando no vaya a usar la pistola pulverizadora, gire la perilla de control de fluido en sentido contrario a las agujas del reloj para reducir la tensión sobre el resorte de la aguja
- La pistola pulverizadora debe estar limpia y lubricada

## F. GUÍA DE DIAGNOSTICO DE AVERÍAS



### ADVERTENCIA

Deje de usar el equipo inmediatamente si alguno de los siguientes problemas ocurre, podría ocasionarle heridas graves. Cualquier reparación o reemplazo de piezas los debe hacer un técnico calificado de un centro autorizado.

Problema	Causa	Solución
Acumulación de pintura a la derecha o izquierda	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los orificios a los lados de la tapa de aire están tapados</li> <li>2. Acumulación de impurezas a los lados de la boquilla</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpielos. Use únicamente una punta no metálica.</li> <li>2. Limpiela</li> </ol>
Acumulación de pintura en la parte superior o inferior	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acumulación de material reseco en la parte superior o inferior de la boquilla</li> <li>2. La tapa de aire está floja o el asiento está sucio</li> <li>3. La tapa de aire está obstruida</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpiela</li> <li>2. Limpiela y apriétela</li> <li>3. Limpiela. Use únicamente una punta no metálica.</li> </ol>
Acabado disperejo	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El control del patrón está muy abierto</li> <li>2. El control de fluido está muy bajo</li> <li>3. Está atomizando demasiado aire</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cierre parcialmente el control de fluido</li> <li>2. Aumente el nivel de fluido</li> <li>3. Reduzca la presión de atomización</li> </ol>
Acumulación de pintura en el centro	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El control de rocío está cerrado parcialmente</li> <li>2. El material está muy espeso</li> <li>3. La presión de atomización es muy baja</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ábralo un poco</li> <li>2. Diluya el material hasta alcanzar la viscosidad adecuada</li> <li>3. Aumente la presión de atomización</li> </ol>
Rocío salpicado	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El nivel de material es muy bajo</li> <li>2. El envase está muy inclinado</li> <li>3. La conexión del suministro de fluido está floja</li> <li>4. La boquilla o el asiento están flojos o dañados</li> <li>5. La tuerca que sostiene el empaque de la aguja está floja o dañada</li> <li>6. El orificio de ventilación está obstruido</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Añadale más material</li> <li>2. Colóquelo más derecho</li> <li>3. Apriétela</li> <li>4. Ajustela o reemplácela</li> <li>5. Lubríquela o apriétela</li> <li>6. Destápelo</li> </ol>

Problema	Causa	Solución
Fuga de fluido a través de la tuerca de empaque de la aguja	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La tuerca que sostiene el empaque está floja</li> <li>2. El empaque está desgastado o seco</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apriétela, pero sin restringir la aguja</li> <li>2. Reemplácela o lubríquela (con aceite sin silicón)</li> </ol>
El aire se fuga a través de la tapa de aire aún sin apretar el gatillo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El vástago de la válvula se atasca</li> <li>2. La válvula de aire o el asiento están contaminados</li> <li>3. La válvula de aire o el asiento están desgastados o dañados</li> <li>4. El resorte de la válvula de aire está roto</li> <li>5. El vástago de la válvula está torcido</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lubríquelo</li> <li>2. Límpielos</li> <li>3. Reemplácela</li> <li>4. Reemplácela</li> <li>5. Reemplácela</li> </ol>
El fluido se fuga a través de la boquilla de la pistola pulverizadora a presión	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La tuerca que sostiene el empaque está muy apretada</li> <li>2. La boquilla está desgastada o dañada</li> <li>3. La boquilla está sucia</li> <li>4. El resorte de la aguja está roto</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajústela</li> <li>2. Reemplace la boquilla y aguja con un juego de boquilla/aguja ondeados</li> <li>3. Límpiela</li> <li>4. Reemplácela</li> </ol>
Rocio excesivo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La presión de atomización es muy alta</li> <li>2. La pistola está muy lejos de la superficie</li> <li>3. Está pintando incorrectamente (está moviendo la pistola muy rápido)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reduzca la presión</li> <li>2. Acérquela a la superficie</li> <li>3. El movimiento debe ser moderado y paralelo a la superficie</li> </ol>
No puede rociar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La pistola no tiene presión</li> <li>2. El control de fluido está muy cerrado</li> <li>3. El fluido está muy espeso</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chequee las líneas de aire</li> <li>2. Abra el control de fluido</li> <li>3. Diluya el fluido o use el sistema a presión</li> </ol>

## 1. Instrucciones en referencia al peligro de incendios, choque eléctrico o lesiones personales.



### **ADVERTENCIA**

Cuando se usen herramientas, siempre se deberá seguir instrucciones básicas, incluyendo las siguientes:

### **POSICIÓN 65 DE CALIFORNIA**



### **ADVERTENCIA**

Este equipo, o su cordón eléctrico, pueden contener productos químicos conocidos en el estado de California como causantes de cáncer o defectos de nacimiento u otros daños reproductivos. Lávese las manos después de usar el equipo.

