



Universidad Nacional del Comahue
Asentamiento Universitario San Martín de los Andes

CURSO DE ACTUALIZACIÓN PARA GRADUADOS

BIODEGRADACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA MADERA

2 AL 7 DE AGOSTO DE 2004

SUSTANCIAS PRESERVANTES



Ing. Ftal. MSc. Gabriel Darío Keil ()**

() Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata**

PRESERVACION DE LA MADERA

1. Conceptos y Definiciones

La **Preservación** de las maderas se refiere a su prevención por un tiempo más o menos prolongado a fin de evitar el ataque o la acción de los agentes que la deterioran y/o destruyen.

Cuando las maderas han sufrido el ataque, sobre todo de insectos, el proceso deja de ser de preservación y se convierte en un proceso de **erradicación**.

Además de los métodos preservantes y erradicantes existen una serie de métodos que se denominan **profilácticos** y son aquellos en los que la madera es preservada y el preservante tiene una residualidad no mayor a los tres meses, un ejemplo clásico lo constituye el baño antimancha que previene el ataque de los hongos de la mancha azul mientras la madera tiene un tenor de humedad superior al 20%.

2. SUSTANCIAS PRESERVANTES

La preservación de la madera con productos tóxicos data de varios siglos. A lo largo del tiempo se han ido desarrollando numerosas formulaciones de éstos a fin de prevenir la destrucción de la madera por los diversos agentes biológicos.

Existe una gran variedad de sustancias preservantes para la madera. Las más difundidas son líquidas, sin embargo también existen preservadores gaseosos y por acción de radiaciones.

2.1. Requisitos de un Preservante Ideal

Para que una sustancia o producto, así como mezclas de dos o más puedan ser considerados como agente eficaz en la protección de las maderas es necesario que cumpla con los siguientes requisitos:

- Ser tóxico para los agentes destructores, ya sea en forma específica o universal.
- Su acción debe ser permanente, por lo menos durante el tiempo que se le asigne en obra al material utilizado.
- De fácil penetración en las maderas corrientes.
- Ser químicamente estable y no descomponerse con el tiempo.
- Insoluble en agua, por lo menos en el grado de asegurar su permanencia en la madera, frente al lavado por lluvia o humedad del suelo.
- No ser corrosivo para la madera y los metales comunes.
- Fácil de manejar, transportar, almacenar y usar.
- Inocuo para el hombre y los animales domésticos.
- No aumentar la combustibilidad de la madera.

Como complemento de tales condiciones básicas, es deseable que, además, el producto tenga las siguientes características:

- Incrementar la resistencia de la madera al fuego.
- Permitir que la madera tratada pueda ser encolada, lustrada, barnizada, pintada, etc.
- Dejar la superficie de la madera limpia, sin olores desagradables.
- Poder aplicarse por métodos sencillos.
- No requerir solventes o medios muy inflamables o costosos.
- Ser abundante y barato.

- No incrementar la higroscopicidad de la madera tratada.

Como ningún producto preservador reúne todas las condiciones deseables, es aconsejable elegir aquel que mejor se adapte al tipo de madera y destino de uso, juntamente con las estimaciones de costo y disponibilidad de equipos.

2.2. Preservantes Gaseosos y por Acción de Radiaciones

Tantos los preservadores gaseosos y aquellos que actúan por acción de radiaciones son biocidas empleados usualmente en el tratamiento en piezas de maderas atacadas por insectos.

Entre las moléculas más empleadas como preservantes gaseosos se mencionan al ácido bromhídrico, el fosfuro de aluminio y el ácido cianhídrico.

Los rayos gamma provenientes de una fuente de cobalto sesenta constituyen las radiaciones biocidas empleadas en la erradicación de insectos xilófagos ya instalados en la madera.

Estos dos tipos de preservantes deben ser manejados por personal capacitado debido a la peligrosidad en su utilización. Los gases son productos muy versátiles permitiendo el tratamiento en casas enteras empleando el método de encarpado.

Las radiaciones sólo se emplean en piezas de tamaño reducido aptas para ser acercadas a la fuente de radiación.

Estos dos tipos de productos son solamente **erradicantes**, careciendo de residualidad que proteja a la madera en futuros ataques.

2.3. Preservantes Líquidos

2.3.1. Clasificación

Según el Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Agroalimentaria (SENASA), que es el Organismo Gubernamental Nacional con funciones de Control y Reglamentación de estos productos, los preservantes líquidos para maderas son clasificados bajo diversos aspectos en función de sus cualidades.

a) En función del tipo de agente degradador que controla

- Insecticida
- Fungicida
- Insecticida y Fungicida

b) En función de su carácter

- Erradicativo
- Preventivo
- Erradicativo y Preventivo

c) En función de su residualidad

- Permanentes
- No Permanentes

2.3.2. Formulación

La totalidad de los preservantes para maderas poseen un mismo esquema general de formulación que les es común.

