



Madera y Bosques

ISSN: 1405-0471

publicaciones@ecologia.edu.mx

Instituto de Ecología, A.C.

México

González Laredo, Rubén Francisco
Preservación de madera con taninos
Madera y Bosques, vol. 2, núm. 2, otoño, 1996, pp. 67-73
Instituto de Ecología, A.C.
Xalapa, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61720207>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

Preservación de madera con taninos

Rubén Francisco González Laredo¹

RESUMEN

En este trabajo se exponen tres ideas para la aplicación de taninos contra posibles agentes destructores de madera. Se hace una descripción somera de los mecanismos naturales de defensa de los árboles con el fin de tratar de empezar a comprenderlos. Estos mecanismos ocurren como consecuencia de estímulos o ataques externos. Durante estos procesos se activa la producción de compuestos químicos (fitoalexinas) en defensa contra patógenos. En los sistemas de defensa de los tejidos vivos los taninos o polifenoles vegetales se encuentran en concentraciones importantes, de lo cuál se deriva la hipótesis de su empleo como posibles preservadores de madera. Existen dos clases de taninos: condensados e hidrolizables. En este trabajo de revisión bibliográfica se describe la formación de complejos metal-taninos la síntesis de fitoalexinas y un fenómeno conocido entre los químicos como *derivación* de la madera que se refiere a la modificación química de la misma. Se incluyen unas cuantas figuras para ilustrar mejor la estructura de los compuestos químicos. Entre las principales ventajas de la formulación comercial de preservadores a base de taninos, se encuentra el impacto ambiental reducido de la preparación y empleo de estos compuestos, lo que redunda en mayor seguridad para el usuario. Las posibles implicaciones económicas y sociales de estos productos como sustitutos de los derivados del petróleo

también son enfatizadas. Sin embargo, se señala que aún quedan muchos estudios por realizar antes de que estos preservadores puedan aplicarse exitosamente en el campo.

PALABRAS CLAVE:

Agentes degradadores de la madera, fitoalexinas, preservadores naturales, taninos, modificación química de la madera.

ABSTRACT

Three ideas for the application of tannins as possible wood preservatives against wood-destroying agents are presented. A brief description of the natural defense mechanisms of trees is presented. These mechanisms are activated by stimuli and attacks. During these processes, the production of chemical compounds (phytoalexins) is activated as a defense against pathogens. Tannins or vegetal polyphenols occur in high concentrations in the defense systems of living tissues, indicating that they could be effective preservatives. There are two kinds of tannins: condensed and hydrolizable. In this review paper, the formation of metal-tannin compounds, the synthesis of phytoalexins and a phenomenon known among wood chemists as *derivation* of wood, which refers to the chemical modification of wood, are described. A few figures are included to illustrate the structures of the

1 Investigador. Instituto Tecnológico de Durango. Apdo. Postal 465. 34000 Durango, Dgo. Manuscrito recibido para su publicación el 13 de Julio de 1994

chemical compounds. Among the main advantages of the commercial formulation of wood preservatives based on tannins is the reduced environmental impact of their preparation and application, leading to greater safety for users. The potential social and economical implications of these products as substitutes for oil-derivatives are highlighted. However, there are still many studies to be done before these products can be successfully applied in the field.

KEY WORDS:

Wood damaging agents, phytoalexins, natural preservatives, tannins, chemical modification of wood .

INTRODUCCION

Conocer e imitar los mecanismos de sobrevivencia de los árboles es un objetivo que los especialistas en preservación de maderas tratan de alcanzar. El contacto con el suelo, alta humedad, intemperie y microorganismos son algunos de los factores de deterioro que se desean superar. La tecnología actual para prolongar la vida útil de la madera y sus productos ha alcanzado metas aun poco significativas comparadas con la longevidad natural de muchas especies maderables. Por ejemplo, cincuenta años de servicio en un poste tratado se considera sobresaliente, aunque resulte insignificante ante los varios milenios que pueden vivir algunas especies *Sequoia* (Morrell, 1992).

