

Una revisión de los productos alternativos al pentaclorofenato de sodio y bromuro de metilo utilizados en el sector forestal*

A review of the alternative products to pentachlorophenol and methyl bromide used in the forestry sector

PAULA MONTES¹, HERNAN PEREDO², DOLLY LANFRANCO², SANDRA IDE²,
HUMBERTO DOLZ³

¹Hickson Quimetal Latino América Ltda., Angol 137, Concepción.

²Instituto de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile.

³Instituto de Química y Escuela de Farmacia. Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.
Casilla 567. E-mail: certisan@uach.cl

SUMMARY

The current situation of alternative products to sodium pentachlorophenol and methyl bromide was analyzed through a bibliographic review. Several anti blue stain products were tested; however, none showed the effectiveness and efficiency of sodium pentachlorophenol. Research into alternative products to methyl bromide is still in its infancy. Nevertheless, according to international standards, it is necessary to find new products less toxic to humans and the environment.

Key words: *Pinus radiata*, pesticides, anti stain, insecticides.

RESUMEN

A través de una revisión bibliográfica se da a conocer la situación actual de los productos alternativos al pentaclorofenato de sodio y bromuro de metilo. A la fecha existen varios productos antimanchas probados, sin embargo, ninguno ha mostrado la efectividad y eficiencia del pentaclorofenato de sodio. En relación a los productos alternativos al bromuro de metilo la investigación es aún incipiente. Sin embargo, si se quiere cumplir con la normativa internacional, el país está obligado a encontrar productos que sean más amigables con el medio y con el ser humano.

Palabras claves: *Pinus radiata*, plaguicidas, antimanchas, insecticidas.

INTRODUCCION

La madera, pese a poseer una serie de beneficios en cuanto a sus múltiples usos y propiedades, presenta puntos débiles asociados principalmente a la biodegradación y manchado, siendo, además, muy susceptible al ataque de organismos xilófagos. Dichas razones hacen que exista, principalmente en el área de exportaciones, una creciente preocu-

pación por generar una mayor resistencia de la madera, tanto al paso del tiempo como a las condiciones medioambientales y ataque de organismos destructores.

En Chile, hasta diciembre de 1999, fecha en la cual el SAG (Servicio Agrícola y Ganadero) prohibió definitivamente el uso de los fenoles clorados, éstos ocupaban casi la totalidad del mercado de productos antimanchas para madera, ya que con-

* Proyecto Certificación Sanitaria de Productos Forestales Primarios de Exportación. FDI-INFOR-UACH.

jugaban razones de tipo económicas, con sus notables propiedades toxicológicas contra los agentes causantes del azulado de la madera. Atendiendo justamente a esta característica, dichos productos han sido fuertemente cuestionados, ya que su grado de toxicidad ha sobrepasado los límites permisibles en cuanto a la seguridad de las personas que trabajan con ellos y a la calidad del medio ambiente (ACHS, 1987; Clasing, 1987; FAO, 1990; FAO/UNEP, 1997). Este factor ha hecho que países como Alemania, Austria, Suecia y Suiza lo hayan prohibido y que, además, esté severamente limitado por la Unión Económica Europea, estableciendo que el pentaclorofenato de sodio, sus sales y ésteres no deberán tener concentraciones mayores o iguales a 0,1 % en soluciones y preparaciones comerciales. Además, países de vasta trayectoria forestal, como Nueva Zelanda, han prohibido el uso y la comercialización del Pentaclorofenol (PCP) y Pentaclorofenato de sodio (PCP-Na) (FAO/UNEP, 1995) y ya cuentan a su haber con varios años de uso de alternativos en el área comercial tanto local como de exportaciones.

De acuerdo con los antecedentes entregados por organismos internacionales, no se descarta la posibilidad que la prohibición de uso de los fenoles clorados pueda hacerse extensiva al resto de los países, sin embargo, mientras esto no sea una realidad la búsqueda de productos que permitan que la madera chilena sea competitiva en cuanto a calidad y costos con la de los otros mercados ha cobrado vital importancia.

Otro factor a considerar en el futuro de las exportaciones nacionales es la prohibición del uso del bromuro de metilo, producto cuya aplicación en la actualidad es una de las condicionantes frente a la exportación de trozas y madera verde a los Estados Unidos. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) clasifica al bromuro de metilo en categoría 1 (toxina aguda), es decir, el químico más tóxico. Se decretó a nivel internacional su prohibición en principio para el año 2001, pese a esto durante 1998 se amplió el plazo hasta el 2005. Su prohibición es debida a los efectos que provoca a nivel del cerebro, en el sistema nervioso periférico y al sistema respiratorio. Sumado a lo anterior, corresponde señalar su efecto mutagénico y su capacidad de destruir la capa de ozono.

