

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE
ESMALTES SINTÉTICOS COMO
RECUBRIMIENTO PARA MADERA DE
ASPIDOSPERMA QUEBRACHO BLANCO
ESTABILIZADA CON PEG Y EXPUESTA A LA
INTEMPERIE**

*Evaluation of synthetic enamels behavior as coatings for
Aspidosperma quebracho blanco wood stabilized with
PEG exposed to weathering*

EDUARDO HRYCZŃSKI, WALTER A. FRANK, GERMAN E.
CAMPRUBÍ, MARIA E. CAYRÉ, ERNESTO O. SANABRIA

Universidad Nacional del Chaco Austral, Comandante Fernández 755, Presidencia Roque Sáenz
Peña (3700), Chaco- Argentina. E-Mail: sanabria@uncaus.edu.ar

Recibido diciembre 2015. Aceptado mayo 2016

Resumen

Se evaluó el desempeño de recubrimientos tipo esmaltes sintéticos sobre madera de *Aspidosperma quebracho blanco* impregnada con PEG utilizando el método de intemperización externa. Las muestras de madera estabilizada se pintaron con esmaltes sintéticos de dos marcas comerciales disponibles en el mercado. Se utilizaron tres colores: blanco, verde y negro. Las muestras pintadas se expusieron a la intemperie durante 360 días bajo las condiciones climáticas propias de la región chaqueña y el comportamiento del recubrimiento se evaluó de acuerdo a la Norma IRAM 1023. El análisis de los resultados evidenció un buen comportamiento de los esmaltes como recubrimiento de la madera tratada con PEG. Las dos marcas comerciales de esmalte mostraron un comportamiento semejante. Sin embargo, las probetas pintadas de color blanco mostraron un grado de deterioro significativamente menor que las pintadas con colores oscuros.

Palabras clave: recubrimientos para madera, deterioro natural, polietilenglicol

Abstract

The behavior of coatings on *Aspidosperma quebracho blanco* wood impregnated with PEG was evaluated - using external weatherization method. Stabilized wood samples were coated with synthetic enamels from two different commercial brands, available in the market. Three colors were tested: white, green and black. Painted samples were exposed to weather conditions of Chaco region during 360 days and their behavior was evaluated according to IRAM 1023 standards. The results showed a good performance of synthetic enamels as coatings for the

Eduardo Hryczñki *et al.*

PEG-treated wood. Both commercial brands showed a similar behavior. However, the test pieces painted in white evidenced a significantly lower degree of deterioration than those painted in dark colors.

Key words: wood coatings, natural weathering, polyethylen glycol

1. Introducción

En la provincia del Chaco existen varias posibilidades de mejora y desarrollo de mercados potenciales asociadas a distintas actividades de la industria forestal. En cuanto a la fabricación de muebles, aberturas, etc., se podría impulsar el mercado interno a partir de mejoras aplicadas en las carpinterías mediante programas de diseño, certificación de estándares y terminación de los productos. Sin embargo, la provincia en el futuro podría enfrentarse a problemas con la provisión de algarrobo, su principal materia prima. Por lo tanto, se plantea como necesidad y oportunidad de mercado, el desarrollo comercial de maderas alternativas (COFECYT, 2010).

Aspidosperma quebracho blanco es una de las especies forestales más abundante del Parque Chaqueño y con un mayor horizonte de existencia (Aguilar y Agostini, 2005). La utilización de la madera de esta especie está dirigida, principalmente, a la fabricación de tarimas, varillas y carbón ya que la elaboración de bienes de alto valor agregado está condicionada por su alta inestabilidad dimensional. Sin embargo, tratamientos tales como los de impregnación con agentes que permitan engrosar la pared celular pueden disminuir los cambios dimensionales causados por la humedad (Kocaefe *et al.*, 2015).

Paz y Sanabria (2000, 2003) y Sanabria *et al.* (2007) reportaron que el uso de mezclas de polietilenglicol (PEG) de diferentes pesos moleculares disminuye significativamente los valores de contracción y dilatación de *A. quebracho blanco* sin afectar los valores de resistencia a la flexión. La madera así tratada no presenta problemas en su maquinado (garlopeado, cepillado, etc.) ni en el proceso de secado artificial. Además, el uso de PEG como estabilizante de la madera no mostró interferencias en el proceso de adhesión utilizado en la fabricación de tableros enlistonados (Sanabria *et al.*, 2011; Frank *et al.*, 2013), por lo que la madera de esta especie podría resultar una alternativa para la industria.

