

**INFLUENCIA DEL RECURTIDO, SECADO Y METODO
DE APLICACION DEL ACABADO SOBRE LAS
CARACTERISTICAS DEL CUERO TERMINADO**

Dr. A.W. Landmann (BLMRA)

Dr. A.Sofía (LEMIT y CNICT)

Serie II, nº 159

INTRODUCCION

En la manufactura del cuero para empeine ha habido una serie de progresos, tales como el uso de equipos de secado al vacío y la introducción de equipos de acabado con soplete sin aire comprimido y la máquina de cortina.

Por ello, se ha considerado conveniente comparar estos métodos, con los tradicionales de secado al aire y acabado mediante felpa y soplete de aire comprimido. Para ello es esencial aplicar la misma cantidad de acabado en cada caso, pues de lo contrario se puede obtener efectos debidos a la cantidad aplicada en lugar del método empleado para su aplicación.

Trabajos previos han demostrado la importancia de la relación caseína/resina (1), y la capacidad de absorción del cuero (2), como así también, que la diferencia entre cueros de distinta carga superficial no era tan importante como se pensaba (3), pero Kliegl (4) ha informado que el uso de distintos equipos de secado, produce una distribución diferente del agente nutriente. Por ello, se consideró importante incluir nuevamente la nutrición catiónica y aniónica.

La impregnación modifica considerablemente la naturaleza de la superficie del cuero (5, 6), y este factor conviene incluirlo conjuntamente con una variación en la concentración del agente recurtiente.

DETALLES EXPERIMENTALES

Factores y sus niveles

AB - Métodos de Aplicación del Acabado

(i), Felpa y soplete de aire comprimido (en adelante, felpa + spray).

a, Equipo de cortina (en adelante, cortina).

b, Felpa y equipo de cortina (en adelante, felpa + cortina).

ab, Pistola sin aire comprimido (en adelante, airless spray).

C - Recurtición

(i), 3 % extracto de mimosa sulfitado (72 % tani-
no).

c, 8 % extracto de mimosa sulfitado (72 % tani-
no).

D - Nutrición

(i), 3 % aceite esperma sulfatado + 2 % aceite de
esperma crudo.

d, como (i) + un top de 1 % de aceite de esperma
catiónico.

E - Métodos de secado

(i), Secado al aire.

e, Secado al vacío

F - Impregnación

(i), Sin impregnación.

f, 161 g/m², Lankrothane 1304 (prepolímero po-
liuretánico, diluido en xilol, 1:1).

G - Acabado (relación resina/proteína)

,(i), elevada (en adelante, resínica).

g, baja (en adelante, proteínica).

H - Planchado

(i), Luego de la primera y de la última aplicación del acabado.

h, Luego de la última aplicación del acabado.

TRATAMIENTO ESTADISTICO

Se utilizó un diseño factorial 2⁸, fraccionado a la mitad, con contrastes de definición ABCDEFGH. Las 128 muestras de cuero fueron sorteadas en 8 bloques, y los generadores de interacciones confundidas con bloques correspondieron a ABCF; ABDG Y ADEF.

Este diseño factorial permite estudiar la influencia de varios factores a distintos niveles, y estimar el efecto y alcance de posibles interacciones.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Cuatro chapas de cuero curtido al cromo, flor entera, en azul, fueron cortadas en 8 bloques de 16 piezas de aproximadamente 15 cm de lado cada una.

Las 128 muestras de cuero se neutralizaron con 1,5 % de bicarbonato de sodio y luego se distribuyeron en dos grupos y recurtieron según se indica en factor C, durante 1 hora y 25°C de temperatura. La nutrición se efectuó según factor D (sobre cuatro grupos iguales), durante 45 minutos a 50°C, luego se adicionó ácido fórmico para llevar el pH final del baño a 3,5. Las muestras se reordenaron y secaron de acuerdo al factor E.

El secado al aire se realizó colgando las piezas de cuero en un ambiente acondicionado a 23°C y 55 % de humedad relativa, y el secado a vacío en un equipo experimental, du-

rante 13 minutos a 85°C y 48 mm de mercurio de presión, sin ninguna contrapresión del lado carne.

Todos los cueros fueron corregidos parcialmente, primero con papel esmeril de grano 180 y después con uno de grano 320, habiendo sido previamente acondicionados durante la noche y palizonados.

La impregnación se realizó de acuerdo a lo que se indica en factor F, aplicándose el prepolímero de poliuretano con un soplete de diseño especial que evita la formación y retroceso de nieblas tóxicas (mistless type spray gun).

