

COMPORTAMIENTO DE LA MADERA DEL *PINUS TAEDA*. L CULTIVADO EN LA PROVINCIA DE MISIONES, IMPREGNADO CON CUPRO - CROMO - ARSENICALES (CCA), FRENTE A LA ACCION DE HONGOS XILÓFAGOS.

BEHAVIOUR OF PINUS TAEDA TIMBER, CULTIVATED IN THE PROVINCE OF MISIONES, IMPREGNATED WITH CUPRO-CROMO-ARSENICAL, FACING THE XYLOPHAGOUS FUNGI ACTION.

**Elisa Alicia Bobadilla¹
Alicia Mónica Stehr²
Teresa María Suirezs³**

¹ Ing. Ftal. Profesor a cargo de la Cátedra Calidad y Normalización. UNaM, Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. email: elisa@facfor.unam.edu.ar

² Ing. Ftal. Jefe de trabajos prácticos de Protección Forestal. UNaM, Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. email: astehr@facfor.unam.edu.ar

³ M.Sc. Ing. Ftal. Profesor Adjuntode Industrias y Tecnología de la madera. UNaM, Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. email: bernio@ceel.com.ar

SUMMARY

The objective of this work was to study the behaviour of the timber of *Pinus Taeda* L. without and with impregnation with retentions of 5, 10, and 15 kg/m³, with preservers Cupro-cromo-arsenicals, type C, facing the xylophagous fungi action, *Pycnoporus sanguineus*, *Laetiporus sulphureus*, *Plerotus sajón cajú*, *Ganoderma applanatum*, *Glophyllum* sp. in laboratory experiments.

Timber was obtained from six trees chose at random, and impregnated with C.C.A. a laboratory autoclave. To determine the efficiency of preservers 5 beakers for retention and for stock of fungi and 5 beakers with timber without impregnation (witness) of 3x 1 x 0,5 cm following the IRAM standard n° 9518, “ Toxicity, Permanence and Efficiency of Timber Preservers”, were used. The beakers were sterilized and put on xylophogous fungi staying in stones at 28°C for 12 weeks, after this period ,the beakers were taben away and put in a laboratory enviroment, until the humidity content of the beginning of the experiment was obtained. The degradation was evaluated through the weight loss using the classification of Findlay W.P.K.(1938).

Key words : *Pinus taeda*, Impregnation, Retention's of CCA, Durability, Xylophogous fungí.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue estudiar el comportamiento de la madera de *Pinus taeda* L. sin impregnar e impregnada con retenciones de 5, 10 y 15 kg/m³, con preservador Cupro-Cromo-Arsenicales, tipo C, frente a la acción de los hongos xilófagos, *Pycnoporus sanguineus*, *Laetiporus sulphureus*, *Plerotus sajón cajú*, *Ganoderma applanatum*, *Glophyllum* sp. en ensayos de laboratorio.

Las maderas fueron obtenidas de seis árboles seleccionados al azar, e impregnadas con CCA, en un autoclave de laboratorio. Para determinar la eficacia del preservante fueron utilizadas, 5 probetas por retención y por cepa de hongos, y 5 de madera sin impregnar, (testigo) de 3 x 1 x 0,5 cm, según Norma IRAM N° 9518, “Toxicidad, Permanencia y Eficacia de Preservadores de Madera”. Las probetas fueron esterilizadas y colocadas sobre hongos xilófagos permaneciendo en estufa a 28 °C, por 12 semanas, luego de este período las probetas fueron retiradas y puestas en ambiente de laboratorio, hasta obtener el contenido de

humedad del inicio del ensayo. La degradación fue evaluada a través de la pérdida de peso, utilizando la clasificación de W.P.K. Findlay (1938).

Palabras claves: *Pinus taeda*, Impregnación, retenciones de CCA, durabilidad, hongos xilófagos.