La tendencia mundial es la búsqueda de plaguicidas más seguros y menos tóxicos, tanto para el hombre como para el medio ambiente (FAO/UNEP, 1995-1997). Dichos productos para

cumplir con las características anteriormente mencionadas deben poseer formulaciones más complejas, lo que los hace consecuentemente más costosos que los hasta ahora utilizados. No obstante lo anterior, y debido a las restricciones impuestas por políticas ambientales, Chile, dada su condición de país dependiente de la exportación de materias primas, debe acatar las normativas impuestas por los países compradores. Es por ello que en estos últimos 10 años no han sido pocos los estudios destinados a combatir la mancha azul prescindiendo del PCP-Na, concentrando los esfuerzos en probar la eficacia de productos alternativos sin fenoles clorados en su composición (Peredo y Peña, 1991). A la fecha, sin embargo, no se tienen resultados que aseguren una equivalencia por parte de los alternativos en cuanto a efectividad y principalmente costo. De igual manera, poco se sabe sobre los peligros que estos compuestos podrían tener sobre los seres humanos y en el medio ambiente. Por tales razones, se hace cada vez más patente la preocupación a nivel internacional por el uso de productos químicos. El crecimiento que experimentó el comercio mundial de plaguicidas durante la década de los 60 y 70 ha llevado a un gran número de organismos internacionales a estudiar este tema. Organismos tales como la FAO realizan periódicamente estudios sobre los efectos de sustancias contaminantes sobre el hombre y el ambiente. Una preocupación constante es la persistencia de algunos productos químicos, la cual le confiere a éstos la propiedad de fijarse a ciertos elementos, por ejemplo, de tipo orgánico, permaneciendo ahí sin posibilidad de degradación por medios físicos, químicos o biológicos. Dicha propiedad hace que remanentes químicos puedan ser transportados por la atmósfera, el agua u otros medios a regiones remotas en las que nunca han sido utilizados.

Es en este contexto que a nivel internacional una de las tareas prioritarias de numerosas compañías químicas es identificar las posibles alternativas para ambos productos (pentaclorofenol y sus sales y bromuro de metilo), por cuanto su prohibición definitiva puede ocurrir antes de lo previsto, motivada por las fuertes presiones de los organismos internacionales ligados a la salud y a la protección del medio ambiente.

El Pentaclorofenato de Sodio (PCP-Na) y sus derivados han sido usados por más de 40 años en la preservación de maderas. En nuestro país, según Clasing (1987), los fenoles clorados ocupaban

casi la totalidad del mercado de productos anti-mancha para madera, debido a sus excelentes propiedades tóxicas contra los agentes causantes del azulado en la madera. Sin embargo, organismos internacionales ligados a la protección del medio ambiente, a la salud y al área silvoagropecuaria, han restringido y luego prohibido el uso de este compuesto por su naturaleza tóxica y por los riesgos que entraña para la salud (ACHIS, 1991). En Chile, la Asociación Chilena de Seguridad (1991) ha llevado a cabo investigaciones cuyos resultados han demostrado la presencia de elementos tóxicos en pesqueras que laboran con el PCP-Na y que, además, alteran significativamente la calidad del medio ambiente. Es así como en agosto de 1999 el SAG prohibió el uso del pentaclorofenato de sodio en el país, y sólo se permitió seguir utilizando el producto hasta diciembre del mismo año, adelantando en cerca de dos años la prohibición de uso de este compuesto.

En el pasado se esperaba que los productos químicos antimancha protegieran la madera aserrada hasta dos años. Debido a nuevas redes de distribución y a un mejor manejo de la madera aserrada, la protección puede ser requerida sólo por seis meses o como máximo un año. Seifert (1991) asegura que esta reducción en el tiempo puede abrir espacio a nuevos preservantes de corta vida que fueron incapaces de competir en otra época con la efectividad prolongada de los fenoles clorados.

Los principales problemas que deben sortear los nuevos productos antimancha radican en una combinación de factores como eficacia reducida a largo plazo, altas concentraciones efectivas, decoloración o pigmentación indeseada en la madera, mayores costos, corrosión en el equipo, y aquellos ligados a la toxicidad sistémica para los organismos animales, incluyendo el hombre y su entorno.