## 2. Instrucciones de seguridad importantes



### PELIGRO

Lea y comprenda las etiquetas. Si no respeta las advertencias, los riesgos y las recomendaciones, eso podría resultar en la MUERTE o en LESIONES GRAVES

#### - AREA DE TRABAJO



### PELIGRO

NUNCA rocié a menos de 7,62m de la bomba de presión, no rocié directamente a la bomba de presión o a sus herramientas.



### PELIGRO

NUNCA fume o coma mientras este rociando pintura.



### PRECAUCIÓN

Mantenga las mangueras alejadas de objetos afilados. Si estas explotan le podrían ocasionar heridas. Revise las mangueras con regularidad y cámbielas y es necesario.

### AVISO

Siempre trabaje en un área limpia. Para evitar heridas o daños en el equipo de trabajo, nunca apunte la pistola pulverizadora hacia aras polvorientas o basura.

### AVISO

Mantenga a los visitantes alejados del área de trabajo, y NUNCA permita la presencia de niños o animales domésticos.

## G. SEGURIDAD PERSONAL

- Manténgase alerta. Mire lo que está haciendo y use el sentido común cuando haga funcionar el equipo. No use el equipo si está bajo la influencia de drogas, alcohol o medicamentos. Un momento de desatención mientras hace funcionar el equipo aumenta el riesgo de lesiones personales.

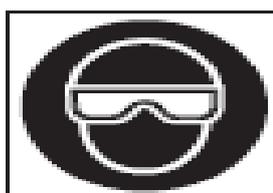
- Vístase adecuadamente. No use vestimenta suelta. Sujétese el cabello largo. Mantenga el cabello, vestimenta y guantes alejados de las piezas móviles de equipo. La vestimenta suelta y el cabello largo aumentan el riesgo de lesione personales como resultado de quedar atrapados en las piezas móviles.
- No ate la manguera ni las herramientas a su cuerpo. Adjunte la manguera a la estructura para reducir el riesgo de pérdida del equilibrio si la manguera se cambia de posición.

**ADVERTENCIA**

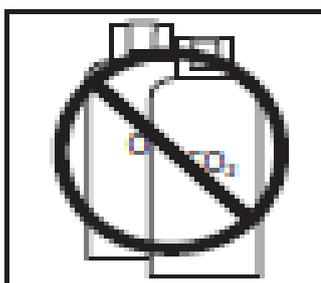
Use una máscara, respirador, calzado antideslizante y ropa protectora para rociar. SIEMPRE rocíe en un área bien ventilada para evitar peligros de salud y de incendios

**ADVERTENCIA**

Siempre use protección para los ojos

**ADVERTENCIA**

Nunca use oxígeno, dióxido de carbono, gases combustibles u otro gas envasado como fuente de aire para la pistola pulverizadora. Dichos gases pueden explotar y causar lesiones graves a las personas.



 **ADVERTENCIA** Nunca apunte la pistola ni rocíe hacia Ud. u otras personas ya que podría ocasionar heridas de gravedad.



 **PRECAUCIÓN** Siempre que vaya a rociar o limpiar el equipo siga las instrucciones y medidas de seguridad suministradas por el fabricante del material utilizado.

 **PRECAUCIÓN** No trate de alcanzar lugares altos, Mantenga un buen soporte o equilibrio en todo momento. Un soporte y equilibrio adecuados permiten un mejor control de la pistola pulverizadora en situaciones inesperadas.



## H. USO Y CUIDADO DE LA HERRAMIENTA

- Use sujetadores u otra manera práctica de asegurar y apoyar el equipo de trabajo a una plataforma estable. Sostener el trabajo con la mano o contra el cuerpo es algo inestable y puede producir lesiones graves.
- Cuando no esté en uso, guarde el equipo fuera del alcance de los niños y otras personas no capacitadas. El equipo es peligroso cuando está en manos de usuarios inexpertos

**ADVERTENCIA**

Nunca exceda la presión de trabajo de la pistola pulverizadora o de ninguna de las partes (mangueras, conexiones, etc.) del sistema de pintura.