Luego de 1 a 2 horas de aplicado el impregnante, todos los cueros fueron planchados a 80°C y alrededor de 8 kg/cm² de presión.

Con posterioridad, las muestras fueron ordenadas en 16 grupos de 8 cueros cada uno, a fin de aplicarles el acabado según lo especificado para los factores AB, G y H.

Las formulaciones básicas utilizadas se detallan en la tabla I.

Estas formulaciones se utilizaron tal cual, cuando la aplicación del acabado se realizó a felpa y soplete de aire comprimido. Para aplicarlas mediante equipo de cortina y soplete sin aire comprimido, fue necesario adicionarles 0,3 % Earnshaw Defoamer NL 99 (fosfato orgánico). Además se adicionó 0,85 % de Tetol A_I (espesante a base de poliacrilato de amonio) al acabado de alta proporción resina/proteína, a fin de llevar su viscosidad a un grado tal, que su ensayo con la copa Ford B₄ arrojara un valor de 30 segundos.

La operación de terminación se realizó de manera que todas las muestras recibieran la misma cantidad de acabado (344 g/m²).

Los cueros terminados con la formulación proteínica fueron fijados mediante la aplicación a soplete de una solución conteniendo 10 % de formaldehído y luego secados durante 30 minutos a 60°C de temperatura en una estufa cuya atmósfera estaba saturada con formaldehído. Por último, los

cueros fueron planchados de acuerdo al factor H. Los terminados con la formulación de alto contenido de resina, se plancharon a 65°C y 16 kg/cm² de presión, y los de bajo contenido de resina se plancharon a 85°C y 24 kg/cm² de presión.

T A B L A I

Fórmula básica	Relación resina/proteína			
	Elevada		Baja	
	Partes	Sólidos	Partes	Sólidos
Pasta pigmento blanco (60%)..	20	12,0	20	12,0
Caseína, sol. (15%).....	5	0,75	30	4,5
Primal CCS (40%) (resina)....	17,5	7,0	10	4,0
Primal CCH (40%) (resina)....	17,5	7,0	10	4,0
Agua.....	50	83,25	50	95,5
Aceite de ricino sulfatado...	-	-	4,5	4,5
Total.....	110	110	124,5	124,5

FNSAYOS APLICADOS

Absorción de Agua (Water Absorption)

Este ensayo se llevó a cabo por duplicado sobre el cuero sin terminar pero impregnado o no según factor F. Se utilizó para ello el equipo SATRA de frotamiento (7), pasándose los cueros antes y después de ser frotados durante un minuto con un fieltro humedecido, usando el peso mayor en la plataforma.

Firmeza de Flor (Break)

Fue valorada visualmente por comparación con una escala standard (8) de numeración 0 a 10, donde los valores más altos representan muy buena firmeza de flor.

"Blancura" (Whiteness)

Fue medida con el colorímetro Hilger J 20, utilizando un standard de óxido de magnesio al que se asigna valor 100.

Brillo (Gloss)

Apreciado por examen visual, ordenando las muestras en cuatro grupos según el brillo que presentan. Los valores más altos significan muy buen brillo.

Resistencia al plegado a baja temperatura (Cold crack resistance)

Mediante el uso de una caja bien aislada, la cual fue gradualmente enfriada con CO₂ sólido. El aire en la caja fue agitado mediante un ventilador. Las probetas se hallaban fijadas en un dispositivo especial que permitía plegarlas en un ángulo de 180° grados con su lado flor hacia el exterior. Las muestras de cuero fueron enfriadas desde 0°C a -25°C, disminuyendo la temperatura en etapas de 5°C y sosteniendo la misma durante 5 minutos antes de proceder a plegar las probetas.

Resistencia al frotamiento húmedo y seco (Wet and rub fastness)

Se empleó el equipo SATRA (7), y se examinó los cueros luego de 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 y 1 024 revoluciones, asignándoles valores de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, este último para el caso de no observarse ninguna alteración luego de 1 024 revoluciones.

Ensayo al impacto (Impact Test):

Realizado mediante un golpe de martillo desde 20 cm de altura en el lado carne y apreciando el efecto producido sobre el lado flor. Se ordenaron las probetas en cuatro grupos, representando los valores más altos un mayor deterioro.

Formación de burbujas en la película de acabado (Air bubbles formation)

Por observación con una lupa de 8 aumentos, colocando los cueros arbitrariamente en 4 grupos, correspondiendo el valor más elevado a los que presentaron mayor número de burbujas.