Tan importante como la búsqueda de alternativos a los antimanchas, pero menos difundido, es el estudio de productos insecticidas que impidan que insectos nativos de Chile, cuarentenarios para otros países, salgan de nuestro país a través de productos forestales de exportación. Es así como la inminente prohibición del bromuro de metilo ha abierto una ventana de investigación hasta ahora no considerada, que ha motivado estudios tanto en tratamientos alternativos al bromuro como de las especies de insectos que serían consideradas de riesgo para los países a los cuales Chile exporta.

Productos alternativos al PCP-Na

- MBT + TCMTB (Methylene - Bisthiocyanate + Thiocyanomethyl Thio-Benzotriazole): Esta mezcla, probada por Peña (1988), mostró eficacia controlando *Ceratocystis pilifera* durante cuatro semanas bajo condiciones de laboratorio. El autor determinó concentraciones mucho menores que las recomendadas por Buckman Laboratories, las que fluctuaban entre 1 y 2 % para un control eficaz de la mancha.

Hanke (1991) selecciona este producto para ser evaluado en función a los buenos resultados obtenidos en Estados Unidos en los años 1986-1987. Pese a ello, los resultados obtenidos en pruebas realizadas por el autor en Chile en madera de exportación, realizando un seguimiento hasta el puerto de destino, no arrojaron los resultados esperados, proliferando una serie de hongos de pudrición, sobre todo en las maderas que fueron transportadas bajo cubierta. Las formulaciones de MBT fueron descartadas para futuros estudios, dado que el ingrediente activo no logró satisfacer las necesidades de control, sobre todo al presentar manchas químicas en aquellas formulaciones que usaban solventes orgánicos bastante reactivos. La degradación de la madera de los tratamientos con MBT-TCMTB fue atribuida a las condiciones imperantes en el ensayo, revelando en todo caso que este producto probablemente no podría ser una alternativa para aserraderos chilenos en maderas de exportación.

- Quinolinolato de cobre (Cobre 8-hidroxyquinolato): Muchos fungicidas han sido probados como antimanchas en los recientes años; no obstante dicha proliferación, tanto de formulaciones como de combinaciones, uno de los activos más efectivos ha resultado ser el Cobre 8-hidroxiquinolato, también conocido como Oxina de Cobre o Cobre 8. Dichas formulaciones presentan la garantía de ser efectivas frente a los hongos que ocasionan mancha, moho y pudrición, siendo relativamente bajo en toxicidad para el ser humano y utilizado en la manera adecuada no presenta riesgos para el medio ambiente. Sin embargo, el hecho de ser un compuesto cúprico hace que la madera adopte una tonalidad verdosa después del tratamiento. Este activo se presenta en dos formulaciones, la primera PQ-8, producto distribuido por Härting Ltda., ha demostrado ser, sobre todo en las pruebas realizadas a partir de 1992 por Aserraderos

Mininco, para ellos, el único producto con resultados satisfactorios. Sin embargo, hay que considerar aspectos de orden práctico en la aplicación, en especial con relación a la tensión superficial de las partículas, las que como se mencionó anteriormente causan acumulaciones puntuales del producto sobre la madera, que luego se visualizan superficialmente como manchas verdes. Por su parte, Hanke (1991) constató problemas debido a la característica ácida del producto que produce una transferencia iónica del cobre de la solución con el hierro de la tina de tratamiento, ocasionando su corrosión y la sedimentación del cobre. Esto se solucionaría cambiando el material de los estanques a plástico o fibra de vidrio en vez de acero.

El segundo representante de los compuestos cúpricos es Antiblu™375, el cual es una formulación de Cu-8 que ha implementado surfactantes alternativos, los que al elevar el pH reduce el riesgo de corrosión en la planta. Es un líquido verde oscuro, el cual en combinación con agua forma una microemulsión transparente que contiene 3,75% peso/volumen. Este producto ha probado su efectividad en Nueva Zelanda por mucho tiempo y en la actualidad se encuentra en proceso de registro ante el SAG en Chile, por la empresa Hickson Quimetal Latino América Ltda.

En relación a los productos cúpricos, debe ser considerada la acotación realizada por Thompson (1988), quien estima que este activo presenta algún grado de riesgo en la manipulación y contacto de este con los operarios. Pese a los problemas antes detallados, la Oxina de Cobre como activo ha demostrado ser muy eficiente en el control de la mancha.