**ADVERTENCIA**

Un exceso de presión de aire sobre la pistola pulverizadora puede hacer que la pistola pulverizadora estalle, funcione anormalmente, se dañe o cause lesiones a personas.

**ADVERTENCIA**

Verifique siempre antes de usar la pistola pulverizadora que la fuente de aire haya sido ajustada a la presión de aire nominal o dentro de los niveles de presión nominal

**ADVERTENCIA**

Verifique que las piezas móviles no estén desaliñadas y adheridas, que no haya piezas rotas y que no exista otro problema que afecte el funcionamiento de la pistola pulverizadora. Si está dañada, haga que realicen un servicio a la pistola pulverizadora antes de usarla. Muchos accidentes son causados por pistolas pulverizadoras que no tienen un mantenimiento adecuado, hay riesgo de que la pistola estalle si está dañada.

**PRECAUCIÓN**

Evite que se encienda accidentalmente. Asegúrese que el gatillo este en posición de apagado antes de conectar al suministro de aire. No lleve la pistola con su dedo sobre el gatillo ni conecte la pistola al suministro de aire con el gatillo en la posición de encendido.

**PRECAUCIÓN**

Desconecte la pistola pulverizadora del suministro de aire antes de cambiar accesorios, de la limpieza, mantenimiento o almacenamiento de la pistola. Dichas medidas de seguridad preventivas reducen el riesgo de que la pistola se active por accidente.

## I. LIMPIEZA DEL EQUIPO

### 1. Limpieza para cambio de pinturas o para un almacenaje temporal de más de una noche

Use toda la indumentaria de seguridad necesaria herramientas y materiales necesarios:

- Pinzas
  - Trapo
  - Guantes
  - Dos (2) baldes
  - Al menos 3,8 litros (1 galón) de líquido de limpieza
  - Cepillo de limpieza
- 
- NOTA: NO desconecte ninguna manguera.
  - NOTA: Consulte con el fabricante de la pintura para saber cuál es el líquido de limpieza recomendado.
- 
- Gire el control de cebado/ pulverización a la posición PRIME (cebado).
  - Coloque el interruptor de energía- en la posición ON (encendido).
  - Gire la presión a HIGH (alta) (totalmente hacia la derecha).
  - Incline la unidad hacia atrás, levante el ensamble de succión por encima del nivel de líquido del balde.
  - Mientras sostiene el ensamblaje de succión por encima del nivel de la pintura, deje que la bomba funcione hasta vaciarse el balde que contenga suficiente líquido limpiador como para que la campana de succión quede sumergida 5,08 cm (2 pulg.) por debajo de la superficie del solvente. Permita que la bomba se cebe y comience a hacer circular el líquido.
  - Mientras el líquido está circulando, sumerja el trapo en líquido y limpie el exterior del ensamble de succión y el tubo de derivación. Quite el filtro de succión con pinzas. Limpie dentro de la caja del filtro de succión con el trapo para quitar el exceso de acumulación de pintura.

- Gire la presión a HIGH (alta) (totalmente hacia la derecha).
- Gire el control de cebado/ pulverización a la posición SPRAY/ ROLL (pulverización/rodillo).
- Si se usa la boquilla reversible, gire la boquilla de pulverización a la posición CLEAN (limpieza).
- Apunte la pistola pulverizadora dentro de un balde de pintura y presione el gatillo.
- En cuanto el líquido de limpieza comience a fluir por la pistola pulverizadora, suelte el gatillo.
- Trabe el seguro del gatillo de la pistola.
- Gire el control de cebado/ pulverización a la posición PRIME (cebado).
- Gire el control de presión a HIGH (alta).
- Levante el ensamble de succión por encima del nivel de líquido del balde.  
NOTA: Deje que la bomba funcione hasta que se vacíe.
- Repita el proceso (1-15) con líquido de limpieza nuevo, para quitar el líquido de limpieza contaminado de la limpieza inicial.

**Precaución:** La manguera de alta presión aún puede estar presurizada con el control de cebado/pulverización en la posición de cebado (PRIME). Con la pistola apuntando en una dirección segura, tire del gatillo de la pistola para liberar la presión de la manguera.

## **2. Por poco tiempo (menos de una semana)**

Use toda la indumentaria de seguridad necesaria herramientas y materiales necesarios:

- Solución protectora para la bomba
- Envoltura de plástico
- Llave de 3/4 pulg. o ajustable

### **a. Pintura al aceite o alquídica**

Si limpió el pulverizador con solventes minerales, simplemente envuelva la caja del filtro de succión con plástico para evitar que se depositen desechos en el filtro. No se necesita otra preparación.