INTRODUCCION

En la Argentina el *Pinus taeda* se encuentra ampliamente difundido en las reforestaciones de las provincias de Misiones, Corrientes y en menor escala Córdoba. Esta especie comenzó a tener importancia en cuanto a superficies anuales cultivadas a mediados de la década del 70, considerando su participación en aproximadamente 50 % de las 260.000 hectáreas existentes. GONZALEZ, PEREYRA, SUIREZS, (1993).

Actualmente en Misiones la tendencia es el cultivo del *Pinus taeda* M. por su rápido crecimiento. MINISTERIO DE ECOLOGIA Y R.N.R. (1999).

El *Pinus taeda* con plantines de origen seleccionados pueden llegar a un crecimiento de más de 40 m³/ha/año. Se lo cultiva con densidades de 2.000, 1.600 y 1.100 plantines/ha. MINISTERIO DE ECOLOGIA Y R.N.R. (1999).

Los productos de los raleos son utilizados en la industria de trituración para la fabricación de pasta celulósica y paneles aglomerados. Los rollizos de mayor diámetro para aserrío empleándose en carpintería de obra, revestimiento de interiores, tarimas livianas, envases, cajonería, y en la industria del debobinado para la fabricación de maderas compensadas. LEONARDIS, (1977).

La madera del *Pinus taeda* es susceptible al ataque de hongos en algunas condiciones de uso, principalmente en lugares húmedos y en contacto con el suelo.

Los hongos que ataca a las maderas se clasifican según los daños que producen, ellos son: pudriciones, manchas y mohos. Las pudriciones son producidas por agentes basidiomicetes que desintegra a la lignina por oxidación y a la celulosa por hidrólisis, causando pérdida del color natural, peso y propiedades de resistencia mecánicas de la madera. MARTÍNEZ, (1952).

El uso de la madera impregnada está poco difundida en la Argentina. La proporción de la misma en la producción de pino no llega al 5%. PELAGALLO, (1997),

Las maderas impregnadas con hidrosolubles pueden ser usadas en las construcciones exteriores de las viviendas, en cercos, plantaciones de vid, postes, además en la construcción de vigas multilaminadas, apreciándose un aumento en su utilización.

Las maderas tratadas con productos químicos no deben ser cepilladas, perforadas, etc. con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación ambiental; por ese motivo se recomienda realizar todo tipo de taladrado, perforado y otros cortes antes del impregnado.

Según TINTO, (1980), las maderas tratadas con preservantes hidrosolubles no presentan inconvenientes en la aplicación de pinturas, barnices y lustres siempre que el material esté seco. La incorporación de productos preservantes en la masa leñosa afecta a sus propiedades en sentido positivo, dándole mayor resistencia frente al ataque de los agentes destructores, pero a veces aparecen reacciones negativas, como ser la reducción de sus resistencias mecánicas, porque la madera se vuelve quebradiza; esto depende del tratamiento y la concentración del producto.

Las maderas impregnadas con el hidrosoluble CCA se tornan verdosas y cuanto mayor es la retención del producto adquieren un color más oscuro. Se pueden realizar acabados superficiales, como ser el barnizado, laqueado, pintado etc. en las maderas impregnadas con este producto.

Una vez impregnadas las maderas, estas deben estacionarse como mínimo siete días a 25 °C para que se produzcan todas las reacciones químicas, logrando su fijación dentro de la

madera, por lo tanto deben estar protegidas de la lluvia en ese intervalo de tiempo, evitando de esta manera que se diluya el producto que se encuentra en la superficie antes de su fijación. Después de seca, la misma puede ser manejable sin riesgo para el hombre y los animales domésticos. WILKINSON, (1979).

Un documento citado en British Wood Preserving Association Treatment Specifications state en 1975 dice que la madera tratada con CCA logra una vida útil de 15, 30 y hasta 40 años en servicio, como ser torres de enfriamiento, muelles, postes, etc. WILKINSON, (1979).

El CCA es un producto hidrosoluble que combina el efecto fungicida del cobre con el insecticida del arsénico y una sal alcalina de cromo con el fin de obtener una alta fijación de los principios activos de los componentes mencionados. TUSET Y DURAN, (1979).