Sin embargo, la madera es susceptible de ser atacada por agentes bióticos y abióticos, por lo tanto la elección de un recubrimiento adecuado es de fundamental importancia para reducir los efectos del deterioro. La resistencia a la intemperie es una propiedad del recubrimiento que se manifiesta, luego de una prolongada exposición al medio ambiente, por una buena retención de propiedades decorativas y protectoras (Giudice y Pereyra, 2009) y depende de la naturaleza del recubrimiento, de la especie sobre la cual se aplique y de las condiciones climáticas (Dawson y Göttgens, 2005).

Por lo expuesto, el presente trabajo evalúa el comportamiento de recubrimientos tipo esmaltes sintéticos sobre madera de la especie *A. quebracho blanco* estabilizada con PEG expuesta a la intemperie, con el objeto de contribuir con el análisis de factibilidad de utilización de esta madera en la región chaqueña.

2. Materiales y Métodos

2.1. Muestras

Se utilizó madera de *A. quebracho blanco* aserrada radialmente con un contenido de humedad superior al 30 %. Se confeccionaron probetas cuyas dimensiones fueron de 200 mm x 75 mm x 25 mm (largo; ancho y espesor) de acuerdo con la Norma IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) de Preservación de Maderas.

2.2 Tratamiento de estabilización

Las probetas se impregnaron con una mezcla de PEG de peso molecular 300, 600 y 1000, en solución acuosa al 60 % (Sanabria y Paz, 2000). Se utilizó el proceso Bethel, vacío–presión–vacío de acuerdo con Sanabria y Paz (2007).

Las piezas impregnadas se secaron hasta un 10 % de contenido de humedad (CH) en secadero industrial privado de la provincia del Chaco, Argentina, y se estabilizaron en cámaras de ambiente controlado por espacio de 65 días. La determinación del CH de las muestras impregnadas se realizó según la Norma IRAM 9532.

2.3 Pintado

Se aplicaron esmaltes sintéticos de dos marcas comerciales (E1 y E2) disponibles en el mercado, fabricadas a base de resinas alquídicas, en colores satinados blanco (B), verde (V) y negro (N). Se utilizaron los procedimientos recomendados en la Norma IRAM 1047 y 1031 para la preparación de la superficie de la madera y pintado de las probetas, respectivamente. Se utilizó doble capa de fondo sellador, con espacio entre manos de 24 horas y doble capa de terminación, con el mismo espacio entre manos.

Se pintaron un total de 36 probetas, 18 por cada marca evaluada y 6 por cada color seleccionado. Las probetas pintadas se dejaron estacionar durante 48 horas antes de su exposición a la intemperie.

2.4 Evaluación de la resistencia a la intemperie

Las probetas se expusieron a la intemperie durante 360 días (julio 2013- junio 2014)

en un soporte especial, con un ángulo de inclinación de 45 ° con respecto a la horizontal y con la cara orientada hacia el norte, realizándose las observaciones según Norma IRAM 1023. Las probetas destinadas a testigos se guardaron en un lugar protegido de la intemperie. Las observaciones se realizaron a los 15; 30; 90; 180 y 360 días evaluándose los siguientes aspectos definidos en la norma: i) aspecto general, ii) tizado, iii) alteraciones de color, iv) arrugado, v) ampollado, vi) cuarteado y agrietado y vii) desprendimiento de película.

2.5 Análisis estadístico

Las observaciones realizadas en las probetas se registraron en escala ordinal para caracterizar su comportamiento en el tiempo en cuanto a las variables estudiadas. Para detectar diferencias significativas se utilizó el test no paramétrico de Friedman con prueba a posteriori en caso de detectarse diferencias con un nivel de significancia (α) del 5 %. Todos los análisis se realizaron en el software estadístico Infostat (2008).

3. Resultados y Discusión

La Figura 1 muestra las probetas de *A. quebracho blanco* estabilizadas con PEG y pintadas con los dos esmaltes sintéticos y los tres colores seleccionados para este estudio, al inicio y a los 360 días de exposición a la intemperie. En términos generales, puede apreciarse un buen comportamiento de los recubrimientos teniendo en cuenta las condiciones ambientales prevalecientes en la zona. En efecto, el clima de la provincia del Chaco es subtropical, caracterizado por una temperatura anual media de aproximadamente 23 °C, con máximas absolutas que sobrepasan los 45 °C en verano, oscilaciones térmicas diarias importantes y con precipitaciones que varían de 600 a 1.500 mm anuales de acuerdo a la subregión (Gorleri, 2005; Karlin, 2012).