Prepara la solución de protección de la bomba en un balde según se indica en el recipiente.

Coloque el ensamble de succión dentro de la solución.

Coloque el extremo del tubo de derivación en un balde para desechos.

Gire el interruptor de energía a la posición ON (encendido). Haga circular la solución de protección de la bomba a través del tubo de derivación hasta VACIAR el balde con la solución.

Gire la presión a LOW (baja) (totalmente hacia la izquierda).

Envuelva la caja del filtro de succión en el plástico para evitar que se depositen desechos en el mismo.

## **F. PROYECCIÓN ECONÓMICA**

La Implementación de un prototipo mecánico para el pintado de pieles de cabra curtidas con diferentes tipos de curtientes (vegetal vs cromo); en el laboratorio de curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, tuvo un costo de 2005,74 dólares americanos; como se indica en el cuadro 8, dentro de los cuales se incluyen, planchas de acero, bandas de caucho, poleas de aluminio, electrodos, chumaceras, entre otros. Sin embargo resulta más económica que los equipos similares que son adquiridos en mercados extranjeros especialmente los europeos o Brasil, con los cuales se cotizó un equipo de similares características y en donde llega a tener un costo aproximado de hasta los 5000 dólares más el costo por importación e impuestos, que resulta demasiado costoso sobre todo para aquellas empresas que no tienen una producción elevada y que tienen muchas veces que recurrir al acabado de cierto tipo de cueros en forma manual, existiendo un desperdicio considerable de pintura y sobre todo el resultado del acabado no va a ser el adecuado

presentando fallas en la capa flor o el desprendimiento por mala impregnación Por lo tanto la rentabilidad del Airless mix, esta principalmente basada en la eficiencia del equipo que es del 87.82%.

Cuadro 8. PROYECCIÓN ECONÓMICA.

N°	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	C. UNITARIO	C. TOTAL
1	Juego Mango izq., seguro y protección de pistola prof.	1 u	245	150
2	Inserción, pistola	1 u	100	100
3	Juego, Pro vástago y difusor	1 u	150	150
4	Resorte, pistola	1 u	12,5	12,5
5	Reten, Resorte pistola	1 u	12,5	12,5
6	Sello, Pistola	1 u	22,6	22,6
7	Arandela, Sello de la pistola	1 u	118	118
8	Juego, Sello de la pistola	1 u	85	85
9	Pasador, Actuador de la pistola	1 u	27	27
10	Actuador, Pistola	2 u	18,5	37
11	Tuerca, seguro hexagonal	1 u	22	22
12	Juego, gatillo de la pistola	1 u	300	300
13	Filtros de la pistola	1 u	40	40
14	Malla 100 (amarilla)	2 pk	160	160
15	Protección, Gatillo de la pistola Prof.	1 u	35	35
16	Anillo en O	1 u	11,25	11,25
17	Tornillo #5-40x 5/16" SHC	4 u	12,5	50
18	Mango derecho, pistola Prof.	1 u	36	36
SUB TOTAL				1368.85
Mano de obra				500
Imprevistos 10%				136.885
Total				2005.74

## V. CONCLUSIONES

- Al implementar un prototipo de atomizado Ailess mix para el acabado en seco de cueros en el laboratorio de curtición de pieles, tomando en consideración dentro del diseño las directrices establecidas en las normativas nacionales e internacionales referentes a las pinturas, lacas y materiales para acabados, se consigue el automatizado del proceso de acabado sobre todo para cueros tipo charol o de acabados especiales en los que se necesita que la atomización de la pintura sea continua.
- Se diseñó un equipo de atomizado para realizar acabados en seco de los cueros donde se incluyó elementos y materiales que aseguren un tiempo de vida mínimo de 5 años con el adecuado programa de mantenimiento establecido en el manual de operación.
- La evaluación de las resistencias físicas el cuero pigmentado demostraron que al utilizar cueros caprinos al cromo los resultados fueron más eficientes ya que cumplen ampliamente con las normas de calidad establecidas por la Asociación Española del Cuero, específicamente de flexometría (76000 flexiones), resistencia al frote en húmedo (120 ciclos), y en seco (220 ciclos).
- La evaluación sensorial determinó que al pigmentar cueros en el prototipo mecánico Airless mix, los resultados más eficientes y que alcanzaron puntuaciones de excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2016), fueron cuando se utilizó cueros al cromo con promedios de poder de cobertura y tacto de de 4,60 puntos; es decir cueros muy suaves y con la pintura bien impregnada.
- Los costos de producción del Airless mix fueron de 2005,75 dólares americanos, el equipo fue construido con materiales de la mejor calidad para asegurar su funcionamiento y precisión, siendo rentable su replicación sobre todo porque las pruebas validaron los resultados satisfactorios que representan utilizar este tipo de equipos económicamente mas rentables que otros de similar uso pero de mayor costo