El CCA (arseniato de cobre cromatado) se ha comenzado a usar desde 1930 y su aplicación ha sido creciente desde entonces. Su formulación ha cambiado. Se lo puede obtener en forma de sales cristalinas, pastas o líquidos concentrados, FAHLSTROM, (1978).

Según A.W.P.A., (1996), establece tres tipos de formulaciones distintas del CCA, clasificados según el porcentaje de óxidos en su composición, en A, B y C presentados en la tabla 1:

Tabla 1: Clasificación del CCA según los % de óxidos que lo componen

| Componente | Tipos (%) | | |
|--------------------------------|-----------|------|------|
| | A | B | C |
| Cr O ₃ | 65.5 | 35.3 | 47.5 |
| Cu O | 18.1 | 19.6 | 18.5 |
| As ₂ O ₅ | 16.4 | 45.1 | 34.0 |

Esta clasificación fue establecida por AWWPA después de varios experimentos realizado por Smith, D.N.R. y Williams, A.I. quienes verificaron que la máxima eficiencia no coincide con la máxima fijación de cobre y arsénico. LEPAGE, (1986).

Según Normas IRAM 9600/92: los valores nominales mínimos de retención para maderas de coníferas, en zonas con riesgo de termitas deben ser de 4 kg/m³ de óxidos para maderas sin contacto con el suelo; y 6,4 kg/m³ para maderas en contacto con el suelo. En zonas sin riesgo de termitas los valores nominales mínimos de retención para coníferas son de 5 kg/m³, sin contacto con el suelo y 8,5 kg/m³ en contacto con el suelo.

Según Norma AWWPA, (1984), para lograr una protección efectiva de la madera se requiere una retención neta mínima de óxidos de CCA de 6 a 9,6 kg/m³, y recomienda, según el uso final de las maderas, las siguientes retenciones mínimas de componentes activos (óxidos):

- 1) Para madera de uso exterior sin contacto con el suelo, en condiciones secas o húmedas, retenciones de 6 kg/m³.
- 2) Para madera de uso exterior, en contacto directo con el suelo se requiere una retención de 8 a 12 kg/m³.
- 3) Para maderas en torres de enfriamiento, se requiere una retención de 10 a 16 kg/m³.

Según PIZZI, (1984), al reaccionar el CCA con la madera, se produce una disminución del PH, cuya magnitud depende de la concentración del producto. Se le atribuye esa baja a la fijación del cobre por cambio iónico con liberación de protones. Después de esta disminución instantánea del PH comienza a aumentar con la formación de los complejos lignino-ácido crómico o lignina –cromato de cobre y también se produce la reducción del cromo. La mayor parte del cobre se fija en la capa S1 de la pared celular, reaccionando con la lignina en un 80 % a 90 % y otra parte reacciona con la celulosa.

El objetivo principal de este trabajo consistió en determinar el comportamiento de la madera de *Pinus taeda* L. Sin impregnar e impregnada con retenciones de 5, 10 y 15 kg/m³, con preservador cupro-cromo-arsenicales, tipo C, frente a la acción de los hongos xilófagos, *Pycnoporus sanguineus*, *Laetiporus sulphureus*, *Pleurotus sajón cajú*, *Ganoderma applanatum*, *Glophyllum* sp. en ensayos de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado para la confección de las probetas de madera ensayadas en este trabajo, fueron obtenidas de 6 árboles de *Pinus taeda* L. provenientes de una plantación de 14 años de edad en un suelo rojo profundo, complejo 9, situado en el Municipio de Caragatatay, Departamento Montecarlo, Provincia de Misiones.

Una vez apeados, se seccionaron toras, desde la base hasta 1,20 m denominada tora A, y de 1,20 m a 2,40 m tora B. En los extremos de cada una de ellas se demarcaron cuatro viguetas de sección cuadrada de 7 x 7 cm, indicando el número de árbol, denominación y ubicación (N - S - E - O) de las mismas.