Resistencia a la flexion (Flexing resistance)

Determinada mediante el flexómetro Bally (9), registrándose el número de flexiones necesario para provocar la aparición de una pequeña falla en el acabado.

Adhesion de la película de acabado en seco y húmedo (Dry and wet adhesion)

Probetas de 1 cm de ancho fueron pegadas a tiras metálicas mediante un adhesivo especial (10). Las probetas fueron envejecidas dos días y luego se les aplicó una carga creciente de 25 g en cada etapa, hasta que la muestra fue completamente removida de la tira metálica. Se registró el promedio de las cargas límites de dos determinaciones. Todas las probetas se extrajeron en dirección paralela al espínazo.

Resistencia al arañado (Scuff resistance)

Determinada según el método de la Society of the Leather Trades' Chemists (11). La valoración del daño producido, fue realizada con la ayuda de un comparador visual adecuado (short viewing box), valores elevados significando pobre resistencia al arañado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Absorción de agua

Los cueros recurtidos con 8 % de extracto vegetal absorbieron menos agua (60 mg), que aquellos recurtidos con 3 % (72 mg). Lo mismo ocurrió con los cueros secados al vacío (62 mg) frente a los secados al aire (70 mg). Como se esperaba, las muestras impregnadas exhibieron el promedio más bajo (52 mg), mientras que a las no impregnadas les correspondió el mayor (80 mg).

Firmeza de flor.

Los cueros recurtidos con 3 % de mimosa exhibieron mejor firmeza (6,7) que aquellos recurtidos con 8 % (5,9), y las muestras secadas al vacío fueron mejores (6,6) que las secadas al aire (6,0). La firmeza de la flor fue notablemente aumentada por impregnación. Al mismo tiempo, la adición extra de caseína causó un considerable deterioro, principalmente en aquellos cueros no impregnados. La tabla II muestra la interacción entre la formulación y la impregnación.

Una firmeza pobre, debida a la alta concentración de caseína en el acabado, solamente ocurre cuando el mismo puede penetrar apreciablemente en la flor del cuero. La impregnación actúa como un agente sellante o capa base y de esa forma atenúa la deteriorización de esta propiedad debida a la proporción elevada de caseína, que en un cuero de flor corregida tiende a dar un acabado con poca resistencia al quiebre.

En cuanto a los métodos de aplicación del acabado, se encontró ligeras diferencias entre los promedios individuales,

Felpa + spray	= 6,3
Cortina	= 6,3
Felpa + cortina	= 6,0
Airless spray	= 6,6

"Blancura"

T A B L A II

VALORES PROMEDIO PARA FIRMEZA DE FLOR

Impregnación	Formulación		Promedio
	Resínica	Proteínica	
Sin impregnar.....	6,4	3,4	4,9
Lankrothane.....	8,0	7,4	7,7
Promedio.....	7,2	5,4	6,3

T A B L A III

LUMINOSIDAD (%)

Método de aplicación	Formulación		Promedio
	Resínica	Proteínica	
Felpa + spray.....	87,6	86,4	87,0
Cortina.....	89,9	86,1	88,0
Felpa + cortina.....	89,1	85,5	87,3
Airless spray.....	90,6	87,2	88,9
Promedio.....	89,3	86,3	87,8

Se ha observado una blancura ligeramente superior en los cueros recurtidos con 3 % mimosa (88,1 %) comparada con la arrojada por aquellos recurtidos con 8 % (87,5 %). De igual forma, los cueros secados al vacío dieron mejor promedio (88 %) que aquellos secados al aire (87,6 %), a pesar de que los primeros eran más oscuros luego del secado.

Los métodos de aplicación y la formulación del acabado mostraron interesantes interacciones (Tabla III). Los acabados con mayor proporción de resina aplicados con pistola sin aire comprimido dieron los mejores resultados. Los cueros terminados con acabados de alta proporción de caseína no fueron tan blancos. Una diferencia del 1 % en blancura es fácilmente detectable a simple vista.

No se observaron diferencias atribuibles a la impregnación, pero los cueros acabados mediante airless spray fueron otra vez los mejores en ambos casos, no impregnados e impregnados (88,2 % y 89,6 % respectivamente).

Brillo

Los cueros secados al aire, y los nutridos con aceite catiónico dieron un promedio ligeramente superior (1,9), que los secados al vacío y los nutridos con aceites aniónicos (1,7).

