

# APORTE DE VALOR A RESIDUOS DE CUERO: ESTUDIOS DE INCORPORACIÓN AL CAUCHO Y GENERACIÓN DE TABLEROS CUERO-MADERA

A. Bonfranceschi Barros<sup>(1)</sup>; A. Bacigalupe<sup>(2,3)</sup>, M.A. Mansilla<sup>(2,3)</sup>, M.E. Escobar<sup>(2,3)</sup>; Leandro Monsalve<sup>(4)</sup>

[abonfranceschi@inti.gob.ar](mailto:abonfranceschi@inti.gob.ar)

<sup>(1)</sup> INTI, Departamento de Tecnología de la Producción de Cuero y Calzado. Av. Centenario entre 505 y 508, 1897 Manuel B. Gonnert, La Plata.

<sup>(2)</sup> INTI, Dirección Técnica de Materiales Avanzados, Av. General Paz 5445, 1650 San Martín.

<sup>(3)</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Godoy Cruz 2290, C1425FQB CABA.

<sup>(4)</sup> INTI, Departamento Nanomateriales Funcionales, Av. General Paz 5445, 1650 San Martín.

**Palabras Clave:** residuo cuero curtido al cromo; valorización; tableros aglomerados; compuestos con caucho

## INTRODUCCIÓN

Las empresas que confeccionan calzados producen residuos sólidos que representan, en peso, alrededor del 30% de su producción. Están constituidos, entre otros, por recortes de cuero curtido al cromo que también son generados por empresas de marroquinería y tapizados. Si bien el cromo está presente principalmente en su estado trivalente (poco soluble y de baja toxicidad), existe un peligro potencial si el residuo entrara en contacto con el suelo bajo ciertas condiciones ambientales, [1] que podrían convertirlo a su estado hexavalente (más soluble y tóxico) [2].

Algunas empresas emplean al residuo como co-combustible para la producción de cemento, pero esto no es aceptable si no hay control de las emisiones gaseosas producidas (óxidos de azufre y nitrógeno, tóxicos), a pesar de ser económicamente viable. Otras empresas disponen el residuo en vertederos habilitados asumiendo el costo necesario, pero todavía existen grandes volúmenes que se descartan en rellenos sanitarios, junto a los residuos domiciliarios, sin control alguno.

En el trabajo se evaluaron dos posibilidades que aporten valor al residuo, como alternativas a los problemas mencionados.

## OBJETIVOS

Elaborar compuestos elastoméricos vulcanizados constituidos por caucho natural (NR) y cuero molido ( $\phi_{\text{máx}} = 4$  mm) a fin de evaluar el rol de este último en las propiedades finales del material obtenido.

Fabricar tableros de partículas de cuero y astillas de madera, utilizando un adhesivo basado en urea-formaldehído, caracterizarlos y sugerir sus usos potenciales.

## DESARROLLO

Se caracterizó al residuo de cuero mediante ensayos normados (ver Tabla 1). Luego se molió en molino de cuchillas provisto de tamiz de salida de 4 mm.

*Compuestos de caucho.* Utilizando NR como matriz, se realizaron compuestos con 0, 20 y 40 partes de cuero molido por cada 100 partes de caucho (en masa) y la formulación incluyó a los demás agentes típicamente utilizados en la industria [3]. Los ingredientes se mezclaron en un molino abierto. La caracterización de la reacción de vulcanización se realizó en un reómetro MDR 2000 a 150 °C durante 20 minutos. De dicho ensayo se extrajo el tiempo óptimo de vulcanización  $t_{90}$  utilizado para vulcanizar las planchas normalizadas (Fig. 1).



**Figura 1: Planchas vulcanizadas y normalizadas de caucho con cuero molido.**

El ensayo de tracción se realizó sobre probetas normalizadas en una máquina INSTRON 33R 4467, bajo la norma ASTM D412. Se registró la fuerza mientras se estira la muestra

longitudinalmente con una velocidad de deformación de 500 mm/min.

La resistividad volumétrica se determinó con un multímetro Keithley 4200SCS mediante el método a 4 puntas [4].

