



## **PRESERVACION DE MADERA CON PROTECTORES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL**

### **WOOD PRESERVATION WITH PROTECTIVE OF LOW ENVIRONMENTAL IMPACT**

Alberto E. Armas (P) (1); Alfredo A. Guillaumet (2); Jacinto Diab (3); Cecilia Fillipetti(4)

- (1) Prof. Ing. Investigador - Facultad Regional Venado Tuerto – Univ. Tecnológica Nac. - Argentina  
(2) Prof. Ing. - Director GIDEC - Facultad Regional Venado Tuerto – Univ. Tecnológica Nac. - Argentina  
(3) Prof. Dr. Ing. Investigador - Facultad Regional Venado Tuerto – Univ. Tecnológica Nac. - Argentina.  
(4) Prof. Ingra. Investigadora - Facultad Regional Venado Tuerto – Univ. Tecnológica Nac. - Argentina  
Dirección para correspondencia: albertoarmas@gmail.com; (P) Presentador

#### **Resumen**

La madera es un material que proviene de un mecanismo biológico, con células que se han desarrollado mediante un sistema que obedece a las normas básicas de reproducción y crecimiento de los seres vivos. Resulta vulnerable a ataques de micro y macro organismos vivos, colaborando con ellos en menor o mayor medida las condiciones ambientales a las que se encuentra expuesta. Esta afectación se produce desde el árbol en pie hasta la madera puesta en servicio. Una de las mayores preocupaciones de los profesionales de la construcción es garantizar, para las condiciones de uso a las que estén expuestas, la durabilidad tanto en sus aspectos estructurales como estéticos. Este trabajo presenta los estudios de durabilidad relativa desarrollados por el grupo GIDEC con preservantes de sales de metales pesados de alto impacto ambiental y varios formulados realizados con extractivos de la madera (bajo impacto ambiental). El desarrollo experimental se llevó a cabo de acuerdo a las normas EN 252:1991 y EN 350:1994. Se utilizaron estacas de tres especies de rápido crecimiento de la región litoral de Argentina. Se demostró que en la mayoría de los casos se han obtenido significativas mejoras en la durabilidad y que es posible utilizar preservantes de bajo impacto, atendiendo a las prestaciones estructurales o estéticas, teniendo en cuenta en cada caso las condiciones de uso

*Palabras-clave: protectores - extractivos – madera – bajo impacto.*

#### **Abstract**

Wood is a material that comes from a biological mechanism, with cells that have been developed through a system which follows the basic rules of reproduction and growth of living beings. Wood is vulnerable to attack by living organisms, collaborating with them, to a greater or lesser extent, the environmental conditions to which it is exposed. This involvement occurs from the standing tree to the industrial wood. One of the biggest concerns of construction professionals is to ensure, for the conditions of use to which they are exposed, durability in both structural and aesthetic aspects. This paper presents the relative durability studies developed by the group GIDEC with preservatives heavy metal salts of high environmental impact and various formulations made with wood extractives (low environmental impact). The experimental development was carried out according to EN 252: 1991 and EN 350: 1994. Stakes three species of rapid growth of the coastal region of Argentina were used. It was demonstrated that in most cases are obtained significant improvements in durability and it is possible to use low-impact preservative, attending to the structural performance or aesthetic, considering in each case the conditions of use

*Keywords: protective - extractive - wood - low impact*



## INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que la protección de la madera al ataque de micro y macro organismos utilizando soluciones de sales de cromo, cobre y arsénico (CCA) es muy eficaz en consideración a los resultados obtenidos en durabilidad.

Sin embargo unos de los efectos no deseados de estos tratamientos es la transformación de un material de origen biológico totalmente compatible con la cadena ambiental, en una corriente de desecho sometida a control, nombradas según Y21, Y22, e Y24, de acuerdo al código de Basilea.

Las corrientes de desechos establecidas en el “Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación” - (Secretariat of the Basel Convention 2014) caracterizan de manera indiscutible a la madera tratada con CCA en las tipificaciones siguientes:

- Y21 Compuestos de cromo hexavalente.
- Y22 Compuestos de cobre.
- Y24 Arsénico, compuestos de arsénico.

Si bien existen determinadas situaciones en que el tratamiento con CCA es inevitable hay muchas aplicaciones de la madera en las cuales no se hace necesario aplicar estos protectores de alto impacto ambiental y se puede mejorar su estabilidad tanto para utilización estructural como estética aplicando preservantes de eficacia, ambientalmente compatibles, utilizando los extractivos de la madera.