- Wolsin® FL-14 (Propiconazol): Producto distribuido antiguamente por BASF Chile. Peña (1988) comprueba un comportamiento satisfactorio al ser aplicado a concentraciones al 1%. Estos resultados se basan en estudios de laboratorio con duración de cuatro semanas, no existiendo antecedentes de una prueba en terreno. Sus distribuidores discontinuaron su comercialización, interrumpiéndose así también la investigación. Sin embargo, tanto Peña (1988) como posteriormente Peredo y Peña (1991), señalan que es un producto sin fenoles clorados en su formulación y que ha logrado buenos resultados como antimancha en madera de *P. radiata*.

- Wolsin FL 12215® (Propiconazol + Fenporpimorph + Acido Bórico + Adyuvantes): Es un producto fungicida, de densidad 0,96 g/cm³, que ha sido evaluado con éxito por el FRI (Forest Research Institute) en Nueva Zelanda para el control de azulado de la madera. Recalde¹ señala que no cuenta con registros ni SAG ni EPA; este último estaría en trámite. Mayores antecedentes con respecto a este producto no se disponen.

- Sinesto B® (Di-yodo metil tolisulfone + amonio cuaternario): Fue desarrollado como un efectivo y al mismo tiempo amigable preservante de madera que en Chile es comercializado a través de BASF Chile. Es un fungicida del tipo antimancha, biodegradable, no tóxico una vez aplicado a la madera, la cual puede ser utilizada hasta para construir establos para animales. Los ingredientes activos de Sinesto B® son absorbidos por la madera a través de la superficie penetrando 1-2 mm a través del tejido celular. Una vez que la superficie se ha secado, el producto permanece fijado a la madera.

Es un producto recomendado para madera fresca, preferentemente para ser aplicado inmediatamente después de la corta y descortezado, para así prevenir la infección con el hongo mancha. Puede ser aplicado vía aspersión e inmersión. Es un producto soluble en agua. Las concentraciones a ser aplicadas están en directa relación con las dimensiones de la madera, y el tiempo de inmersión es de 1 minuto.

- NP-1® (Didecil dimetil amonio sulfato + 3-yodo propinil butil carbamato): Es una microemulsión líquida de color café claro con un leve olor a detergente. Fue diseñado para el control de la mancha azul, mohos, hongos de pudrición y bacterias, durante el período de almacenamiento y secado de madera aserrada y rollizos. Este producto es rápidamente biodegradable una vez diluido, siendo la solución no corrosiva al acero.

Soluble en agua, puede ser aplicado en forma de inmersión o aspersión, siendo la primera la recomendada, ya que garantiza la total cobertura del producto a tratar. El tratamiento con NP-1® debe ser lo más prematuro posible, recomendándose no dejar pasar más de 24 horas desde la corta hasta el tratamiento, a fin de garantizar el completo control de la mancha azul.

¹ Recalde, M. 1999. BASF Chile, Santiago. Comunicación personal.

La solución de NP-1[®] debe ser preparada en partes iguales con bórax, recomendándose el uso de ceniza de soda, a fin de controlar la aparición de mohos superficiales. La concentración de la solución debe ser controlada con cierta periodicidad, 3 ó 4 días, ya que residuos de corteza o aserrín tienden a debilitar la concentración de la solución. En estudios realizados en laboratorio por Peña (1988), se concluye que este producto es efectivo, ya que la madera se presenta libre de hongos después de 30 días desde su inoculación. La concentración, a la cual el NP-1[®] logra dicho resultado, es al 3%. Este resultado se contrapone con los obtenidos en ensayos de terreno por Hanke (1991), quien al final de su estudio recomienda como rango de concentraciones activas para la madera de exportación, la de 1,6% como mínima y la de 2% como la más alta y de los recomendados por los fabricantes que es de 1,25%.

Este producto posee la ventaja de ser un compuesto con un nivel muy bajo de toxicidad para el ser humano y animales. Sin embargo, la experiencia en su uso recomienda una serie de requisitos en cuanto a su operación, para así asegurar un buen rendimiento y efectividad. La empresa que lo comercializa es Hickson Quimetal Latino América Ltda.