La tabla IV exhibe las interacciones entre la impregnación y los métodos de aplicación. La impregnación parece favorecer el brillo de los cueros terminados tanto a felpa y cortina, como a cortina solamente, pero no produjo cambios para los otros métodos de aplicación.

Resistencia al plegado a baja temperatura

Las muestras recurtidas con 3 % de extracto vegetal exhibieron un promedio ligeramente superior (-12,8°C), que las recurtidas con 8 % (-11,2°C), y las secadas al vacío lo fueron también (-12,5°C) frente a las secadas al aire (-11,5°C).

La adición extra de caseína deterioró esta resistencia

T A B L A IV

VALORES PROMEDIO PARA BRILLO

Método de aplicación	Impregnación		Promedio
	Sin impregnar	Lankrothane 1 304	
Felpa + spray.....	1,8	1,8	1,8
Cortina.....	1,2	1,8	1,5
Felpa + cortina.....	1,5	2,3	1,9
Airless spray.....	2,0	2,0	2,0
Promedio.....	1,6	2,0	1,8

T A B L A V

RESISTENCIA AL PLEGADO A BAJA TEMPERATURA (°C)

Método de aplicación	Impregnación		Promedio
	Sin impregnar	Lankrothane 1 304	
Felpa + spray.....	- 12,0	- 13,6	- 12,8
Cortina.....	- 14,0	- 10,4	- 12,2
Felpa + cortina.....	- 12,7	- 13,3	- 13,0
Airless spray.....	- 8,5	- 11,5	- 10,0
Promedio.....	- 11,8	- 12,2	- 12,0

(-20,8°C resínica, a -3,2°C proteínica).

Aunque la diferencia entre el promedio de los cueros no impregnados e impregnados fue mínima, se encontró una interesante interacción entre los métodos de aplicación y la impregnación (Tabla V).

Los pobres resultados obtenidos con los cueros no impregnados terminados a soplete sin aire comprimido, fueron probablemente debidos a una deficiente integración de la película. El tiempo de secado del film en las muestras impregnadas es mayor, y posiblemente eso da al mismo mayor tiempo para que fluya y se integre.

Resistencia al frotamiento húmedo

Fue en general excelente, con el elevado promedio de 7,5. La diferencia entre los promedios de los cueros acabados con la formulación resínica y proteínica (7,9 y 7,1 respectivamente) fue inesperadamente pequeña.

Resistencia al frotamiento seco

Los promedios para los distintos métodos de aplicación del acabado resultaron ser:

Felpa + spray	= 4,7
Cortina	= 5,1
Felpa + cortina	= 4,8
Airless spray	= 4,4

La misma pequeña diferencia fue notada entre los cueros nutridos con aceite aniónico (4,6) y aceite catiónico como top (4,9).

La mayor adición de caseína favoreció la resistencia al frotamiento en seco (de 3,2 resínica a 6,2 proteínica).

No se hallaron otros factores significativos.

Resistencia al impacto

Este ensayo fue incluido en este trabajo debido a las quejas manifestadas por diversos productores acerca de la poca resistencia al impacto exhibida por algunos cueros terminados mediante la máquina de cortina, cuando ellos eran golpeados en su lado carne o cortados por un cuchillo (como sucede durante la operación de cortar el cuero en las fabricas de calzado).

Se ha verificado que cueros que son perfectamente satisfactorios bajo los ensayos habituales de distensión (Lastometer) o doble plegado, resultan completamente insatisfactorios en la práctica. El ensayo al impacto, sin embargo, señala claramente esta falla. La razón parece estar fincada en la velocidad de distensión de la película de acabado. Tanto el Lastometer como el ensayo de doble plegado, son mucho más lentos que el brusco impacto aplicado en esta oportunidad, y algunos acabados fallan bajo estas drásticas condiciones.

A través de los resultados obtenidos en este trabajo, el principal factor que afecta esta propiedad es la formulación del acabado; la caseína, cuando presente en alta proporción, reduce la resistencia al impacto en forma notable. La tabla VI exhibe la interacción existente entre la formulación y la nutrición.

El top catiónico parece ser que deteriora esta propiedad en mayor proporción que la nutrición aniónica.

Otro punto significativo estriba en los pobres resultados obtenidos con los cueros terminados mediante el equipo de cortina. Los terminados con el soplete airless, aunque arrojaron también pobres resultados para las muestras no impregnadas, mejoraron los mismos para las que fueron previamente impregnadas. La tabla VII muestra la relación existente entre la impregnación y los métodos de aplicación del acabado.