**Tableros aglomerados.** Para su confección se emplearon partículas de madera de *Eucalyptus saligna*, que se fueron mezcladas con cuero molido en las relaciones másicas 100/0, 87.5/12.5, 75/25 y 50/50 madera/cuero, en el interior de un tambor rotatorio. Se dispersó el adhesivo llegando a una relación final de 9 g de adhesivo por cada 100 g de mezcla de partículas. El curado de la resina tuvo lugar a 160 °C por un período de 9 min, aplicando presión de manera escalonada y descendente hasta un valor final de 25 kg/cm<sup>2</sup>. En la Fig. 2 se pueden observar los tableros obtenidos. Sobre los tableros se realizaron los siguientes ensayos: flexión en 3 puntos; contenido de humedad; hinchamiento y absorción de agua a 2 h y 24 horas. Todos los ensayos se realizaron siguiendo los lineamientos de la norma ASTM D1037.



Figura 2: Tableros con las diferentes proporciones de madera-cuero.

**RESULTADOS**

La caracterización del cuero se puede observar en la Tabla 1.

Las curvas reométricas de los compuestos de caucho con cuero mostraron que la presencia de 20 phr a 40 phr aumenta un 15 % la resistencia a la deformación durante la vulcanización. Los ensayos de tracción mostraron que la resistencia a la rotura y el alargamiento a la rotura disminuyen cuando mayor es la proporción de cuero molido. Todas las muestras analizadas tuvieron propiedades antiestáticas. El agregado de cuero redujo levemente la resistencia eléctrica transversal en las probetas, dentro del mismo orden de magnitud.

Los tableros obtenidos tienen una buena apariencia y no se desgranán. El contenido de humedad del tablero aumenta ligeramente con la cantidad de cuero molido presente, desde (7.2 ± 0.5) % a (9.9 ± 0.2) %. Los ensayos de hinchamiento y absorción de agua a 2 h y 24 h indican que dichos parámetros aumentan con la cantidad de cuero molido en el tablero, pero también que el ritmo de absorción de agua en los tableros con cuero es mayor que en aquellos conteniendo sólo madera. El ensayo de flexión en 3 puntos indica disminuciones en los módulos de ruptura y de elasticidad cuando mayor es la cantidad de cuero molido en el tablero.

Tabla 1: Caracterización del residuo cuero.

Parámetro	Metodología	Valor
pH a (20 ± 2) °C	IRAM 8508	4.07±0.07
Material volátil (%)	IRAM 8502	12.7±0.5
Cenizas* a (600 ± 20) °C (%)	IRAM 8510	6.4±0.5
Cromo total*, como %Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	IRAM 8510	5.0±0.1
Materias Solubles en diclorometano* (%)	IRAM 8503	9.69±0.08
Nitrógeno orgánico (%)	Kjeldhal	14.0±0.5

(\*) Expresados en base seca.

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Los resultados descriptos corresponden a las primeras pruebas. Para que el sector industrial pueda adoptar las metodologías debería asumir el costo de la molienda del residuo. Entre las aplicaciones posibles para los compuestos con caucho se encontraría la elaboración de tapetes, topes de estacionamiento y bases de calzado. Para los tableros, si se cubren con alguna placa similar a los aglomerados comerciales, se utilizarían en la fabricación de muebles de interior o como revestimiento de muros internos.

**AGRADECIMIENTOS**

A Matías Crisnejo por el mezclado de los compuestos de caucho en la planta piloto de INTI-Caucho y a Alberto Greco por la molienda del cuero en la Planta Experimental de Curtiduría de INTI-Cueros.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] Galán E., Romero A. “Contaminación de Suelos por Metales Pesados”. Macla 10 (2008) 48-60.  
 [2] Zhitkovich, A. “Chromium in Drinking Water: Sources, Metabolism, and Cancer Risks”. Chemical Research in Toxicology 24 (2011) 1617-1629.  
 [3] Ruiz M. R. et al. “An Innovative Material Based on Natural Rubber and Leather Tannery Waste to Be Applied as Antistatic Flooring”. Journal of Applied Polymer Science (2015) App. 41297 1-11.  
 [4] Application Note 2475, “Four-Probe Resistivity and Hall Voltage Measurements with the Model 4200-SCS”, Keithley Instruments, Inc. (2011).