Figura 1. Probetas de madera de *A. quebracho blanco* estabilizada con PEG, pintadas con esmaltes sintéticos E1 y E2 en diferentes colores, (a) al inicio del período de exposición y (b) a los 360 días de exposición a la intemperie.

Analizadas las matrices de datos de las probetas pintadas de blanco, verde y negro, se verificó que, durante todo el tiempo de ensayo, los esmaltes sintéticos E1 y E2 presentaron resultados coincidentes. El análisis de varianza no paramétrico realizado con la prueba de Friedman indicó

que no se presentaron diferencias significativas entre las sumas de rangos de las puntuaciones asignadas a las probetas hasta los 90 días inclusive ($p \geq 0,05$). Además, durante este período de tiempo no se observaron cambios apreciables de las muestras en relación a las probetas testigo.

Las observaciones realizadas a los 180 días evidenciaron los primeros síntomas de deterioro del recubrimiento con respecto a las muestras testigos. Además, a partir de este tiempo de exposición, se registraron diferencias significativas en el comportamiento de las probetas según el color con que fueron pintadas y estas diferencias se mantuvieron hasta los 360 días de exposición ($p < 0,0001$).

El Cuadro 1 muestra el resumen estadístico del análisis de los datos obtenidos para las probetas a los 360 días de exposición. Puede observarse que las probetas pintadas con esmalte sintético blanco muestran una suma de rangos significativamente mayor indicando un mejor comportamiento de este color comparado con el obtenido para los colores verde y negro, entre los cuales no se evidenciaron diferencias significativas.

Marca	Color	Suma de Rangos	Media de Rangos	n	
E1	Blanco	146,00 ^a	20,86	7	Cuadro 1. Resumen estadístico de datos a los 360 días de exposición Letras distintas indican diferencias significativas (= 0,05) Mínima diferencia significativa entre suma de rangos 32,27 n = número de variables evaluadas
E1	Verde	88,50 ^b	12,64	7	
E1	Negro	88,50 ^b	12,64	7	
E2	Blanco	146,00 ^a	20,86	7	
E2	Verde	103,50 ^b	14,79	7	
E2	Negro	78,50 ^b	11,21	7	

Las probetas pintadas de blanco presentaron decoloración y una pequeña degradación del material polimérico por la acción de la fracción UV de la luz solar (tizado). En tanto que, las probetas pintadas de verde y negro presentaron, además de un mayor grado de decoloración y tizado que las blancas, presencia de grietas y desprendimiento de película que incidió negativamente sobre su aspecto general como puede observarse en la Figura 1. En la misma figura, puede apreciarse que la alteración de los colores verde y negro parece mostrar una dependencia de la marca de esmalte utilizada. Si bien estas diferencias están reflejadas en una menor suma de rangos para estos tratamientos (E1-V, E2-N, Cuadro 1), las diferencias no alcanzaron a ser estadísticamente significativas bajo las condiciones ensayadas. El mayor grado de deterioro de las superficies pintadas con colores oscuros puede ser atribuido a la mayor absorción de radiaciones lo cual incrementa la temperatura superficial y conduce a un aumento en la velocidad de desorción de humedad y degradación fotoquímica (de Meijer, 2001).

Los resultados de este estudio son consistentes con los informados por otros autores. Okseniuk et al., (2007) reportaron una mejor resistencia a la intemperie para

Eduardo Hryczñki *et al.*

recubrimientos de color claro utilizados sobre madera de *Pino elliotti* en la provincia de Misiones, Argentina. Grüll et al., (2010) observaron el mismo comportamiento en paneles de madera de pino expuestas en cinco zonas europeas.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio indican que recubrimientos del tipo esmaltes sintéticos resultarían adecuados para la protección de madera de *A. quebracho blanco* estabilizada con PEG expuesta a la intemperie. En función del grado de deterioro, los colores claros muestran una mejor comportamiento que los oscuros para su uso en exterior.