En este trabajo, se utilizó el tratamiento de célula llena para incorporar en las probetas los distintos protectores, tanto los formulados con C.C.A. como los formulados con extractivos de B.I.A., se procedió a evaluar la efectividad de los mismos comparando los deterioros ocasionados en el campo de ensayo, entre probetas impregnadas con C.C.A. como referencia de máxima protección y probetas sin impregnar. Además se utilizaron probetas de haya para verificar durabilidad natural entre diferentes maderas.

El ensayo realizado para evaluar la eficacia de los protectores se implementó considerando los requerimientos propuestos por la norma europea EN – 252. (Comité Europeo de Normalización.1989).

El objetivo del estudio es hallar signos prematuros, para predecir el incremento de la vida útil de la madera tratada con preservantes libres de cromo, arsénico y cobre, respecto de su estado natural.

Si bien 5 años parece ser un tiempo demasiado corto para hacer una evaluación adecuada desde un punto de vista científico (Edlund *et al.* 2006), sobre todo cuando los consumidores esperan que el producto tenga una vida útil de 30 a 50 años, estimamos que con el método experimental empleado podemos sacar conclusiones válidas para predecir el comportamiento de ciertas sustancias en el futuro.

## METODOLOGÍA:

El campo de ensayo data del 17 de julio del 2012 y las evaluaciones de las probetas se realizaron de acuerdo a las especificaciones establecidas por la norma EN252 (Comité Europeo de Normalización 1989) "Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative in ground contact".

En este ensayo se utilizaron como probetas estacas de maderas de diversos tipos. Las estacas se confeccionaron de acuerdo a las dimensiones establecidas por la mencionada norma (500+/-1) mm x (50+/-1) mm x (25+/-1) mm; al igual que la incorporación de los protectores por el método de tratamiento a célula llena.

Los protectores ensayados libres de CCA se formularon con sustancias propias de los extractos naturales de la madera, simples y combinadas sobre un substrato acuoso de tetraborato de sodio decahidratado (bórax) al 5%. Se realizaron pruebas in vitro y se determinaron las mejores eficacias (Tabla 1) según estudios de Armas *et al.* (2010).

Tabla 1. Sustancias componentes

| SUSTANCIAS / FORMULAS                               |
|---|
| Tanino: 0,5%; 3,0%.                                 |
| Trementina Emulsionable: 0,5%; 3,0%.                |
| Formulado 07 – Colofonia 3% + Tanino 3% + Bórax 5%  |
| Formulado 08 – Trementina 3% + Tanino 3% + Bórax 5% |
| CCA – 0,3%; 1,5 %; 3,0 %.                           |

La incorporación de los protectores, todos soportados en soluciones acuosas, se vehiculizó utilizando el método de impregnación a "célula llena", sometiendo las probetas a un vacío de 90% durante 30 minutos, posteriormente se incorporó la solución preservante al mismo recipiente utilizando el vacío provocado, para luego mediante bomba de presión someter el conjunto de estacas a una presión de 10 bar durante 90 min. Se repitió este proceso para cada preservante y se impregnaron estacas en lotes de hasta 20 unidades por tipos de madera.

A cada lote de estacas procesadas, se los dejó escurrir durante 72 horas y luego se almacenaron, debidamente identificadas, en cámara de humedad y temperatura controlada hasta la fecha de implante en campo de ensayo.

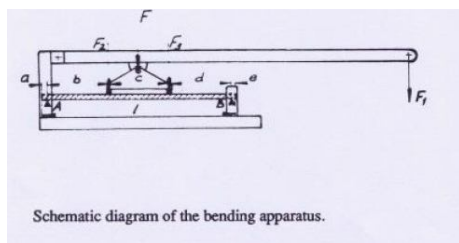
El campo de ensayos está emplazado en zona suburbana de la Ciudad de Venado Tuerto, posee buen drenaje, se encuentra cercado, protegido de circulación de personas y ataques de animales.



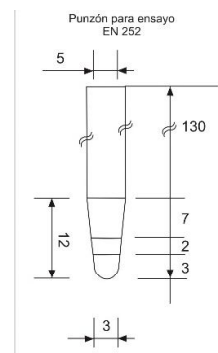
La metodología de valoración de las probetas se basó en los lineamientos generales de las normas citadas y se amplió la escala cuantitativa hasta valor 10, con el objeto de incorporar más instancias referidas a los ataques severos (Tabla 3).

Para el ensayo de carga (Fig. 2a) se utiliza el dispositivo propuesto por en la guía de la norma EN 252 (Borsholt y Henriksen, 1992), para inspección y evaluación de ataques a probetas causados por microorganismos.