Las maderas fueron impregnadas por el método de Burnett con el preservante CCA a tres concentraciones distintas, tales que permitiera retenciones de 5, 10 y 15 kg/m³. Previo a dichas impregnaciones, se midieron los volúmenes y pesos de las piezas de maderas, con el fin de corroborar la retención de cada una de ellas y estacionadas hasta adquirir un contenido de humedad del 12 %. Luego se prepararon las probetas siguiendo las Normas IRAM N°: 9518, "Toxicidad, permanencia y eficacia de preservadores de madera", las dimensiones fueron de 3 x 1 x 0,5 cm, el número de probetas fue de 5 unidades por tratamiento y por cepa de hongos, que se nombran a continuación, *Pycnoporus sanguineus* - BAFC 2341, *Laetiporus sulphureus* o *Polyporus sulphureus* - BAFC 205, *Ganoderma applanatum* - BAFC 1168, *Gloeophyllum* sp.- BAFC 2735 y *Pleurotus sajón cajú*.

Las probetas, fueron pesadas (Pi) y colocadas en un desecador con agua destilada, de modo que actúe como cámara húmeda, luego se lleva a estufa a 110° C, durante ½ hora, para su esterilización; posteriormente se disminuye la temperatura a 30 °C y se mantiene durante 12 horas, de modo que alcancen una humedad suficiente que se estima en 30% de agua contenida.

Se utilizó como medio de cultivo para las cepas 25 gr de agar y 15 gr de extracto de malta, por cada 1000 ml de agua destilada, (Norma I.R.A.M. N° 9518), luego se colocó en tubos Pirex de 200 mm de largo y 20 mm de diámetro, obturados con tapón de algodón. Todo este material fue esterilizado en autoclave a 0,5 atm. de presión durante 30 minutos.

Las cepas se cultivaron durante 14 días en cajas de Petri con el medio indicado, manteniéndolas a 27 °C +/- 1 °C, en estufa de cultivo.

Luego en condiciones asépticas se colocó en cada tubo, pequeños trozos de micelio, y se dejaron 14 días, en estufa a 27 °C +/- 1°C, hasta que el crecimiento del micelio cubrió totalmente el pico de flauta, posteriormente se pusieron las probetas ya descriptas en contacto con el hongo.

Cada tubo fue identificado adecuadamente y depositados en una estufa de cultivo a una temperatura de 26 °C – 28 °C, durante tres meses.

Las probetas se controlaron semanalmente, para observar si algunas de las muestras presentan contaminación o el hongo no se desarrollaba normalmente.

A los tres meses se dio por finalizado el ensayo, se extrajeron las probetas, se retiró el micelio remanente en las mismas y se estacionaron en ambiente de laboratorio durante 3 días.

Posteriormente se tomó el peso (Pf), de cada probeta.

El % de pérdida de tejido leñoso por la acción del hongo se determinó por diferencia de peso final e inicial

De acuerdo a esta pérdida de peso se las puede clasificar, siguiendo el criterio de FINDLAY, (1938), quien clasificó las maderas en 5 grupos, basado en que los promedios de pérdidas de peso producido por los hongos durante un determinado lapso de tiempo, estaban relacionadas con su grado de resistencia a la pudrición. Dicha clasificación se presenta en la tabla 2:

Tabla 2: Relación del porcentaje de pérdida de peso y grado de resistencia.

| Porcentaje pérdida de peso | Grado de resistencia |
|----------------------------|--------------------------|
| hasta 1% | muy resistente |
| 2 - 5 % | Resistente |
| 5 - 10 % | Moderadamente resistente |
| 10 - 30% | no resistente |
| Superior al 30% | Perecederas |

RESULTADOS

La tabla indica una pérdida de peso para retención de 5 kg/m³ y 10 Kg/m³ con respecto a todos los hongos de alrededor de 9 % que según la clasificación de Findlay, corresponde a una madera moderadamente resistente, mientras que la retención de 15kg/ m³, corresponde en promedio para todas las especies de hongos un porcentaje de no más de 5 % de pérdida de peso, lo que indica una madera resistente al ataque.

La última columna demuestra la susceptibilidad al ataque de los hongos de la madera de *Pinus taeda* sin ningún tratamiento (testigo), considerada como perecedera.