Principio Activo. Es la sustancia específicamente encargada de ejercer la acción inhibitoria sobre un determinado agente degradador y/o destructor. Su residualidad se encuentra dada en función de sus propiedades físico químicas.

Carrier. Sustancia o mezcla de sustancias no activas encargadas de realizar el transporte del principio activo al interior de la madera.

Coadyuvantes. Son los encargados de mejorar los diversos aspectos referidos al perfeccionamiento de la formulación, la estabilidad en el envase, los reguladores de la viscosidad y otros. También mejoran las propiedades del producto sin actuar directamente sobre el agente de degradación.

2.3.3. Clasificación

Los preservantes líquidos se pueden clasificar en función de su uso, tipo de formulación y método de aplicación.

2.3.3.1. Preservadores para aplicar en madera recién aserrada.

Se utilizan exclusivamente productos en base acuosa. Los mismos pueden presentarse como soluciones o emulsiones generalmente de acción funguicida o insecticida. Los ingredientes activos más utilizados son:

- Tribromofenato de Sodio
- Ortofenilfenato de Sodio
- TCMTB
- Quinolato de Cobre

Debido al tipo de tratamiento (generalmente inmersión instantánea), el estado hídrico de la madera (madera con alto contenido de humedad), su acción es totalmente superficial, con baja residualidad, del orden del 2 a 4 meses.

Como producto insecticida exclusivamente se usa el ingrediente activo **clorpirifos** con residualidades mayores de un año, dependiendo ello del método de tratamiento y la profundidad del producto en la madera.

2.3.3.2. Preservadores para aplicar en madera seca por métodos no industriales.

En este campo se aplica una gran diversidad de productos, principalmente del tipo oleosolubles y formulados en base a solventes orgánicos. Productos en base acuosa también podemos encontrar pero de menor penetración en la madera y por lo tanto de menor protección y de baja residualidad.

A nivel **funguicida** se emplean los siguientes ingredientes activos:

- Tribromofenol
- TCMTB
- TBTO
- IPBC

Estos productos funguicidas provienen de distintas familias químicas, con diferentes propiedades físicas y químicas, lo que origina distintas residualidades.

Empleando Tribromofenol se pueden obtener residualidades medias del orden de los 2 años.

Con moléculas como el TCMTB y el IPBC se pueden obtener residualidades de 5 a 8 años, en función de la penetración obtenida con la formulación.

A nivel **insecticida** se emplean dos tipos de familias distintas:

Piretroides

- Cipermetrina
- Deltametrina
- Cyflutin

Organofosforados

- Clorpirifos

Los Piretroides son insecticidas de alta eficacia, especialmente por contacto, pero con bajas residualidades. La residualidad de la Cipermetrina va de uno a dos años, mientras que la Deltametrina tiene una residualidad que puede llegar a los 5 años.

El Clorpirifos actúa con gran eficacia por ingestión y tiene mayor residualidad, del orden de los 15 años.

2.3.3.3. Preservantes para aplicar por métodos industriales

Para la aplicación por autoclave se utilizan en Argentina dos tipos de preservadores de la madera, ellos son la creosota y el arseniato de cobre cromatado (CCA), si bien se pueden emplear algunos otros productos preservantes.

2.3.3.3.1. Preservantes Oleosos (Creosotas)

Dentro de este grupo se encuentra la creosota, uno de los más antiguos y efectivos preservadores de la madera.

Es un producto oleoso, derivado de la destilación del aquitrán de hulla. Es de consistencia viscosa, color negro y fuerte olor a fenol.

El aceite de creosota es una mezcla sumamente compleja de sustancias entre las que pueden mencionarse: los hidrocarburos aromáticos que componen el núcleo mayoritario (80-90%) de sustancias como antraceno, naftaleno, benceno, xileno; la fracción ácida que es un 5% de la creosota total, constituida por fenoles, cresoles, xilenoles y naftoles de alto poder fungicida e insecticida; y finalmente la fracción básica, también el 5% de la creosota, constituida por piridinas, quinolinas y acridinas.

Este preservador oleoso tiene la base de compuestos policíclicos. Posee varias restricciones en su uso, por tal motivo no es indicado para proteger madera aserrada para la construcción, teniendo como uso principal la preservación de postes y durmientes de ferrocarril.