- Sentry[®] (Methylene bithiocyanate + Othilone): Es un producto antimancha desarrollado por Chemcolour Industries y el Forest Research Institute para tratamientos de protección a trozas de exportación en Nueva Zelanda y que en Chile será distribuido por Hickson Quimetal Latino América Ltda., donde está siendo probado con excelentes resultados. Los tratamientos tradicionales antimanchas entregan por lo general una protección superficial, la cual para que funcione en forma efectiva debe ser llevada a cabo dentro de las 48 horas de haber sido cortada la troza. De tal manera se logra evitar que la infección fungal tenga tiempo de penetrar al interior de ella. Además de este requerimiento, por lo general la protección que se ofrece es de 8 a 10 semanas bajo condiciones de almacenamiento y transporte de exportación. Este producto pertenece a una nueva generación de preservantes para trozas y madera aserrada que controlan la mancha azul, mohos y pudrición, usando una combinación de dos fungicidas difusibles, los cuales han probado su toxicidad y compatibilidad con el medio ambiente en una serie de industrias asociadas de Nueva

Zelanda. La difusión de los activos dentro del cambium de las trozas y madera puede evitar la preinfección fungal, extendiendo los horizontes de acción considerablemente. Ensayos comerciales con Sentry han demostrado un período de control superior a 24 semanas en condiciones de almacenamiento. Se puede utilizar tanto por inmersión o aspersion.

- Antiblu[®] CC (Clorotalonil + Carbendazima): Es un producto que tiene como propósito prevenir la proliferación de hongos que ocasionan mancha, moho y pudrición en madera fresca aserrada o madera almacenada o durante el transporte. Antiblu[®] CC es un líquido espumoso concentrado que contiene la combinación de dos fungicidas, Clorotalonil y Carbendazima (45% p/v y 10% p/v respectivamente), los cuales han probado ser muy efectivos en el área agrícola en el control de hongos en cultivos y granos. Al ser dos activos, el espectro de protección contra hongos es muy amplio. Tiene como ventaja que puede ser combinable con una solución con boro para aumentar la capacidad de difusión. Está orientado al mercado local en Nueva Zelanda, donde ha demostrado su efectividad. En la actualidad se encuentra en proceso de registro ante el SAG en Chile y también es un producto de Hickson Quimetal Latino América Ltda.

- Tribromofenol (TBP): Dicho compuesto difiere con relación al PCP-Na en que posee en su estructura molecular 3 moléculas de bromo en vez de 5 de cloro. Desde el punto de vista de las propiedades fisicoquímicas, ligadas a la absorción y toxicidad, este producto mantiene un nivel similar. El resto de su estructura es igual y por lo tanto es difícil considerarlo como un "producto alternativo". No obstante lo anterior, es el producto que ha logrado los resultados más parecidos al PCP-Na tanto en efectividad como en costo y ha tomado el lugar de este a nivel nacional después de la prohibición. Se presenta en tres formulaciones MadPlus[®], Antistain P-028[®] y CS-400[®]. Soluble en agua, es de fácil preparación y aplicación, presentando una baja toxicidad y un efectivo poder de prevención de hongos manchadores y mohos en la madera. Su aplicación se realiza en madera aserrada, descortezada o en rollizos, por aspersion o inmersión de ésta en un baño de concentraciones de 6 a 10%. El mejor provecho de sus ventajas se logra aplicándolo en madera recién volteada,

descortezada o aserrada. Por lo general a la solución de tribromofenol, al igual que para el caso de PCP, se le agrega bórax, a excepción del producto Mad-Plus® (producto distribuido por Solchem Ltda.), el cual ya lo lleva incorporado en su formulación.

Producto y tratamiento alternativo al Bromuro de Metilo. El fumigante que se perfila en la actualidad como alternativo al Bromuro de Metilo es Vikane®, producto de los laboratorios DowAgroScience. Este plaguicida es de uso común en los Estados Unidos y ha demostrado ser eficiente en el control de microorganismos. Al ser introducido en Chile hay que considerar que es un producto altamente tóxico y que su aplicación debe realizarse bajo medidas extremas de seguridad, como fue el caso de su utilización en el proyecto Universidad de Washington-Universidad Austral de Chile (1996), para el cual profesionales capacitados de la empresa distribuidora de éste, realizaron la aplicación. Pese a los estudios de Schmidt (1995), que confirman una acción fungicida del producto, habría que constatar su real eficacia en el control de hongos presentes en nuestro país como *Ceratocystis pilifera*, ya que en los estudios realizados en Chile, Vikane® fue aplicado sobre una mezcla insecticida-fungicida. Por lo tanto, no sería posible atribuir el control del hongo al fumigante. A pesar de lo prometedor de este producto, no cuenta con registro SAG, y en la actualidad no se ha concretado una posible distribución en Chile.

La otra alternativa ante el problema de los insectos es la de probar mezclas de productos orientadas a brindar una protección conjunta contra hongos e insectos dicha alternativa se perfila como la más operativa considerando que además brindaría un grado de protección a nivel de aserradero, donde comúnmente se encuentran los escoltíidos.