Para determinar la severidad de los ataques se realiza una suave presión con punzón (Fig. 2b) de características tales que permiten la fácil manipulación durante el ensayo. Un extremo cónico, que en 12 mm de longitud desarrolla un diámetro de 3 mm a 5 mm, con marcas de 1 mm, 2 mm y 3 mm.



a



b

Figura 2. a) Dispositivo para ensayo de carga. Tomado de Borsholt y Henriksen (1992).  
b) Punzón para ensayo diseñado para la evaluación del punto 11.1 de la norma EN 252. (Comité Europeo de Normalización.1989).

En la tabla siguiente se describe la clase de ataque que sufre la probeta en estudio. Se valora la condición del ataque mediante los milímetros de penetración de la punción y se define la necesidad del ensayo de rotura. En la última columna se asigna un valor numérico a cada caso siendo el valor progresivo a mayor deterioro.

El IDD se calcula evaluando todas las probetas presentes en el ensayo, y en caso que falten por deterioro, se sumarán los valores asignados al número de probetas que por rotura o desintegración se hayan descartado en la evaluación anterior.

Este procedimiento se realiza en cada evaluación mientras dure el ensayo global del lote, cuya base de control es de 10 probetas y la duración de los ensayos es de un período de 100 meses, o cuando se hayan descartado más del 60% de las probetas experimentadas en la totalidad del campo.

Se muestra una planilla de ejemplo (Tabla 4) para una evaluación determinada, de un lote de 10 probetas, para cada compuesto protector y se determina un valor que llamamos IDD “Índice de Deterioro”.



Tabla 3. Clasificación valorada de ataques

| Clase                | Punción  | Condición   | Ensayo   | PTS |
|----------------------|--|---|----------|-----|
| Ataque muy severo    | Desintegrada o rompe en la extracción                      | Desintegrada o rompe en la extracción                           |          | 10  |
| Ataque severo Tipo 2 | Penetración del punzón > 3 mm<br>Requiere ensayo de carga. | Reblandecimiento de la madera en profundidad superior a 3 mm    | Rompe    | 7   |
|                      |  |   | No Rompe | 5   |
| Ataque severo Tipo 1 | Penetración del punzón > 2 mm                              | Reblandecimiento de la madera en profundidad no superior a 3 mm |          | 3   |
| Ataque moderado      | Penetración del punzón > 1 mm                              | Reblandecimiento de la madera en profundidad no superior a 2mm  |          | 2   |
| Ataque ligero        | Penetración del punzón < 1mm                               | Reblandecimiento de la madera en profundidad no superior a 1 mm |          | 1   |
| Sin Ataque           | No alterada  | Sin cambios perceptibles  |          | 0   |

Como se mencionó en párrafo anterior en Tabla 4 se presenta un ejemplo de planilla de evaluación la que se confecciona cada vez que se hace el ensayo de campo donde se consigna la fecha del control, el tiempo total de exposición expresado en meses, desde que se comenzó la prueba a campo a la fecha del control, el protector aplicado, el tipo y variedad de madera de la estaca sometida al control.

A cada probeta extraída (Pr) se la identifica con su número, se le valora el ataque de acuerdo a la tabla 3, y se detallan en la planilla por similitud de ataque recibido expresando la cantidad de ellas y asignando el puntaje correspondiente.

Una vez valorado el ataque del último período se informa el mismo como el deterioro del intervalo. Luego se adicionan los valores correspondientes a las probetas que rompieron en ensayos anteriores. Se va informando el IDD total del período ensayado.

Con los valores obtenidos de los IDD se confecciona tablas de datos en donde se cruzan estos valores con los intervalos de tiempo entre evaluaciones, de manera de cuantificar el desempeño del protector frente al ataque de los microorganismos en el tiempo.

Graficando los valores de IDD en función del tiempo para tipo de madera y tipo de protector, se determinan las curvas de resistencia del material al ataque de los microorganismos por contacto con el suelo, pudiéndose proyectar y predecir sus características protectoras de acuerdo a la característica de las curvas obtenidas.