Se prevé la evaluación de otros tipos de recubrimientos (lacas, barnices, etc.) a fin de identificar opciones de protección que tengan en cuenta las diferentes necesidades de uso de la madera de *A. quebracho blanco*.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Nacional del Chaco Austral por el financiamiento de las actividades realizadas en este trabajo

6. Referencias bibliográficas

- AGUILAR, E. Y AGOSTINI, S. 2005. CONES (Consejo Económico y Social de la Provincia del CHACO). Documento de Trabajo. El desarrollo forestal en el CHACO: Una política para la industria del mueble. En línea: <http://www.coneschaco.org.ar>
- COFECYT-Consejo Federal de Ciencia y Tecnología 2010. Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo. Foresto Industria. En línea: http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pcias_pdfs/chaco/UIA_foresto_ind_08.pdf
- DAWSON, B.S.W. Y GÖTTGENS, A. 2005 Natural weathering performance of exterior wood coatings on *Pinus sylvestris* and *Pinus radiata* in Germany and New Zealand. *Journal of Coating Technology and Research* 2 (7): 539-546.
- DE MEIJER, M. 2001 Review on the durability of exterior wood coatings with reduced VOC-content. *Progress in Organic Coating* 43:217-225.
- FRANK, W.A.; CAYRÉ, M.E. Y SANABRIA, E.O. 2013. Evaluación de la calidad de adhesión de *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht estabilizado con polietilenglicol con adhesivos poliuretánicos, melanina-urea-formaldehído y fenol-resorcinol-formaldehído. *Revista Forestal Venezolana* 57 (1): 49-55.
- GIUDICE, C.A. y PEREYRA, A.M. 2009. Tecnología de pinturas y recubrimientos. Componentes, formulación, manufactura y control de calidad. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires, Argentina. 242 p.
- GORLERI, M.C. 2005. Caracterización climática del Chaco húmedo. En: *Temas de Naturaleza y Conservación*. Di Giacomo, A. G. y S. F. Krapovickas (eds.). Buenos Aires,

- Argentina.13-25 pp.
- GRÜLL, G., TRUSKALLER, M., PODGORSKI, L., BOLLMUS, S., DE WINDT, I., SUTTIE, E. (2010) Moisture conditions in coated wood panels during 18 months natural weathering at five sites in Europe. PRA's 7th International Wood Coatings Congress : reducing the environmental footprint. Hampton, UK: PRA Coatings Technology Centre. En línea: <http://hdl.handle.net/1854/LU-2040762>.
- IRAM 1023. 1969. MADERAS. PINTURAS, LACAS Y BARNICES. Método de ensayo de resistencia a la intemperie. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Argentina.
- IRAM 1031. 1955. MADERAS. Pintado de superficies de madera con productos cubrientes. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Argentina.
- IRAM 1047. 1949. MADERAS. Preparación de superficies de maderas a pintar. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Argentina.
- IRAM 9532. 1994. MADERAS. Método de determinación de la humedad. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Argentina.
- KARLIN, M.S. 2012) Cambios temporales del clima en la subregión del Chaco Árido. *Multequina* 21: 3-16.
- KOCAEFE, D., HUANG, X., KOCAEFE, Y. 2015. Dimensional Stabilization of Wood. *Current Forestry Reports* 1: 151–161.
- OKSENIUK, M.V., RIZZOLO, D., SARASOLA, M.R., SCHVEZOV, C. 2007. Análisis del comportamiento de distintas combinaciones de revestimientos para maderas a la intemperie en la provincia de Misiones. *Memorias del Congreso SAM/CONAMET*. San Nicolás. 1159-1164.
- PAZ J.M. Y SANABRIA E.O. 2003. Variaciones en las Propiedades Mecánicas de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht Impregnado con sales. *Memorias de la Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas*. T-062; UNNE – Argentina.
- SANABRIA, E.O.; CAYRÉ, M.E.; FRANK, W.A. 2011. Evaluación de tres adhesivos en la fabricación de tableros enlistonados de *Aspidosperma quebracho-blanco* estabilizados con polietilenglicol, *Revista Chapingo. Ciencia Forestales y del Ambiente*. 17 (1): 69-75.
- SANABRIA, E.O.; PAZ, J.M. 2000. Mejoras en la estabilidad dimensional de madera con mezclas de Polietilenglicol. *Revista Forestal Yvyrareta*; 10: 11-14.
- SANABRIA, E.O.; PAZ, J.M.; CAYRÉ, M.E.; FRANK, W.A. 2007. Efecto del PEG 300 y 600 en la estabilidad dimensional de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. *Revista Chapingo. Ciencias Forestales y del Ambiente* 13 (2): 163-168.