T A B L A VI

VALORES PROMEDIO PARA RESISTENCIA AL IMPACTO

Nutrición	Formulación		Promedio
	Resínica	Proteínica	
Aniónica.....	0	0,8	0,4
Catiónica.....	0	1,2	0,6
Promedio.....	0	1,0	0,5

T A B L A VII

VALORES PROMEDIO PARA LA RESISTENCIA AL IMPACTO

Método de aplicación	Impregnación		Promedio
	Sin impregnar	Lankrothane 1 304	
Felpa + spray.....	0,2	0,4	0,3
Cortina.....	0,8	0,8	0,8
Felpa + cortina...	0,5	0,3	0,4
Airless spray.....	0,9	0,1	0,5
Promedio.....	0,6	0,4	0,5

Formación de burbujas en la película de acabado

La formación de burbujas en la película de terminación parece ser dependiente de los métodos de aplicación usados y de la formulación (Tabla VIII).

Todos los cueros terminados mediante el empleo de la pistola airless spray exhibieron un gran número de burbujas, pero ello no sucedió cuando fue empleada la formulación proteínica en lugar de la resínica.

La bomba de compresión de la unidad airless spray fue en parte responsable de la formación de espuma, que fue menos acentuada cuando se aumentó la proporción de caseína en el acabado. Además, se necesita efectuar nuevas observaciones (influencia de la viscosidad, etc.) para poder dilucidar con mayor claridad este fenómeno.

Por otra parte, los cueros acabados con formulación resínica y mediante felpa y sopleto no exhibieron ningún tipo de burbuja.

También se ha verificado que el efectuar el planchado del cuero luego de aplicar la primer capa y la segunda (top coat), tiende a favorecer dicha formación de burbujas (0,8) en mayor proporción que planchando solamente luego de la última aplicación de acabado (0,6).

Finalmente, el promedio de los cueros impregnados es ligeramente mayor (0,8) que el correspondiente a los cueros no impregnados (0,6).

Resistencia a la flexión

La aplicación de la formulación resínica mediante airless spray, y también mediante felpa + spray, mejoró acentuadamente la resistencia a la flexión. No se halló diferencias entre los métodos de aplicación cuando se usó la formulación proteínica. En este último caso, los cueros mostraron pobre resistencia a la flexión. La tabla IX señala la interacción entre la formulación y los métodos de aplicación.

T A B L A VIII

VALORES PROMEDIO PARA LA FORMACION DE BURBUJAS

Métodos de aplicación	Formulación		Promedio
	Resínica	Proteínica	
Felpa + spray.....	0	0	0
Cortina.....	1,3	0	0,65
Felpa + cortina....	1,3	0	0,65
Airless spray.....	3,0	0	1,5
Promedio.....	1,4	0	0,7

T A B L A IX

RESISTENCIA A LA FLEXION (NUMERO DE FLEXIONES \cdot 1000)

Métodos de aplicación	Formulación		Promedio
	Resínica	Proteínica	
Felpa + spray.....	13,6	0,4	7,0
Cortina.....	10,0	0,4	5,2
Felpa + cortina....	10,6	0,4	5,5
Airless spray.....	14,5	0,3	7,4
Promedio.....	12,2	0,4	6,3

Por otra parte, el promedio de los cueros recurtidos con 8 % de extracto vegetal fue mejor (7,0) que el de los recurtidos con 3 % (5,6); y los secados al vacío a su vez fueron mejores (6,9) que los secados al aire (5,7).

El tipo de nutrición no arrojó significativa diferencia, pero ha tenido una interesante interacción con los métodos de aplicación (Tabla X).

Dicha tabla nos dice que tanto las muestras terminadas mediante felpa + spray, y airless spray, dieron otra vez las mejores resistencias, pero se notó un considerable aumento de la resistencia a la flexión cuando los cueros terminados según los otros dos métodos recibieron un top de aceite catiónico.

Al mismo tiempo, con ese top catiónico, los cueros terminados mediante airless spray, y felpa + spray, disminuyeron su resistencia.

Finalmente, la impregnación (prepolímero poliuretánico) produjo una aguda caída desde 7,5 (no impregnados) a 5,1 (impregnados).

Adhesión de la película de acabado en seco y húmedo

La adhesión resultó ser en general muy buena. Los cueros recurtidos con 8 % de extracto vegetal dieron mejores resultados que aquellos recurtidos con 3 % (Tabla XI).