- **Lentrek*WT®** (Chlorpyrifos): Distribuido por Hickson Quimetal Latino América Ltda., es un insecticida clasificado dentro del grupo de los organofosforados y es un plaguicida de contacto e ingestión. Se presenta como una concentración emulsionable, pudiendo ser diluido tanto en agua como en solventes orgánicos. Fue formulado para la protección de madera, trozas, postes, pallets, contenedores de madera y productos procesados, del ataque de insectos. Las aplicaciones de este producto pueden ser efectuadas vía inmersión, aspersión, brocha o por tratamiento vacío-presión.

Se recomienda para una protección más efectiva utilizar una concentración alta y aplicarlo mediante presión. De no ser así, hay que tener la precaución de aplicar en la totalidad de la superficie, ya que los insectos xilófagos por lo general son muy pequeños, bastándoles sólo una grieta desprovista de producto para ingresar a la madera. Su acción básica es actuar como inhibidor de la acetilcolinesterasa, enzima que regula los niveles de acetilcolina, neurotransmisor de importancia en el sistema nervioso de los insectos. Al inhibirse la acetilcolinesterasa, se produce una acumulación excesiva de acetilcolina, lo que se traduce en intensas y anormales descargas de impulsos nerviosos que causan la muerte de los organismos plaga.

Por otra parte, cabe destacar que presenta una acción insecticida excepcional sobre organismos tan nocivos como termitas, además de un amplio espectro de insectos xilófagos como los escoltíidos.

Este producto fue el que demostró poseer mayor grado de control en el estudio realizado por las Universidades de Washington y Austral de Chile. Su formulación es compatible con la mayoría de los fungicidas, perfilándose como una alternativa bastante prometedora que además cuenta con la ventaja de tener registro EPA.

- **Actellic 50 EC®** (Pirimifos Metil): Insecticida del grupo de los organofosforados de acción por contacto e ingestión. Es ampliamente utilizado en el control de plagas en granos almacenados. Su formulación se presenta como una emulsión concentrada la que posee una capacidad de erradicar y de prevenir la contaminación. Es un producto de prolongada persistencia controlando larvas, pupas y adultos. Presenta una baja toxicidad para el hombre y otros mamíferos, siendo muy eficaz en el control de plagas resistentes a otros insecticidas.

Se recomienda su aplicación a la llegada de los productos a las plantas o instalaciones de acopio. En el caso de ser utilizado para desinfección de superficies, es aconsejable realizar el tratamiento cuando la bodega esté vacía y limpia. No es indispensable cubrir cada objeto a tratar en su totalidad, ya que Actellic se gasifica ejerciendo un eficaz control. Este producto asegura un período de control de 6 meses con una dosis de 20 cc/ton. Se recomienda aplicar a través de un baño de inmersión. Cabe destacar que este producto cuenta con registro EPA, lo que asegura que se pueda utilizar en productos que se exporten a Estados Unidos. La empresa que lo distribuye es BASF Chile.

- Karate 25 CS (Lamdacihalotrina): Insecticida perteneciente al grupo de los Piretroides, que ha sido utilizado exitosamente en el control de la polilla del brote del pino y se ha comenzado a utilizar en el control de escolítidos en los aserraderos. Se perfila como un producto de baja toxicidad para seres humanos, ya que su formulación en microcápsula (CS), que contiene en su interior 250 g/l del ingrediente activo, le confiere una serie de ventajas en cuanto a efecto residual, liberación gradual, menor riesgo a usuarios y medio ambiente.

La tecnología Zeon da origen a la formulación, el ingrediente activo permanece en el interior de las cápsulas, debido a su baja solubilidad en el agua. Al asperjar Karate Zeon sobre el objetivo a tratar, el agua que rodea a cada cápsula se evapora iniciándose inmediatamente la difusión de la lamdacihalotrina a través de sus paredes. Dicha liberación se completa en menos de un día, por lo que el producto empieza a funcionar inmediatamente después de su aplicación haciéndolo más activo. Después de liberar el ingrediente activo las cápsulas colapsan y se degradan completamente.

En caso de realizar mezclas con otros productos, es recomendable cargar el estanque con agua limpia hasta la mitad de su capacidad con el agitador funcionando, colocar primero las formulaciones polvo o granulares y esperar hasta su total dispersión, luego las formulaciones, emulsiones concentradas, los concentrados emulsionables, los líquidos solubles y Karate Zeon, siguiendo este orden. De ser necesario agregar coadyuvantes, deben realizarse en última instancia, para luego completar el volumen de agua en el estanque. En la actualidad este producto es comercializado por BASF Chile.