Así, se espera que en el futuro mediato seamos capaces de comprender los mecanismos de autoprotección de las plantas, particularmente las leñosas, contra agentes u organismos destructores; y entonces adaptarlos y utilizarlos para

nuestra conveniencia (Laks, 1989). En este trabajo se exponen tres ideas para la aplicación de taninos como posibles agentes preservadores de madera.

MECANISMOS NATURALES DE DEFENSA

Los árboles presentan dos mecanismos básicos de defensa: uno activo y otro pasivo. Los mecanismos activos ocurren en los tejidos vivientes del árbol (i.e., albura y corteza interior) como consecuencia de un estímulo o ataque externo en un proceso de aislamiento o compartimentalización. Durante este proceso se activa la producción de compuestos químicos conocidos como fitoalexinas en defensa contra patógenos, particularmente microorganismos. Las fitoalexinas así como otras secreciones se acumulan alrededor de la infección o la herida para restringir su avance.

Un equivalente artificial del mecanismo activo para conservación de maderas, sería aquél que liberase de manera controlada y continua un fumigante desde el centro de la muestra. El fumigante se difundiría por la madera a través de rajaduras y áreas deterioradas, impregnando así las zonas que en efecto más lo necesitan.

En los sistemas pasivos los compuestos químicos de defensa están ya depositados y acumulados en la corteza externa y en el duramen del árbol como extraíbles tóxicos. La relativa coloración de estas partes del árbol es característica de la presencia, entre otros, de estos componentes. El sistema pasivo ha servido de modelo para los tratamientos tradicionales de conservación de madera mediante la aplicación de sustancias orgánicas e inorgánicas que la vuelven resistente a los factores de deterioro.

Se observa comúnmente que si las maderas durables son sometidas a una extracción exhaustiva con solventes, se mantienen relativamente resistentes. Ahora, si una madera no durable se trata con el extracto obtenido de las anteriores, no alcanza la resistencia de la maderas extraídas (Morrell, 1992). Lo anterior sugiere que existen aún muchos aspectos por aclarar para explicar qué es lo que hace durable a una madera.

Tanto en el sistema activo como en el pasivo, los taninos o polifenoles vegetales se encuentran presentes en concentraciones importantes. De lo anterior se deriva la hipótesis del empleo de taninos como posibles conservadores de madera. De las dos clases de taninos: condensados e hidrolizables, los primeros han sido más estudiados como potenciales biopreservadores.

TANINOS CONDENSADOS Y TANINOS HIDROLIZABLES

Los taninos condensados, también conocidos como procanidinas, son polímeros aromáticos multihidroxilados basados en el monómero flavano de 15 carbonos (Fig. 1). Estos polifenoles se forman principalmente en la corteza, madera, frutos y semillas de una gran variedad de especies vegetales. El peso molecular y grado de polimerización de los polifenoles varían con su origen, afectando principalmente su solubilidad. En los extractos alcohólicos de corteza de coníferas más del 50% suelen ser taninos condensados.

Los taninos hidrolizables son polifenoles vegetales constituidos por complejas combinaciones de ácido gálico y glucosa, compuestos que se obtienen cuando se les somete a una hidrólisis. Los taninos hidrolizables están presentes en un mayor número de especies del reino

vegetal y se han reportado en prácticamente todas las partes de la planta.

Al igual que los metabolitos secundarios, no existen evidencias de que los taninos tengan una función establecida en los procesos fisiológicos de las plantas. Sin embargo, su papel en los mecanismos de protección de la planta contra insectos, hongos de pudrición o como agente alelopático es bien reconocido. Los taninos reaccionan rápidamente con otras biomoléculas formando productos complejos con proteínas (estructurales y catalíticas), almidón, sustancias pécticas y celulosas. Así se tiene que el ataque enzimático derivado del metabolismo de hongos o bacterias hospedados en la madera puede ser inactivado o disminuido sustancialmente ante la presencia de taninos.