La adición extra de caseína incrementó la adhesión en casi la totalidad de los casos. La caseína, como se ha comentado en un trabajo previo (12), aumenta la adhesión de los acabados resínicos, pero se ha notado en el presente trabajo, marcadas interacciones entre la formulación y la impregnación (Tabla XII). El acabado proteínico exhibió el mejor promedio para los cueros no impregnados, pero el peor para aquellos que fueron impregnados.

Por otra parte, la nutrición con top de aceite catiónico disminuyó la adhesión del acabado en todos los casos (Tabla XIII), y los cueros impregnados dieron los resultados más bajos.

T A B L A X

RESISTENCIA A LA FLEXION (NUMERO FLEXIONES \cdot 1000)

Método de aplicación	Nutrición		Promedio
	Aniónica	Catiónica	
Felpa + spray.....	7,2	6,8	7,0
Cortina.....	4,4	6,0	5,2
Felpa + cortina.....	5,0	6,0	5,5
Airless spray.....	8,3	6,6	7,4
Promedio.....	6,2	6,4	6,3

T A B L A XI

ADHESION (g/cm ANCHO)

Recurtido	En seco	En húmedo
3 % extracto vegetal...	774	420
8 % " " ...	902	496
Promedio.....	838	458

T A B L A XII

ADHESION (g/cm ancho)

Impregnación	Formulación			
	En seco		En húmedo	
	Resínica	Proteínica	Resínica	Proteínica
Sin impregnar.....	988	1 488	528	776
Lankrothane 1 304..	525	351	308	220
Promedio.....	756	919	418	498

T A B L A XIII

ADHESION (g/cm ancho)

Nutrición	En seco	En húmedo
Aniónica.....	897,5	486
Catiónica.....	778,5	430
Promedio.....	838	458

T A B L A XIV

ADHESION (g/cm ancho)

Método de aplicación	En seco			En húmedo		
	Sin impregnar	Lankrothane I 304	Promedio	Sin impregnar	Lankrothane I 304	Promedio
Felpa + spray....	I 536	510	I 023	825	307	566
Cortina.....	882	344	613	436	210	323
Felpa + cortina..	I 274	380	827	656	236	446
Airless spray....	I 260	518	889	691	303	497
Promedio.....	I 238	438	835	652	264	458

La tabla XIV muestra la interacción de la impregnación con los métodos de aplicación.

En general, la adhesión en seco fue satisfactoria en todos los casos, aunque, como se ha mencionado, la impregnación disminuye considerablemente la misma. La adhesión en húmedo exhibida por los cueros terminados a cortina, y felpa + cortina, está muy cercana al límite inferior, (200 g/cm ancho) nivel éste que a menudo significa quejas reales en servicio.

Los métodos de aplicación también han mostrado una interesante interacción con la formulación (Tabla XV). Los cueros terminados mediante airless fueron los únicos que dejaron de mejorar su adhesión con la formulación proteínica. No se hallaron otros factores que fueran significativos.

Resistencia al arañado

Los métodos de aplicación dieron nuevamente interesantes interacciones con el % de recurtiente, la impregnación y la formulación (Tabla XVI).

Los cueros terminados mediante airless spray fueron otra vez superiores a aquellos terminados acorde a los restantes métodos. Los cueros recurtidos con 8 % de extracto, los no impregnados, y los terminados con acabados de mayor proporción de caseína, mostraron una pobre resistencia al arañado.

Finalmente, los cueros secados al aire fueron mejores (6,4) que aquellos secados al vacío (7,8).

EL EFECTO DE LOS FACTORES EN ESTUDIO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CUERO TERMINADO

Método de Aplicación del acabado

Este factor ha incidido, aproximadamente, sobre la totalidad de las propiedades estudiadas. Los cueros acabados mediante el uso de pistola airless spray exhibieron mejor firmeza de flor, cubrimiento, brillo, resistencia a la flexión y al arañado, mientras que aquellos terminados a felpa + soplete dieron mejor resistencia al plegado a baja temperatura, al impacto y adhesión tanto en húmedo como en seco. Ellos también arrojaron resultados muy cercanos a los primeros (airless spray) en lo que respecta a brillo, firmeza de flor, cubrimiento y resistencia a la flexión.

Los cueros terminados mediante el uso del equipo de cortina, y también aquellos terminados a felpa y cortina, exhibieron en general un pobre comportamiento frente a los ensayos aplicados, especialmente los primeros.