## **VI. RECOMENDACIONES**

En base a las conclusiones se recomienda:

- Operar el equipo con las directrices y protocolos establecidos en el manual de operación para mantener todas las condiciones del operario homogéneas y que los resultados obtenidos registren la precisión y exactitud deseada.
- Realizar el mantenimiento descrito en el manual de operación del equipo para mantener las condiciones de operación ideales, incrementar la vida útil del equipo y mejorar las condiciones de operación seguras para los operarios.
- Implementar un mayor número de equipos de medición de las condiciones de calidad del cuero para disponer de un banco de pruebas donde se pueda evaluar de manera integral las condiciones del cuero y paralelamente la eficacia del sistema de curtición aplicado para obtener dicho cuero.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ADZET J. 2006. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 105,199 – 215.
2. ANEIRO, M. 2005. “Problemas de Diseño de elementos de maquinarias” 3a ed. Chihuahua, Mexico. Edit. Pueblo. pp. 201-208
3. ARMENDARIZ.V. (12 de Mayo de 2013). Calidad de las pieles de especies menores. Recuperado el 15 de Diciembre de 2014, de Calidad de las pieles de especies menores.: <http://www.asebio.com>
4. ARTIGAS, M. 2007. Manual de Curtiembre. Avances en la curtiembre de pieles. 2a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana.
5. AAQTIC. (2008). Asociacion Argentina de los Quimicos y Tecnicos de la Industria del cuero . Recuperado el 15 de mayo de Mayo de 2015, de AAQTIC: [http://www.aaqtic.org.ar/metodos\\_analisis.htm](http://www.aaqtic.org.ar/metodos_analisis.htm)
6. ASOCIACIÓN QUÍMICA ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA DEL CUERO. 2008. Ponencias de curtiembre y acabado del cuero. Barcelona España: Córcega.
7. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
8. BRIZUELA.H. (5 de enero de 2013). El Curtido de Cueros Caprinos. Recuperado el 16 de febrero de 2014, de El Curtido de Cueros Caprinos: <http://www.capraproyecto.com/razas-caprinas.html>.
9. CIATEC. 2005. Programa de Tecnología de Calidad para la Estandarización, Control y Mejoramiento de la Competitividad de los Procesos de Producción de Calzado. sn. sl. se. En Programa de Tecnología de Calidad para la Estandarización, Control y Mejoramiento de la

Competitividad de los Procesos de Producción de Calzado. (págs. 80-86). Mexico.

10. CORDERO B. 2010. Tecnología de la Curtición. 1ª Edición. Cuenca, Ecuador. Sin editorial. Primer tomo. pp 28-29, 30-42.
11. CÓRDOVA. R. 2000. Conservación y Curtido de Pieles. Unidad Editorial.
12. COTANCE.A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. España-Igualada: Curtidores europeos.
13. FONT, J. 2001. Análisis y ensayos en la industria del cuero. 2a ed. Igualada, España. Edit. CETI.
14. GRAVEZ R. 2008. La materia prima y su conservación. 2 a. ed. se. Igualada, España. sl. pp. 25-28.
15. GROZZA, G. 2007. Curtición de Cueros y Pieles Manual práctico del curtidor. Gius. 1a ed. Barcelona, España. .EditSintes. S.A
16. HERFELD, H. 2004. Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero. 2a ed. Rusia, Moscú Edit. Chemits.
17. HIDALGO.L. (2004). Texto basico de curticion de pieles. Riobamba: ESPOCH pp.
18. <http://www.aqeic.org>. 2014. Sarabia, M. La determinación de las resistencias físicas del cuero.
19. <http://www.cueronet.com>. 2014. Lacerca, J. Los procesos de curtido de las pieles.