Tabla 4. Ejemplo de planilla de evaluación.

| Fecha de control: ___/___/___; Tiempo de exp. _____ meses;<br>Protector _____ |       |                                      |            |
|---|-------|--------------------------------------|------------|
| Identificación de probetas de madera de: _____                                | Cant. | Descripción                          | Valoración |
| Pr01; Pr07  | 2     | DESINTEGRADAS O ROMPIERON AL EXTRAER | 20         |
| Pr04  | 1     | +3 mm<br>Rompieron por ensayo        | 7          |
| Pr05; Pr03  | 2     | +2mm<br>NO ROMPIERON POR ENSAYO      | 10         |
| Pr02; Pr03  | 2     | +2 mm                                | 6          |
|   |       | +1 mm                                |            |
|   |       | -1 mm                                |            |
| Pr00  | 1     | No Alterada                          | 0          |
| Deterioro de intervalo de __ meses  |       | IDD (Período)                        | 33         |
| Probetas, Pr06, Pr09 rotas en evaluación de fechas: _____                     | 2     | IDD (Probetas descartadas)           | 17         |
| IDD acumulado en período de tiempo: _____ meses                               |       | IDD TOTAL                            | 50         |

#### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:

Se presenta a continuación la tabla 5 con los resultados de las valuaciones de los IDD por especie de madera y tipo de protector.

Es importante destacar que estamos en una instancia preliminar de un ensayo cuyo tiempo mínimo para obtener los primeros resultados en durabilidad conferida es de 60 meses y su tiempo óptimo es de 100 meses de acuerdo a zonas y materiales ensayados.

Sin embargo este trabajo ha combinado la evaluación de durabilidad natural y conferida, de diferentes especies de madera, utilizando protectores de bajo impacto ambiental y protectores

comerciales de composiciones que contienen sales de metales pesados para advertir, mediante comparaciones empíricas y mensurables, los indicadores tempranos de deterioro.

Si bien es cierto que podemos confeccionar tablas comparativas por tipo de madera, con diferentes protectores y diferentes retenciones, instancia que dejaremos cuando avance más la prueba, hemos preferido en este momento calificar las probetas atendiendo a los resultados de los IDD de manera de cotejar la combinación de efectos de durabilidad natural y conferida en diversos tipos de muestras.

Tabla 5. Resultado de los ensayos

| RESUMEN DEL ENSAYO DUREZA NATURAL Y CONFERIDA |                        |                             | 2014  |         | 2015  |         |
|---|------------------------|-----------------------------|-------|---------|-------|---------|
| Nº  | Especie                | Protección                  | IDD14 | T.Exp.m | IDD15 | T.Exp.m |
| 1   | Haya                   | Ninguna                     | 94    | 24      | 100   | 24      |
| 2   | Alamo Populus Deltoide | Ninguna                     | 91    | 24      | 100   | 24      |
| 3   | Araucaria Angustifolia | Solución Tánica 0,5%        | 54    | 24      | 63    | 30      |
| 4   | Pino Elliotis Híbrido  | Formulado 8                 | 40    | 24      | 42    | 30      |
| 5   | Araucaria Angustifolia | Extracto de Trementina 0,5% | 32    | 24      | 42    | 30      |
| 6   | Pino Elliotis Híbrido  | Ninguna                     | 31    | 24      | 40    | 30      |
| 7   | Araucaria Angustifolia | Extracto de Trementina 3 %  | 27    | 24      | 52    | 30      |
| 8   | Pino Elliotis Híbrido  | Formulado 7                 | 27    | 24      | 31    | 30      |
| 9   | Araucaria Angustifolia | Solución Tánica 3 %         | 25    | 24      | 35    | 30      |
| 10  | Araucaria Angustifolia | Ninguna                     | 24    | 24      | 40    | 30      |
| 11  | Alamo Populus Deltoide | CCA 0,3%                    | 23    | 24      | 28    | 30      |
| 12  | Alamo Populus Deltoide | CCA 3%                      | 20    | 24      | 20    | 30      |
| 13  | Pino Elliotis Híbrido  | CCA 0,3%                    | 16    | 24      | 16    | 30      |
| 14  | Pino Elliotis Híbrido  | Solución Tánica 3 %         | 15    | 24      | 25    | 30      |
| 15  | Pino Elliotis Híbrido  | Solución Tánica 0,5%        | 14    | 24      | 22    | 30      |
| 16  | Pino Elliotis Híbrido  | CCA 1,5 %                   | 14    | 24      | 14    | 30      |
| 17  | Araucaria Angustifolia | Formulado 7                 | 11    | 24      | 14    | 30      |
| 18  | Araucaria Angustifolia | Formulado 8                 | 11    | 24      | 12    | 30      |
| 19  | Araucaria Angustifolia | CCA 0,3%                    | 6     | 24      | 6     | 30      |
| 20  | Araucaria Angustifolia | CCA 3%                      | 5     | 24      | 5     | 30      |

El análisis de los valores obtenidos siguiendo el método propuesto, refleja conclusiones interesantes en cuanto a que la protección conferida por el CCA es correlativa con la durabilidad natural de la madera, en el orden Araucaria Angustifolia, Pino Eliottis, Álamo Pópulus Deltoide en orden decreciente.