Las diferencias encontradas entre los métodos de aplicación fueron, algunas veces, mucho más marcadas cuando se usó formulación resínica (formación de burbujas, resistencia a la flexión, etc.). Este factor ha sido uno de los que ha tenido mayor número de interacciones con las otras variables en estudio.

Recurtición

Se verificó que los cueros recurtidos con 8 % de extracto vegetal, exhibieron mejor resistencia a la absorción de agua, a la flexión y adhesión en húmedo y seco; mientras que aquellos recurtidos con 3 % vegetal fueron ligeramente superiores en cuanto a firmeza de flor, cubrimiento, resistencia al plegado a baja temperatura y arañado.

Este factor no ha incidido sobre la resistencia al impacto, al frotamiento húmedo y seco, y sobre el brillo final del acabado.

Nutrición

Se hallaron sólo pequeñas diferencias en los promedios de los resultados para brillo, quiebre a baja temperatura y resistencia al frotamiento seco. La nutrición con un top

T A B L A XV

ADHESION EN SECO (g/cm ancho)

Métodos de aplicación	Formulación		Promedio
	Resínica	Proteínica	
Felpa + spray.....	918	1 128	1 023
Cortina.....	494	732	613
Felpa + cortina.....	697	957	827
Airless spray.....	917	861	889
Promedio.....	756	919	838

T A B L A XVI

VALORES PROMEDIO PARA RESISTENCIA AL ARAÑADO

Método de aplicación	Recurtido 8 %		Impregnación		Formulación		Promedio
	3 %	8 %	No	SI	Resínica	Proteínica	
Felpa + spray.....	6,5	7,5	9,1	4,9	6,1	7,9	7,0
Cortina.....	7,7	7,3	8,8	6,2	7,5	7,5	7,5
Felpa + cortina...	7,6	7,6	9,2	6,0	7,0	8,2	7,6
Airless spray.....	5,8	6,8	8,7	3,9	5,3	7,3	6,3
Promedio.....	6,9	7,3	9,0	5,2	6,5	7,7	7,1

de aceite catiónico dio resultados ligeramente superiores a la aniónica, la cual, por otra parte, confirió a los cueros mejor resistencia al impacto, y adhesión tanto en húmedo como en seco.

Se esperaba que la nutrición daría cierta interacción con el método de secado, pero no se obtuvo ningún resultado significativo.

Método de secado

Las muestras de cueros secadas al vacío mostraron una interesante y buena mejora en sus resistencias a la flexión, a la absorción de agua, y firmeza de flor. Además, exhibieron mejores promedios para cubrimiento y resistencia al quiebre a baja temperatura.

Los cueros secados al aire dieron a su vez ligeros incrementos en los promedios de brillo, resistencia al frotamiento húmedo y arañado.

No se halló ninguna incidencia sobre la adhesión del acabado y las restantes propiedades.

Se comprobó que los cueros secados al vacío dieron aproximadamente un incremento del 10 % de área comparados con los secados al aire.

Impregnación

La impregnación de los cueros, previa a su acabado, mejoró notablemente la resistencia a la absorción de agua, firmeza de flor, brillo y arañado, y en una menor extensión cubrimiento, quiebre a baja temperatura y resistencia al impacto. Pero ella redujo en forma drástica la adhesión en seco y húmedo, y la resistencia a la flexión. Tuvo también un ligero efecto negativo sobre la resistencia al frote húmedo, y favoreció la formación de burbujas en el film de acabado.

Formulación

En forma similar a las variables aplicación e impregnación, este factor también ha tenido una gran repercusión sobre los cueros terminados.

La adición de extra caseína causó una seria deterioración en la firmeza de flor (la cual fue más marcada en las muestras no impregnadas), y sobre el brillo, cubrimiento, resistencia al arañado. Hubo también una aguda caída en la resistencia al quiebre a baja temperatura, al impacto y a la flexión. Por otro lado, el acabado proteínico confirió al cuero mejor resistencia al frotamiento seco, y mejoró la adhesión tanto en húmedo como en seco. Sin embargo, se notó una interacción con la impregnación, en la cual el acabado proteínico dio pobre adhesión cuando aplicado sobre cueros impregnados. La razón de este comportamiento no es clara, pero como ello ocurre tanto en la adhesión en húmedo, como en seco y también tiene significancia estadística elevada, es realmente un efecto genuino y merece ser investigado en futuros trabajos.