20. [http://www. flujograma/recurtido2.htm](http://www.flujograma/recurtido2.htm). 2014 Font, J. Calidad del cuero caprino.
21. <http://www.neutralizado.com>. 2014. Vargas, L. Adherencia del acabado del cuero.
22. <http://www.tinturadodepieles.com>. 2014. Mendoza, J. Las capas del acabado de los cueros.
23. <https://wwwupcommons.upc.edu>. 2014. Labastida, M. Normativas de calidad del cuero caprino IUP 450.
24. JACINTO.M. 2000 . 23. Jacinto, M.A.C. 2000. Influência da raça e idadenas caractetísticas histológicas e físico-mecânicas de couros caprinos. . Sao Paulo: Jaboticabal.
25. LULTCS.W. (1993). Conferencia de la industria del cuero. Barcelona, España: Separata técnica.
26. MONSALVE.Y. (2009). Estudio de Caracterización. Bogotá. SENA: SE.
27. MORERA, J. 2000. Química técnica de la curtición. 1a. ed. Igualada, España. Edit. CETI.
28. Normas de prevención de accidentes según “Tratamiento con materiales para revestimiento” Quality Management Systems Din En ISO 9001, Poland
29. ORTIZ. N. 2013. Recuperación y reutilización de cromo de las aguas residuales del proceso de curtido. Bogotá.
30. PEÑA.S. (12 de julio de 2002). Curtición al Cromo. Recuperado el 17 de marzo de 2014, de Curtición al Cromo.: [http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo/curtido\\_al\\_cromo.htm](http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo/curtido_al_cromo.htm)

31. PERINAT.M. 2000. Tecnología de la confección de la piel. Barcelona España. Edit EDYM. pp 46 - 54.
32. PORTAVELLA.M. 2005. Tenería y medio ambiente. Barcelona-España: Cícero.
33. RIVERO, A. 2001. Manual de Defectos en Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. CIATEG A.C.
34. SCHORLEMMER, P. 2002. Resistencia al frote del acabado del cuero. 2a ed. Asunción, Paraguay. Edit. Limusa.
35. SOLER, J. 2008. Procesos de Curtido I. 1a ed. Barcelona, España. Edit. CETI.
36. THORSTENSEN, E. 2002. El cuero y sus propiedades en la Industria. 3a ed. Múnich, Italia. Edit. Interamericana.
37. TRAUTMANN.A. (2009). Histología y Anatomía Microscópica Comparada de los Animales domésticos. La Habana, Cuba: Instituto Cubano del Libro, Ciencia y Técnica, Pueblo y Educación.
38. VIAN.A. 2006. Pérez, M. Curtición al cromo de las pieles. En Química Técnica de Tenería.
39. YUSTE, N. 2002. Utilización de ligantes de partícula fina en el acabado de pieles finas. Barcelona, España. Edit Albatros

**ANEXOS**

Anexo 1. Resistencia a la flexometría del cuero caprino pigmentado en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.

A. Análisis de datos

Repetición	CROMO	Esperado	Obs - Esp	Obs - Esp <sup>2</sup>
1	60000	76000	-16000	256000000
2	80000	76000	4000	16000000
3	70000	76000	-6000	36000000
4	80000	76000	4000	16000000
5	90000	76000	14000	196000000

Repetición	VEGETAL	Esperado	Obs - Esp	Obs - Esp <sup>2</sup>
1	50000	50000	0	0
2	40000	50000	-10000	100000000
3	50000	50000	0	0
4	60000	50000	10000	100000000
5	50000	50000	0	0

B. Estadística Descriptiva

	CROMO	VEGETAL
Media	76000,00	50000,00
Error típico	5099,02	3162,28
Mediana	80000,00	50000,00
Moda	80000,00	50000,00
Desviación estándar	11401,75	7071,07
Varianza de la muestra	130000000,00	50000000,00
Curtosis	-0,18	2,00
Coefficiente de asimetría	-0,40	0,00
Rango	30000,00	20000,00
Mínimo	60000,00	40000,00
Máximo	90000,00	60000,00
Suma	380000,00	250000,00

### C. Prueba de T-student

	Variable 1	Variable 2
Media	76000,0	50000,0
Varianza	130000000,0	50000000,0
Observaciones	5,0	5,0
Varianza agrupada	90000000,0	
Diferencia hipotética de las medias	0,0	
Grados de libertad	8,0	
Estadístico t	4,3	
P(T<=t) una cola	0,0	**
Valor crítico de t (una cola)	1,9	
P(T<=t) dos colas	0,0	
Valor crítico de t (dos colas)	2,3	

Anexo 2. Resistencia al frote en húmedo del cuero caprino pigmentado en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.