Situación de los productos alternativos en Chile: opciones

Como se mencionó, hasta agosto de 1999, los principales aserraderos y barracas de nuestro país, concentrados en su mayoría en las Regiones VIII y X, utilizaban como baño antimancha al PCP- Na, seguido por un creciente uso de Tribromofenol. Estudios realizados por Corma reflejaron acertadamente que una vez concretada la prohibición de PCP, Tribromofenol iba a ser el producto que abarcaría dicho mercado, ya que había mostrado características muy similares en cuanto a grado de protección en el tiempo y, si bien el costo era

superior al PCP, este era inferior a las otras alternativas. Es así como, pese a la amplia variedad de productos alternativos que se están desarrollando, el producto que en la actualidad encabeza el mercado de los antimanchas en los aserraderos nacionales es Tribromofenol en sus tres presentaciones: Mad-Plus®, Antistain P-028® y CS-400®. No obstante esto, las empresas químicas no han abandonado la búsqueda de alternativos o las pruebas con los productos ya existentes, ya que si bien Tribromofenol cumple en este momento con las expectativas de los aserraderos, no se descarta la posibilidad de que debido a su carácter fenólico pueda ser prohibido a futuro; por su parte, las nuevas políticas de registros de plaguicidas del SAG demandan una gran cantidad de información principalmente de estudios toxicológicos y ecotoxicológicos que en la antigua normativa, bajo la cual está en la actualidad registrado el Tribromofenol, no las exigía y que de no presentarse determinarían que el producto no pudiese ser nuevamente registrado en nuestro país generando con ello una interrupción de la comercialización de éste.

Productos alternativos, libres de fenoles clorados, han sido estudiados desde los años 70 y es así como muchos productos y concentraciones han sido evaluados como señala Peredo (1992). Sin embargo, ninguno ha superado la etapa de "producto prueba", no pasando de una etapa experimental o de muy reducidos volúmenes de aplicación. De todos estos productos, sólo NP-1® se perfiló durante los años 1992 a 1994 como una alternativa real y es así como fue comercializado a los grandes aserraderos (ej. Aserraderos Arauco) desplazando durante dicho lapso al PCP. No obstante, a fines de los mencionados años, comienzan a aparecer problemas en cuanto a la calidad de la protección, derivados tanto de los malos hábitos en la aplicación como de ciertos problemas en la formulación del producto propiamente tal. Esto se traduce en apariciones de hongos cromógenos superficiales, especialmente *Trichoderma* sp., que pese a no ir en desmedro de la calidad de la madera en cuanto a sus propiedades fisicomecánicas, sí produjo un grado de descalificación por aspecto, sobre todo en los países asiáticos como Japón, que rechaza dicha madera. Una vez perdida la confianza en el producto se retoma la utilización del PCP.

Diversos estudios confirman que, más que problemas en el producto NP-1®, las fallas se motiva-

ron por malas prácticas de aplicación, como falta de verificación de la concentración del producto, impurezas en la solución, falta de una completa inmersión de las piezas de madera, lavado del producto por lluvia, mal descortezado, etc. Dichos factores no son generalmente controlados, por lo tanto, es difícil crear el hábito en los operarios, ya que el uso de PCP resiste todo, no así un producto más delicado como NP-1[®].

De este modo, el mercado de los alternativos se reduce a requerimientos especiales de algunos clientes y al país al cual se enviarán los productos tratados, siendo en la actualidad dicho requerimiento cubierto por PQ-8[®] y en menor grado por NP-1[®]. Para el caso de los Estados Unidos, una gran garantía es poseer un registro EPA que permita la libre entrada de maderas tratadas con dichos productos.

En el ámbito de la investigación, el tema de los antimanchas sigue siendo una de las principales preocupaciones y continuamente hay estudios tendientes a buscar "el" producto alternativo, es decir, que brinde la misma protección que PCP-Na y sea económicamente rentable y seguro. Sin embargo, la experiencia de países con tradición forestal, como Nueva Zelanda, enfocan el problema de los alternativos no hacia un solo producto, sino que a crear un abanico de posibilidades las cuales estén orientadas a los distintos requerimientos solicitados. Cada tratamiento dependerá así de la política de la empresa que aplique los productos y de las expectativas de los clientes. Dicha segmentación del mercado se ejemplifica de la siguiente manera:

Madera aserrada

- Construcción (< 3 meses)
- Corto tiempo de protección, mercado país (3 meses).
- Corto tiempo de protección, exportación (3 meses).
- Largo tiempo de protección, exportación (6 meses).