Tabla 3: Porcentaje de pérdida de peso en función de la retención de CCA en kg/m³, por especie de hongo.

| Especies de hongos | % de pérdida de peso en función de la retención | | | |
|---|---|----------------------|----------------------|---------|
| | 5 kg/m ³ | 10 kg/m ³ | 15 kg/m ³ | Testigo |
| <i>Pycnoporus sanguineus</i> BAFC: 2341 | 10.20 | 9.51 | 5.60 | 34.63 |
| <i>Ganoderma applanatum</i> BAFC: 1168 | 8.66 | 9.71 | 5.65 | 36.77 |
| <i>Pleurotus sajón cajú</i> | 8.04 | 9.39 | 5.66 | 31.07 |
| <i>Gloeophyllum sp</i> BAFC: 2735 | 9.08 | 9.47 | 5.45 | 63.36 |
| <i>Laetiporus sulphureus</i> BAFC: 205 | 8.41 | 8.49 | 4.78 | 67.63 |

BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN WOOD PRESERVERS ASOCIATION, AWP Standard P5/86 - Standards for waterborne Preservatives.1996.
- AMERICAN WOOD PRESERVERS ASOCIATION, AWP Standard P5/86 - Standards for waterborne Preservatives.1984
- CARBALLEIRA LÓPEZ, G; MILANO, S. 1986. Manual de Preservación de Maderas.Vol. II, Capítulo 10.Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de Sao Paulo. Capit. 10.
- LEONARDIS JULIO: Libro del Árbol, Tomo III, Esencias forestales no autóctonas Cultivadas en la Argentina de aplicación ornamental y/o industrial. Celulosa Argentina S.A. 1977.
- FAHLSTROM, G.B.: "Copfer - Chrome - Arsenate Wood preservatives" a study of the
- Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales -UNaM- EEA Montecarlo -INTA- Eldorado,Misiones, Argentina*

- influence of composition on service performance. Repr. Proceedings of American Wood preservers Association. Pg. 6 (1978).
- FINDLAY, (1938)
- GONZALEZ, R. A.; PEREYRA, O.; SUIREZS, T.M.: "Propiedades Físicas y Mecánicas de la madera de *Pinus elliottii* reforestado en la provincia de Misiones, Argentina". Yvyrareta Año 3 – Nº 3. Pg.5 - 19. (1992).
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES, 1962. Normas I.R.A.M. 9518.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES, 1963. Normas IRAM 9532
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES, 1992. Normas IRAM 9600
- LEPAGE, E.S.: "Manual de Preservacao de madeiras". Volumen I. Instituto de pesquisas tecnológicas do Estado de Sao Paulo. Pg.1-7. (1996).
- MARTINEZ, J.B.: "Conservación de madera en sus aspectos teóricos, industrial y económico". Volumen I. Ministerio de Agricultura. Instituto forestal de investigaciones y experiencias. Madrid. Pg.550. (1952).
- MINISTERIO DE ECOLOGIA Y R.N.R. Anales de la Administración Nacional de Bosques. 1999. 179 ps.
- PELAGALLO, A.: "La impregnación ofrece seguridad para usar madera en la construcción". Asora Nº11, Año 3, Argentina. Pg.38- 40. (1997).
- PIZZI, A. ET ALII. : “ Experimental variations in the distribution of CCA preservative in lignin and holocellulose as a function of treating conditions (temperature, concentration, Ph, species and time). Stockholm. The international research Group on Wood Preservation. Working Group III: Preservatives and methods of treatment. Pg. 22. (1984).
- TINTO, J.C. : "Manual para tratamieto protectores de productos forestales". Consejo General de inversiones. San Martín 871- Capital Federal - Argentina. Pg. 62. (1980).
- TUSET, R. Y Duran, F.: Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Editorial Agropecuaria, Hemisferio Sur S.R.L. Montevideo.1979.
- WILKINSON, J. G. : Industrial Timber preservation. Associated business press. London. Pg. 532. (1979).