A. Análisis de datos

Repetición	CROMO	Esperado	Obs - Esp	Obs - Esp <sup>2</sup>
1	100	120	-20	400
2	100	120	-20	400
3	125	120	5	25
4	125	120	5	25
5	150	120	30	900

Repetición	VEGETAL	Esperado	Obs - Esp	Obs - Esp <sup>2</sup>
1	50	43	7	49
2	50	43	7	49
3	25	43	-18	324
4	40	43	-3	9
5	50	43	7	49

B. Estadística Descriptiva

	CROMO	VEGETAL
Media	120,00	43,00
Error típico	9,35	4,90
Mediana	125,00	50,00
Moda	100,00	50,00
Desviación estándar	20,92	10,95
Varianza de la muestra	437,50	120,00
Curtosis	-0,61	1,74
Coefficiente de asimetría	0,51	-1,53
Rango	50,00	25,00
Mínimo	100,00	25,00
Máximo	150,00	50,00
Suma	600,00	215,00
Cuenta	5,00	5,00

### C. Prueba de T-student

	Variable 1	Variable 2
Media	120	43
Varianza	437,5	120
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	278,75	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	7,29211135	
P(T<=t) una cola	4,2265E-05	**
Valor crítico de t (una cola)	1,85954804	
P(T<=t) dos colas	8,453E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2,30600414	

Anexo 3. Resistencia al frote en seco del cuero caprino pigmentado en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.

A. Análisis de datos

Repetición	CROMO	Esperado	Obs - Esp	Obs - Esp <sup>2</sup>
1	200	220	-20	400
2	200	220	-20	400
3	200	220	-20	400
4	250	220	30	900
5	250	220	30	900

Repetición	VEGETAL	Esperado	Obs - Esp	Obs - Esp <sup>2</sup>
1	100	120	-20	400
2	150	120	30	900
3	150	120	30	900
4	100	120	-20	400
5	100	120	-20	400

B. Estadística Descriptiva

	CROMO	VEGETAL
Media	220,00	120,00
Error típico	12,25	12,25
Mediana	200,00	100,00
Moda	200,00	100,00
Desviación estándar	27,39	27,39
Varianza de la muestra	750,00	750,00
Curtosis	-3,33	-3,33
Coefficiente de asimetría	0,61	0,61
Rango	50,00	50,00
Mínimo	200,00	100,00
Máximo	250,00	150,00
Suma	1100,00	600,00
Cuenta	5,00	5,00

### C. Prueba de T-student

	Variable 1	Variable 2
Media	220,00	120
Varianza	750,00	750
Observaciones	5,00	5
Varianza agrupada	750,00	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	5,77	
P(T<=t) una cola	0,00	**
Valor crítico de t (una cola)	1,86	
P(T<=t) dos colas	0,00	
Valor crítico de t (dos colas)	2,31	

Anexo 4. Poder de cobertura del cuero caprino pigmentado en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.

A. Análisis de datos

Repetición	CROMO	Esperado	Obs - Esp	Obs - Esp <sup>2</sup>
1	5	4,6	0,4	0,16
2	5	4,6	0,4	0,16
3	4	4,6	-0,6	0,36
4	4	4,6	-0,6	0,36
5	5	4,6	0,4	0,16

Repetición	VEGETAL	Esperado	Obs - Esp	Obs - Esp <sup>2</sup>
1	4	3,8	0,2	0,04
2	4	3,8	0,2	0,04
3	4	3,8	0,2	0,04
4	3	3,8	-0,8	0,64
5	4	3,8	0,2	0,04

B. Estadística Descriptiva

	CROMO	VEGETAL
Media	4,60	3,80
Error típico	0,24	0,20
Mediana	5,00	4,00
Moda	5,00	4,00
Desviación estándar	0,55	0,45
Varianza de la muestra	0,30	0,20
Curtosis	-3,33	5,00
Coefficiente de asimetría	-0,61	-2,24
Rango	1,00	1,00
Mínimo	4,00	3,00
Máximo	5,00	4,00
Suma	23,00	19,00
Cuenta	5,00	5,00

### C. Prueba de T-student

	Variable 1	Variable 2
Media	4,6	3,8
Varianza	0,3	0,2
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	0,25	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	2,52982213	
P(T<=t) una cola	0,0176326	*
Valor crítico de t (una cola)	1,85954804	
P(T<=t) dos colas	0,0352652	
Valor crítico de t (dos colas)	2,30600414	

Anexo 5. Tacto del cuero caprino pigmentado en la máquina Airless Mix diseñado e implementado en el laboratorio de la facultad de Ciencias Pecuarias.