CARACTERÍSTICAS DE LA CREOSOTA

- prácticamente insoluble en agua
- de alta toxicidad contra hongos e insectos xilófagos
- de alta permanencia en variedad de condiciones
- fácil de determinar la profundidad de penetración debido a su color oscuro
- no tiene acción corrosiva para los metales
- tiene olor fuerte y penetrante por lo que no es aconsejable su uso dentro de viviendas o en envases para el transporte de alimentos
- la madera tratada con creosota no puede ser pintada ni barnizada
- la madera tratada queda muy sucia, manchando manos y ropas
- produce irritación de la piel
- se constata frecuentemente la exudación de la creosota, sobre todo durante el verano
- debido a su compleja composición, es muy difícil trabajar con un producto homogéneo

2.3.3.3.2. Preservantes Oleosolubles (Productos Orgánicos)

En este grupo se encuentra una variedad de sustancias que se ha ido desarrollando en tiempo relativamente reciente, teniendo como característica común la de ser solubles en solventes oleosos derivados del petróleo. Las características generales de este grupo de preservantes son las que se indican a continuación:

- son preservantes de alta toxicidad para hongos e insectos a bajas concentraciones
- normalmente tienen muy baja solubilidad en agua, lo que asegura gran permanencia dentro de la madera
- de los tres grupos de sustancias preservadoras es el que posee mayor facilidad de penetración en la madera
- salvo excepciones, no alteran la apariencia general de la madera tratada
- usando solventes adecuados, no confieren olor a la madera
- la madera tratada con estas sustancias puede ser pintada una vez que el solvente se ha volatilizado
- no corroen los metales
- en relación a incendios, la madera recién tratada presenta un alto grado de inflamabilidad debido a la presencia de solvente, la cual decrece a medida que este se va volatilizando.

CLORPIRIFÓS

Es un preservante soluble en solventes orgánicos, formulado en base a compuestos organofosforados como principio activo, de uso actual en la Argentina como producto profiláctico contra la mancha azul en maderas del género *Pinus*.

PENTAFLOROFENOL

Es un producto altamente tóxico, inclusive para el hombre. Se obtiene mediante la reacción de cloro y fenoles.

Su importancia como preservante de maderas se debe principalmente a la alta toxicidad para los agentes destructores y gran resistencia a la lixiviación por ser prácticamente insoluble en agua a temperatura ambiente.

Actualmente está prohibido en la Argentina su fabricación y uso no así en Brasil donde no está permitida su fabricación pero sí su uso.

TBTO

Es el óxido de tri-n-butil estaño. Es soluble en solventes orgánicos e insoluble en agua, más tóxico que el pentaclorofenol pero poco eficiente en maderas en contacto con el suelo.

Debido a su alta fijación en la madera, son especialmente aptos para maderas utilizadas en construcciones navales en mares infectados con taladros marinos.

2.3.3.3.3. Preservantes Hidrosolubles (Productos Inorgánicos)

Este grupo comprende una serie de sustancias o mezclas de sustancias químicas que se emplean utilizando el agua como solvente o como medio emulsionante o suspensivo.

Las propiedades generales de este grupo son las siguientes:

- presentan menos viscosidad que los preservantes de los otros grupos
- generalmente carecen de olor
- luego de la impregnación y después que la madera se ha secado puede ser pintada sin dificultad
- no son inflamables aunque algunos una vez que la madera ha entrado en combustión, la favorecen hasta su destrucción total
- pueden ser transportados en forma sólida, abaratando el costo del flete
- algunos preservantes de este grupo son altamente fijados en la madera siendo muy resistentes a la lixiviación que se produce con el correr del tiempo; otros, por el contrario, no se insolubilizan en el interior de la madera por lo que en la elección deberá tenerse en cuenta el uso (interior o exterior) a darle a la madera preservada
- algunos preservadores hidrosolubles no son tóxicos para el hombre y animales domésticos por lo que pueden ser usados en maderas utilizadas para la elaboración de envases para transportar alimentos.
- es conveniente estacionar la madera después del tratamiento a fin de permitir la máxima fijación del preservante antes de su puesta en servicio

ARSENIATO DE COBRE CROMATADO (CCA)

Conocido comercialmente como CCA es uno de los preservantes ampliamente utilizados en la actualidad a escala mundial. Este producto, utilizado para inhibir la acción de hongos, bacterias e insectos, es una combinación de tres componentes metálicos: cromo, cobre y arsénico. De los tres tipos manufacturados, según el estándar de la American Wood Preservers' Association (AWPA), el tipo C (también conocido como Wollman) es el más comercializado. Su formulación química es la siguiente: 47,5% de trióxido de cromo, 18,5% de óxido cúprico y 34% de pentóxido de arsénico.

La popularidad de este producto, en especial en Estados Unidos y Canadá, dos de los mayores productores y consumidores de madera preservada en el mundo, comenzó como sustituto de otros productos preservantes que presentan severas fuentes de contaminación ambiental. Sin embargo, actualmente también se ha restringido el uso de productos de arsénico y cromo.