Las concepciones experimentales con mayores posibilidades al utilizar taninos como preservadores de madera, se pueden resumir en tres posibilidades:

1. La formación de complejos metal-taninos insolubles y preservadores de la madera y sus productos.
 2. La síntesis y aplicación de fitoalexinas y compuestos análogos.
 3. La modificación química de la madera mediante reacciones de derivación del material celulósico con taninos condensados.
- 1. Formación de complejos metal-taninos**
 Laks, McKaig y Hemingway (1988) demostraron experimentalmente que cuando se trata madera a presión con extractos de corteza de *Pinus taeda* no se evita la pérdida de peso y deterioro ocasionados por el ataque de microorganismos. Sin embargo, sí se

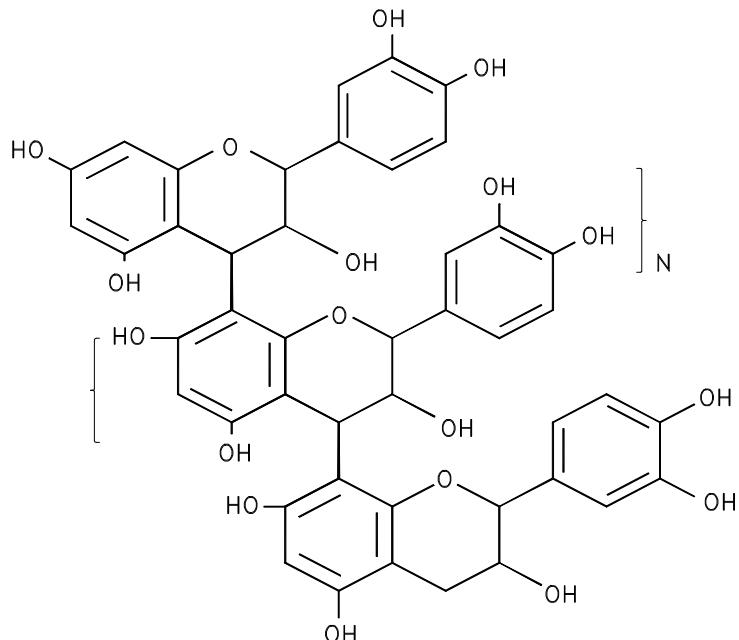


Figura 1. Estructura de una Proantocianidina (taninos concentrados)

obtiene una resistencia significativa cuando se combina el tratamiento con sales de cobre (II), promoviendo la formación de complejos insolubles de cobre y taninos (Fig. 2). Los mejores resultados se han obtenido, particularmente, con el tratamiento doble a base de extractos de corteza sulfitados, seguido por la aplicación de cloruro cúprico. Este tratamiento impartió mejor resistencia que su similar con pentaclorofenol en muestras expuestas a *Coriolus versicolor* (pudrición blanca).

Los resultados del tratamiento en una etapa (taninos y metal en solución) son también alentadores. En este caso se emplea 10-20% de amoníaco para mantener los taninos y la sal de cobre en solución (Putman *et al.*, 1989). Después de la aplicación, el solvente es evaporado dando lugar a la formación del complejo metal-tanino que se precipita en el seno

de la muestra. Se desconoce si algún rearrreglo en la estructura molecular del tanino, debido a las condiciones alcalinas y anaeróbicas, promueve los resultados obtenidos. Lo que sí es evidente es la relación directa entre el número de Stiasny, que es un indicador del contenido de taninos condensados en el extracto, y la efectividad del tratamiento.

2. Síntesis de fitoalexinas

El mecanismo de formación de fitoalexinas es una fuente potencial de productos naturales que pueden ser empleados como modelo para nuevos preservadores comerciales de madera. En el pasado se han muestreado gran cantidad de extraíbles normalmente presentes en el árbol (sistema pasivo); pero no se incluyeron las fitoalexinas que se producen sólo en plantas enfermas o atacadas, las que generalmente no se incluyen en estos estudios.

Existe una gran variedad de compuestos químicos que actúan como fitoalexinas, incluyendo terpenoides y alcoholes poliacetilénicos, pero los más importantes son polifenoles del tipo de los flavonoides (Ingham, 1982). Sin embargo, otros flavonoides no fitoalexínicos también se han reportado con propiedades antimicrobianas (Malterud *et al.*, 1985).