Trozos

- Corto tiempo de protección, menos valor.
- Protección alta, > de 3 meses para exportación o madera de alto valor.

Sobre esta base la elección del ingrediente activo depende del mercado al cual esté destinada la

madera y no se limitan los tratamientos solamente a un ingrediente activo, sino que a la combinación o mezcla de varios de ellos, abriendo con ello más ventanas de acción.

COMENTARIOS FINALES

- Hasta diciembre de 1999, los principales aserraderos del país utilizaban pentaclorofenato de sodio. Debido a la prohibición del Servicio Agrícola y Ganadero, el sector forestal se ha visto en la necesidad de comenzar nuevamente la búsqueda de productos alternativos.
- En la actualidad el antimancha que tomó el lugar del PCP a nivel nacional es Tribromofenol, el que debido a su similitud en cuanto a composición físico-química no puede ser considerado como alternativo.
- El uso de alternativos libres de fenoles clorados está limitado a ciertos productos y requerimientos de clientes y países a los cuales se exporta.
- La mayoría de los productos alternativos al PCP-Na de última generación, probados en laboratorio, han logrado un control de la mancha en la madera. Por lo cual es recomendable realizar estudios de efectividad in-situ, tanto a nivel de ensayo como a nivel operativo, a fin de probar su efectividad bajo condiciones reales de aplicación en aserradero.
- El estudio de productos alternativos al bromuro de metilo está recién comenzando, planteándose como la mejor alternativa la búsqueda de un tratamiento a la madera que reemplace la aplicación de un fumigante, por la aplicación de un tratamiento fungicida-insecticida a fin de lograr una protección global.
- La tendencia actual a nivel mundial no es buscar un solo ingrediente activo, sino que probar distintas mezclas de ellos para distintos productos y requerimientos.

BIBLIOGRAFIA

- ACHS, 1991. Prevención de riesgos en el uso de pentaclorofenol y pentaclorofenato de sodio. Asociación Chilena de Seguridad. Santiago, Chile, 12 p.
- APHIS, U.S. Department of Agriculture. 1991. An Efficacy Review of Control Measures for Potential Pests of Imported Soviet Timber. Misc. Publications N° 1496.
- CLASING, O. 1987. "Prevención de la mancha azul en madera de *Pinus radiata*", Chile Forestal 10: 10-23.

- FAO. 1990. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Rome, Italia, 24 p.
- FAO/UNEP. 1991. Guidance for Governments: Operation of the Prior Informed Consent or Severely Restricted Chemicals in International Trade. Rome/Genova, 52 p.
- FAO/UNEP. 1995. Prior Informed Consent Decision Guidance Document: Pentachlorophenol, Rome/Genova, 13 p.
- FAO/UNEP. 1997. Programme for the operation of Prior Informed consent: A brief overview of what it is and how it operates. Rome/Genova, 2 p.
- HANKE, T. 1991. Cinco años de investigación en Chile en la identificación de productos alternativos al pentaclorofenato de sodio en tratamientos de madera. En: *Conceptualización de los eventuales productos antimancha en madera aserrada*. Hickson Quimetal Latino América Ltda., Santiago, Chile.
- PEÑA, R. 1988. Determinación de la eficacia de productos antimanchas sin fenoles clorados en su formulación. Tesis Ing. Forestal, Valdivia, Universidad Austral de Chile, 35 p.
- PEREDO, M., R. PEÑA. 1991. "Determinación en laboratorio de la eficacia de preservantes antimancha sin fenoles clorados en su formulación". *Bosque* 12 (1): 43-48.
- PEREDO, M. 1992. Preservantes antimanchas alternativos al pentaclorofenato de sodio. Documento Técnico 68. CONAF. Santiago, Chile, 8 p.
- SCHMIDT, E. 1995. "Fungitoxicity of Sulfuryl Fluoride to *Ceratocystis fagacearum* in vitro and Wilted Red Oak", *For. Prod. J.* 32:1-15.
- SEIFERT, K. 1991. Sapstain of commercial lumber by species *Ophiostoma* and *Ceratocystis*. In M. J. Wingfield, K.A. Seifert and J. F. Webber. *Ceratocystis* and *Ophiostoma* Taxonomy, Ecology and Pathogenicity. St. Paul, MIN. (USA), APS Prees: 141-151.
- THOMSON, W. 1988. *Agricultural Chemicals, Book IV*. Thomson Publications, Fresno, CA.: 23-24.