A. Análisis de datos

Repetición	CROMO	Esperado	Obs - Esp	Obs - Esp <sup>2</sup>
1	5	4,6	0,4	0,16
2	5	4,6	0,4	0,16
3	5	4,6	0,4	0,16
4	4	4,6	-0,6	0,36
5	4	4,6	-0,6	0,36

Repetición	VEGETAL	Esperado	Obs - Esp	Obs - Esp <sup>2</sup>
1	4	3,6	0,4	0,16
2	3	3,6	-0,6	0,36
3	4	3,6	0,4	0,16
4	3	3,6	-0,6	0,36
5	4	3,6	0,4	0,16

B. Estadística Descriptiva

	CROMO	VEGETAL
Media	4,60	3,60
Error típico	0,24	0,24
Mediana	5,00	4,00
Moda	5,00	4,00
Desviación estándar	0,55	0,55
Varianza de la muestra	0,30	0,30
Curtosis	-3,33	-3,33
Coefficiente de asimetría	-0,61	-0,61
Rango	1,00	1,00
Mínimo	4,00	3,00
Máximo	5,00	4,00
Suma	23,00	18,00
Cuenta	5,00	5,00

### C. Prueba de T-student

	Variable 1	Variable 2
Media	4,60	3,6
Varianza	0,30	0,3
Observaciones	5,00	5
Varianza agrupada	0,30	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	2,89	
P(T<=t) una cola	0,01	*
Valor crítico de t (una cola)	1,86	
P(T<=t) dos colas	0,02	
Valor crítico de t (dos colas)	2,31	

Anexo 6. Proceso de pigmentacion de los cueros utilizando el prototipo mecanico  
Airless mix.

Pintado de los cueros



Anexo 7. Prototipo de atomizado AIRLESS Mix



Anexo 8. Receta para la curtición al cromo de pieles caprinas.

PROCESO	OPERACIÓN	PRODUCTO	%	T°	TIEMPO	
Remojo	baño	agua	200	ambiente	30 min	
		tensoactivo	1			
		cloro	1			
	botar baño					
	baño	agua	200	ambiente	3 horas	
		tensoactivo	0,5			
		NaCl	1			
	botar baño					
	Pelambre	embadurnado	agua	5	ambiente	3 horas
			cal	3		
sulfuro de sodio			2,5			
yeso			1			
pelambre en bombo	baño	agua	100	ambiente	10 min	
		sulfuro de sodio	0,2		10 min	
		sulfuro de sodio	0,2		10 min	
		agua	50	ambiente	10 min	
		cloruro de sodio	0,5		30 min	
		sulfuro de sodio	0,5		30 min	
		cal	1	30 min		
		cal	1	30 min		
		cal	1	3 horas		
	girar 5 horas y descansar 1 hora por 20 horas					
	reposo					
	botar baño					
	baño	agua	200	ambiente	20 min	
	botar baño					
	baño	agua	100	ambiente	30 min	
cal		0,5				
botar baño						

Desencalado	baño	agua	200	25	30 min	
	botar baño					
	baño	agua	200	25	6 0 min	
	botar baño					
rendido y purgado	baño	agua	100	35	60 min	
		bisulfito de sodio	1			
		formiato de sodio	1			
		rindente	0,2	40 min		
botar baño						
rendido y purgado	baño	agua	200	ambiente	20 min	
	botar baño					
	Piquelado	baño	agua	60	ambiente	10 min
cloruro de sodio			6			
ácido fórmico 1:10			1,4			
1 parte diluido				20 min		
2 parte diluido				20 min		
3 parte diluido				60 min		
ácido fórmico 1:10			0,4			
1 parte diluido				20 min		
2 parte diluido				20 min		
3 parte diluido				20 min		
botar baño						
Desengrase	baño	agua	100	35	60 min	
		tensoactivo	2			
		diesel	4			
	botar baño					
Desengrase	baño	agua	100	35	30 min	
		tensoactivo	2			
botar baño						

Anexo 9. Receta del Piquelado y acabado de las pieles caprinas.

2do piquelado	baño	agua	60	ambiente	
		cloruro de sodio	6		10 min
		acido fórmico 1:10	1		
		1 parte diluido			20 min
		2 parte diluido			20 min
		3 parte diluido			60 min
		acido fórmico 1:10	0,4		
		1 parte diluido			20 min
		2 parte diluido			20 min
		3 parte diluido			60 min
Curtido		cromo	8	70	60 min
		basificante	0,3		
		primera parte			60 min
		2 parte diluido			60 min
		3 parte diluido			5 horas
		agua	100		30 min
	botar baño				
cuero wet blue					
Perchar 12 horas					
raspado					