La estructura de algunas fitoalexinas puede ser aproximada a partir de los repetitivos monómeros que constituyen a los taninos condensados (Fig. 3). Por ejemplo, los taninos sometidos a una tiolisis ácida con sulfuro de alquilo producen los correspondientes catequina y epicatequina-4-alquilo sulfurados. De esta manera, Laks (1987) sintetizó análogos de fitoalexinas con flavonoides derivados con cadenas alquílicas de 6 a 16 carbones y midió su actividad contra la pudrición de hongos y bacterias. La mejor actividad fue mostrada por el derivado con la cadena de 10 carbones (i.e., decano derivado).

Las concentraciones inhibitorias mínimas (CIM) variaron de acuerdo al organismo evaluado. El rango de las CIM fue de 10 ppm para hongos de rápido crecimiento y bacterias gram-positivas hasta más de 500 ppm para otros hongos y bacterias gram-negativas. Los hongos *Phanerochaete chrysosporium* y *Coriolus versicolor* se ubicaron hacia la mitad del rango mencionado.

Los análogos y fitoalexinas naturales muestran un amplio espectro de actividad microbiana a niveles de toxicidad equivalentes, aunque la comparación se dificulta debido a la gran variedad de formas para evaluar a las fitoalexinas. Las pruebas *in vitro* de las fitoalexinas y sus análogos han producido resultados prometedores, sin embargo en aplicaciones directas en plantas (*in vivo*)

como biopesticidas han dado resultados encontrados (Rathmell y Smith, 1980). De ahí la necesidad de comprender mejor las relaciones de estructura *versus* toxicidad y los mecanismos de acción de las fitoalexinas y sus análogos. Estas respuestas permitirían demostrar si estos compuestos tienen suficiente toxicidad para garantizar su posible utilización comercial.

3. Derivación de la madera

Cuando astillas y muestras de pino se trajeron con taninos condensados de su propia corteza, su resistencia hacia *Gloeophyllum trabeum* (pudrición parda) se incrementó significativamente (Laks, 1988). La formación de enlaces covalentes entre los flavonoides del extracto y el material celulósico de la madera parece ser la explicación más convincente. Como consecuencia del tratamiento, se modifica químicamente la estructura de la madera y se mejoran algunas de sus propiedades físicas. Efectos similares se han obtenido en la modificación química de la madera por acetilación.

La madera químicamente modificada con taninos condensados muestra mayor estabilidad dimensional que especímenes no tratados. Esta alternativa ofrece un material semisintético a partir de madera de pino y el extracto de su corteza equivalente a una madera de especies naturalmente resistentes como *Lonchocarpus castilloi* (machiche) y *Manilkara zapota* (chicozapote).

CONCLUSIONES

La principal ventaja de una formulación comercial de preservadores para madera a base de taninos es la de tipo ecológico con un impacto ambiental reducido durante la preparación y aplicación del tratamiento. Esta