El CCA presenta ciertas ventajas, como permitir un acabado perfecto en maderas expuestas a la vista, por lo que es ampliamente utilizado en madera de construcción, es de relativamente difícil lixiviación una vez fijado en la madera, con lo que disminuye el riesgo ambiental de su utilización y es altamente tóxico para organismos taladradores y xilófagos en general. Sin embargo estas cualidades no son absolutas.

Existen determinadas combinaciones de factores ambientales que pueden determinar lixiviados severos y consecuentes contaminaciones riesgosas en el ambiente. Además, los metales pesados son altamente cancerígenos y mutagénicos a nivel de trazas. También en los últimos tiempos, se han encontrado especies fúngicas resistentes a este producto, o al menos a los contenidos mínimos estandarizados para su protección, con lo cual el grado de protección garantizado por el producto puede ser relativo.

Existen dos alternativas de formulación del producto CCA: como sales o como óxidos. Las proporciones relativas de los elementos constituyentes cromo, cobre y arsénico, se mantienen iguales en ambas formas, según el tipo de CCA comercial (tipos A, B o C). Es decir que, por ejemplo, la composición 47,5% de óxido de cromo, 18,5% de óxido de cobre y 34% de arseniato, se mantendrá en el CCA tipo C, independientemente de su formulación como sal u óxido. Si bien ambas clases exhiben un desempeño similar, a la formulación salina se le critica la presencia de sulfato de sodio.

Se ha argumentado que la presencia de esta sal podría facilitar el lixiviado del arsénico, el saltado de pinturas superficiales o aún, podría facilitar resquebrajamiento al enfrentarse su carácter altamente hidrófilo con el carácter hidrófobo de los ácidos crómicos, no existe suficiente evidencia al respecto.

También se ha sugerido que la formulación salina favorece la corrosividad ante metales a la vez que aumenta la conductividad eléctrica y afecta la capacidad de cementación en tableros. Según se refleja en los estándares internacionales, no parecería existir una diferencia significativa y demostrable en la práctica por la cual una formulación pueda ser preferida en particular.

PRODUCTOS CROMO CUPRO BÓRICOS (CCB)

Los componentes activos del CCB combinan la acción fungicida del cobre con la insecticida del boro y el poder de fijación del cromo para evitar la lixiviación.

Los componentes activos son el óxido cúprico (10.8%), el óxido crómico (26.4%) y el ácido bórico (25.5%). Posee un factor óxido inferior al CCA, por lo que para lograr la misma acción protectora que éste, se debe incorporar a la madera mayor cantidad de CCB.

En el tratamiento de la madera con CCB se recomienda usar una concentración no menor del 5% en agua. No es recomendable su uso al exterior y menos en contacto con el suelo debido a que con presencia de humedad el producto lixivia en pequeñas cantidades, lo que no ocurre con el CCA.

Este producto se fija más lentamente en la madera que el CCA, por lo que se recomienda que el material tratado se deje secar por un período de 6 a 8 semanas antes de ponerlo en servicio.

MEZCLA BÓRAX-ACIDO BÓRICO

Tanto el bórax (borato de sodio) como el ácido bórico, separadamente presentan deficiencias, como la baja solubilidad en agua y la acción corrosiva. Fueron empleados inicialmente como productos retardadores de la acción del fuego, pero posteriormente se comprobó que tenían acción efectiva contra algunos insectos de la madera, como los Lícidos.

La mezcla de ambos forma una solución más eficiente, que puede ser utilizada en el tratamiento de madera verde por el método de difusión, como también para impregnar madera seca en autoclave.

La mezcla resulta tóxica a un gran número de organismos xilófagos, pero presenta el inconveniente que es bastante lixiviable por lo que no se recomienda su uso en maderas al exterior en contacto con el suelo o agua.

La proporción más recomendada es 40% de ácido bórico y 60% de borax, es decir 1 parte de ácido bórico y 1.5 partes de borax. Se prepara en una concentración del 2 al 3% en agua.

Estos compuestos no tiñen la madera, siendo una ventaja sobre el CCA que le da un leve tono verdoso, son tóxicos para los hongos e insectos, pero inocuos para el hombre y los animales domésticos, por lo que se recomienda su uso en la construcción (interior de viviendas), muebles y artesanías.

SULFATO DE COBRE

Tiempo atrás era uno de los preservantes más empleados por su toxicidad y bajo costo.

Actualmente en razón del lento proceso de fijación y por ser corrosivo para los metales, su empleo está limitado a tratamientos por difusión y desplazamiento de savia, confiriendo al material tratado una coloración verdosa.