Además, no se hallaron burbujas de aire en ningún cuero acabado con formulación proteínica sea cual fuere el método de aplicación, mientras que el acabado resínico solo se comportó en igual forma cuando aplicado mediante felpa + soplete.

Planchado

En general, este factor tuvo poca repercusión sobre las características del cuero acabado.

El planchado de los cueros luego de aplicar la capa base y la capa final o top, favoreció ligeramente la resistencia al frotamiento húmedo; pero parece favorecer también la formación de burbujas en la película de acabado, al emplear la formulación resínica.

CONCLUSIONES

La producción de cueros para peine blancos, significa un real problema en la etapa de terminación.

a lograr un tratamiento satisfactorio del cuero, tendencia a sobrepigmentar el acabado, o aplicar una película demasiado gruesa, lo cual, en ambos casos conduce a un cuero de quiebre inadecuado y tacto poco natural.

El color original del cuero, es por supuesto importante dado que, cuando más oscuro él es, más cantidad de pigmento es requerida para ocultarlo.

Es prudente recordar que el color puede cambiar tan pronto como el acabado es aplicado y muchos cueros "blancos" pueden oscurecerse o cambiar de color cuando sus fibras superficiales son cementadas por el acabado.

En nuestro trabajo, los cueros secados al vacío, aunque más oscuros que los secados al aire, produjeron muestras de mayor blancura que estos últimos.

Otro factor que puede ser responsable, es la absorción del agua del acabado por el cuero, con consecuentes diferencias en la formación del film. Similarmente, los cueros impregnados fueron mucho más oscuros antes de ser acabados, pero ello no provocó apreciables diferencias en la apariencia final del cuero.

Los cueros acabados mediante pistola sin sire comprimido, mostraron algunas remarcables buenas características, y exhibieron mejores cualidades que en experimentos previos, donde este sistema de aplicación, fue comparado con la máquina de cortina (13).

La formulación, el nivel de aplicación y la viscosidad, son probablemente importantes y responsables por las diferencias halladas. Esto conduce a la conclusión de que, aunque se tome mucho cuidado para comparar diferentes métodos de aplicación bajo condiciones idénticas, pueden ocurrir en ver-

dad desniveles que favorezcan a uno u otro método. Lo que realmente es necesario, es comparar cada método a su óptima formulación, y esto es más fácil de decir que lograr.

Los experimentos de diseño factorial suministran abundante e interesante información, quizá no fácilmente digerible, pero que provee la guía a un trabajo detallado al alcance de una armazón más pequeña. El objeto no es necesariamente dar el mejor método de aplicación, sino mostrar un camino para futuras mejoras.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Landmann, A. W. - J. Soc. Leath. Tr. Chem., 1962, 46, 97.
- (2) Landmann, A. W. - J. Soc. Leath. Tr. Chem., 1964, 48, 205.
- (3) Landmann, A. W. - J. Soc. Leath. Tr. Chem., 1963, 47, 38.
- (4) Kliegl, W. - Leder Haütemarkt, 1964, 16 (18), 290.
- (5) Levy, A. - J. Soc. Leath. Tr. Chem., 1964, 48, 122.
- (6) Landmann, A. W., Thomson, R. y Turner, J. - BLMRA Lab. Reports, 1964, 43, (2), 327.
- (7) Fastness Test Committee - J. Soc. Leath. Tr. Chem., 1957, 41, 120.
- (8) Landmann, A. W. y Thomson, R. S. - J. Soc. Leath. Chem., 1963, 47, 429.
- (9) "Flexing Test. IUP/20" - J. Soc. Leath. Tr. Chem., 1963, 47, 126.
- (10) Landmann, A. W. - J. Soc. Leath. Tr. Chem., 1963, 47, 423.
- (11) Scuff Test - J. Soc. Leath. Tr. Chem., 1963, 47, 101.

- (12) Landmann, A. W.- BLMRA Lab. Reports, 1962, 41, 72.
- (13) Landmann, A. W. y Turner J.- BLMRA Journal, 1964, 7,
nº 11, 210.

Nota.- Este trabajo fué realizado por el Dr. Alberto Sofía, en colaboración con el Dr. A. W. Landmann, en los laboratorios de la British Leather Manufacturers Research Association (B.L.M.R.A.), Egham, Surrey, Gran Bretaña, en su carácter de miembro de la Carrera del Investigador Científico y becario del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. El mismo fué presentado al XI Congreso de la Unión Internacional de Sociedades de Químicos del Cuero, Londres, 1969.