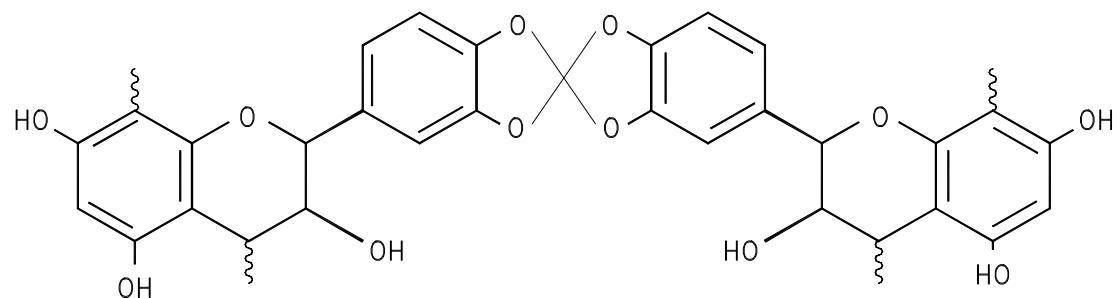


Figura 2. Probable estructura del complejo cobre-tanino

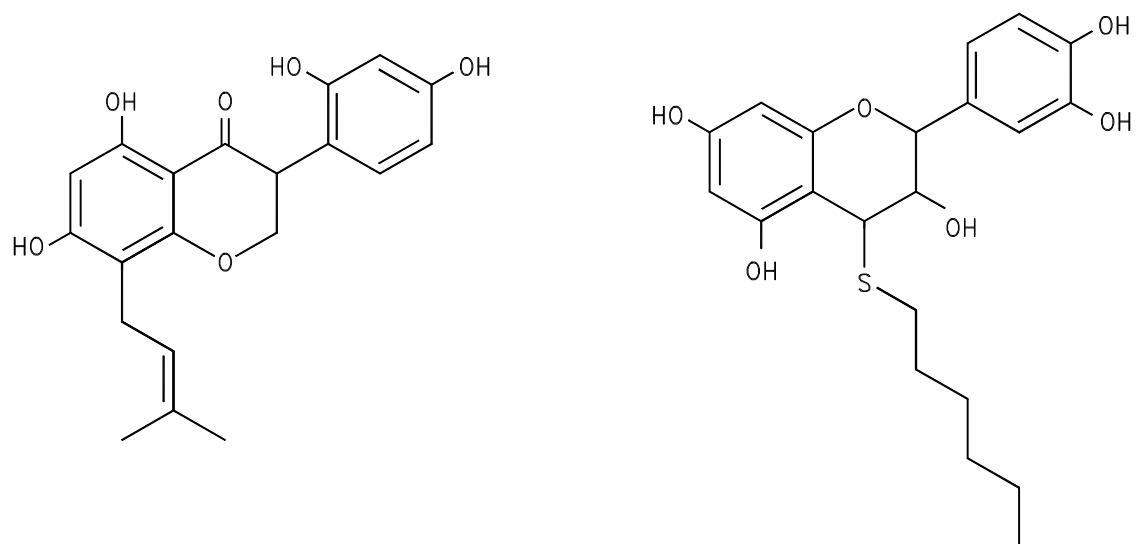


Figura 3. Comparación estructural de una fitoalexina y un análogo sintetizado a partir a taninos condensados

alternativa representa consecuentemente, mayor seguridad para el usuario que en los sistemas convencionales. Adicionalmente, como se trata de un material renovable es independiente de implicaciones económicas y sociales, especialmente de especulaciones en las reservas y abastos petroleros y sus derivados petroquímicos. Su costo relativamente bajo (aproximadamente cuatro nuevos pesos por kilogramo) es otra importante ventaja marginal (González *et al.*, 1989). Sin embargo, aun quedan muchos estudios por realizar para precisar espectros de acción en aplicaciones específicas, así como determinar el papel que desempeñan las moléculas de taninos en dichas aplicaciones.

REFERENCIAS

- González, R., G. Ochoa, N. Guzmán y M.E. Castañeda. 1989. *Ubamari* 6(1). Instituto Tecnológico de Durango.
- Ingham, J.L. 1982. *In: Phytoalexins*. Bailey, J.A. y J.W. Mansfield. Eds. Wiley, New York. p: 21
- Laks, P.E. 1987. *Phytochemistry*. 26(6): 1617-1621.
- Laks, P.E. 1988. *AWPA Proceedings*: 147-155.
- Laks, P.E., P.A. McKaig y R.W. Hemingway. 1988. *Holzforschung*. 42(5): 299-306.
- Laks, P.E. 1989. *In: Chemistry and Significance of Condensed Tannins*. Hemingway, R.W. y J.J. Karchesy, Eds. Plenum Press, New York. pp: 503-515.
- Malterud, K.E., T.E. Bremnes, A. Faegri, T. Moe y E.K. Sandanger Dugstad. 1985. *Journal of Natural Products*. 48: 559.
- Morrell, J. 1992. *Wood preservation notes*. Oregon State University. Corvallis, OR. EUA.
- Porter, L.J. 1989. *In: Natural Products of Woody Plants*. Vol I. Rowe, J.W., Ed. Spring-Verlag, Berlin Heidelberg. pp: 682-685.
- Putman, L.J., P.E. Laks y M.S. Pruner (1989). *Holzforschung*. 43(4):219-224.
- Rathmell, W.G. y D.A. Smith (1980). *Pesticide Science*. 11: 568.