Se puede estimar a priori buena respuesta de protección de los formulados 7 y 8 en araucaria angustifolia así como de las soluciones de tanino en Pino Elliotis. Poca respuesta del extracto de trementina.

En el siguiente gráfico (Fig. 3) se puede observar para algunas especies las curvas características de los IDD con el tiempo.

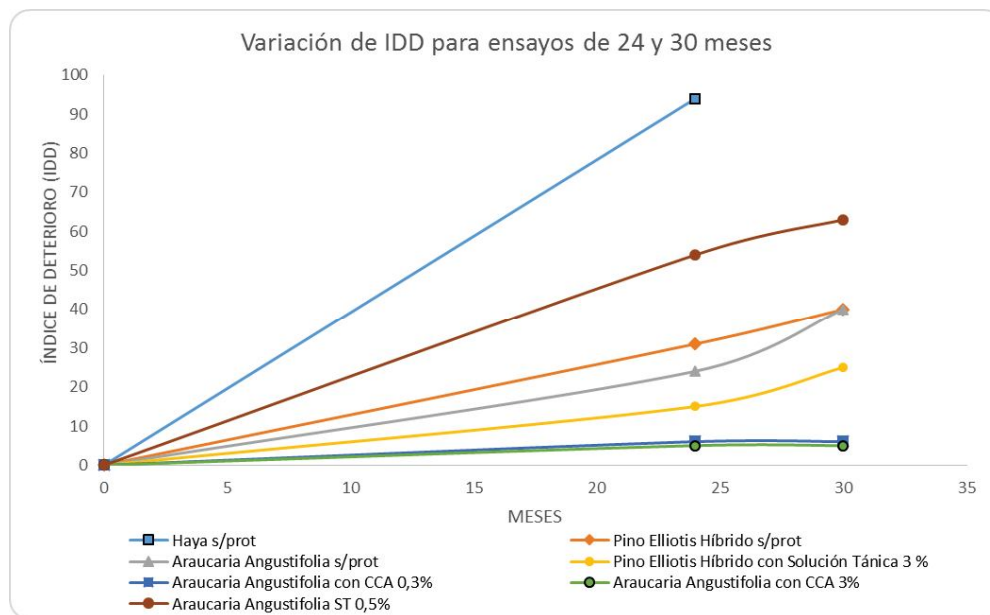


Figura 3. Variación del IDD para ensayos de 24 y 30 meses.

#### CONCLUSIONES:

Del análisis de los resultados por el método propuesto se puede aceptar, con cierto grado de certeza, que el comportamiento de determinados protectores formulados con extractivos de la madera, le confieren a esta mayor protección que la natural.

Por otra parte se puede entrever que la combinación de diferentes especies con diferentes extractivos de la madera, produce una sinergia que mejora su durabilidad.

Se abre un campo de investigación en el ensayo experimental para combinar extractivos de maderas, con diferentes especies, para la mejora de la estabilidad del material sin caer en el campo de los tratamientos ambientalmente no compatibles.

#### AGRADECIMIENTOS:

Los autores agradecen al grupo GIDEC y a la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Venado Tuerto, por el aporte otorgado en recursos técnicos y económicos.



#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Armas, A.; Bricca, M.; Guillaumet, A.; Diab, J.; Manavella, R. y Filippetti, C. (2010). - Study Of The Inhibitory Capacity Of The Extracting Substance Of Wood In Xylophages Fungi Growing. 14° Jornadas Forestales y Ambientales. U.N.M. – Fac. Ciencias Forestales. Eldorado. ISSN 1853-0826.

Borsholt, E. y Henriksen, K. (1992). EN 252: Field test method for determining the relative protective effectiveness of wood preservatives in ground contact. NWPC INFORMATION N° 23/90 ISSN 0358-707X.

Comité Europeo de Normalización. (1989). EN 252: Ensayo de campo para determinar la eficacia relativa de un protector e madera en contacto con el suelo. Secretaría Central: 2, Rue Brederode B – 100 Bruxelles.

Edlund, ML; Evans, F. y Henriksen, K. (2006). Testing durability of treated wood according to EN 252 interpretation of data from Nordic test fields. NT Technical Report – Nordic Innovation Centre TR 591. ISSN 0283-7234.

Secretariat of the Basel Convention, International Environment House, Geneva — 1400781(S) — August 2014 — 500 — UNEP/BRS/2014/3.

Unidad de Residuos Peligrosos, (2005). Dirección Nacional de Gestión Ambiental - Subsecretaría de Planificación, Ordenamiento y Calidad Ambiental - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable - Ministerio de Salud y Ambiente – Argentina.