

MESA 6

ESTUDIO DEL TRATAMIENTO DE TOCONES POR MEDIOS BIOTICOS Y ABIÓTICOS EN CALLES DE LINEAS ELECTRICAS

AUTORES

José Antonio Rodríguez Barreal*, Javier Arévalo Camacho** y José Alfonso Domínguez Núñez*

* U.D. Patología Forestal. E.T.S. Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Av/ Ciudad Universitaria s/n. 28040, Madrid. Tfo.: 91 336 71 03. E-mail: jabarreal@montes.upm.es

**RED ELECTRICA DE ESPAÑA. Madrid.
jarevalo@ree.es

Resumen

Se ha iniciado un estudio del tratamiento de tocones provenientes de árboles cortados bajo las líneas eléctricas, a fin de evitar su rebrote, situación esta última que supone un incremento de actividades en el tiempo, implicando personal y costes. Dichos tratamientos consisten en medios bióticos (hongos de pudrición) y abióticos (herbicidas). El estudio se ha iniciado en dos tipos de frondosas, una de crecimiento lento (*Eucalyptus* sp.) y otra de crecimiento rápido (*Populus* sp.), ambos muy frecuentes bajo líneas eléctricas. Se han considerado una serie de factores como el periodo de tiempo entre el apeo del árbol y el tratamiento químico o biológico, época del año en la que se realiza el tratamiento, concentración y dosis de producto químico, especie y dimensiones de los tocones tratados, condiciones del medio, y existencia o no de rebrotes, y en su caso el vigor vegetativo que presentan. Los primeros resultados parecen indicar comportamientos diferentes entre los herbicidas empleados, así como una actuación mas lenta de los hongos de pudrición respecto de los tratamientos químicos seleccionados

PALABRAS CLAVE

Tocón, herbicida, hongo de pudrición, líneas eléctricas, *Eucalyptus*, *Populus*.

I. INTRODUCCIÓN.

Como consecuencia del convenio firmado en octubre/02 entre la compañía Red Eléctrica de España S.A. y la Universidad Politécnica de Madrid (Laboratorio de Patología Forestal), para el estudio del tratamiento de los tocones provenientes de árboles cortados bajo líneas eléctricas de la mencionada compañía, a fin de evitar su rebrote, agente causal de problemas técnicos y económicos, se realizaron estudios sobre la eficacia de diversos medios bióticos (hongos de pudrición) y bióticos (herbicidas) en el control del rebrote de los mencionados tocones.

Tras las cortas de especies forestales de crecimiento rápido, principalmente chopos y eucaliptos, se produce en los años posteriores un crecimiento superior incluso al de los árboles plantados, lo cual no es adecuado para los árboles situados en las calles bajo las líneas de alta tensión. En todos los casos y como una constante de base de cualquier acción, las labores a efectuar, independientemente del grado de eficacia que pudiesen presentar, nunca deben comportar daños sobre el medio ambiente próximo. Las especies forestales situadas bajo tendidos eléctricos deben de mantener un cierto distanciamiento con las líneas eléctricas, en función del voltaje, para evitar posibles contactos, por lo que se abren calles bajo los tendidos. Aunque el ancho de calle bajo tendido sea de unos 40 m sin embargo se suelen alcanzar los 60 m como medida precautoria.

Por otra parte se debe tener presente que el tendido de una línea aérea de alta tensión de

forma inicial produce una serie de impactos ambientales incidentes en flora, fauna paisajismo y erosión principalmente, que siempre se debe de tender a minimizar. También se debe de considerar que a más de realizar las labores de instalación de las líneas (causantes de los impactos ambientales citados), estas se tienen que mantener, lo que supone una adecuada limpieza de las calles bajo tendido que a más de unos periodos de actuación humana, supone una serie de factores positivos y negativos. Entre los factores positivos se pueden citar : incremento de la vegetación herbácea que la fauna salvaje puede emplear para su alimentación., incremento de la diversidad floral, mejora del movimiento de fauna salvaje. Como factores negativos se citan: incremento de erosión, incremento de los rebrotes de tocones, cierto incremento de la compactación del terreno.

Los distintos tipos de actuación sobre la vegetación leñosa de las calles bajo tendidos eléctricos, pueden ser:

- Empleo de reguladores del crecimiento vegetal.
- Corte manual o mecánico
- Empleo de fuego controlado.
- Empleo de ganadería que pade en las calles.
- Control biológico .
- Control químico

La 1ª de las acciones citadas no es muy efectiva para las plantas leñosas arbóreas, las de mayor importancia en el control. La 2ª de las acciones supone un incremento de superficie con potencialidad de ocupación por semillas del arbolado e bordes y además en terrenos quebrados puede implicar un riesgo de erosión importante. El empleo del fuego siempre presenta problemas potenciales, a más de incrementar los de erosión. El empleo del pastoreo es interesante pero no siempre se encuentran los rebaños necesarios. El empleo de hongos de pudrición de los tocones, siempre que no afecten a los sistemas radicales de los árboles próximos es de interés. El control selectivo con herbicidas es bastante empleado solo o acompañado de otras de las labores anteriormente mencionadas, debiendo de aplicarse de forma directa sobre los tocones pues una aplicación aérea puede implicar daños medioambientales de importancia.

Como consecuencia de lo expuesto, los tratamientos considerados tendentes a evitar el rebrote de cepa de los tocones, fueron de dos clases, químicos mediante el empleo de herbicidas, y biológicos mediante la inoculación con hongos de pudrición de los citados tocones. Tras realizarse el apeo de los árboles y arbustos de las calles ajo tendido se procedió a la aplicación basal de soluciones de herbicidas, previamente seleccionadas en cuanto a dosis y concentraciones de refiere, o de micelio de un hongo de pudrición.

II. MATERIALES Y METODOS.

Se consideran tres fases secuenciadas en el tiempo, la preparatoria, la de trabajo en campo y la analítica.

En la primera se realizan las labores siguientes:

- Selección de las parcelas de actuación, debiendo de presentar unas características que permitan la posterior extrapolación de los resultados obtenidos a otras con el mismo tipo de vegetación leñosa arbórea.
- Estudio de las características del medio físico de las parcelas.
- Selección de los productos químicos y de los hongos de pudrición de madera a emplear con cada especie arbórea.
- Estudio de las dosis y concentraciones de herbicidas y de micelio de hongos.

En la segunda fase, se realizan de los tratamientos de los tocones de las parcelas y se efectúa la toma de datos previos. También se efectúa el seguimiento del estado (grado de rebrote) de los

tocones realizándose la toma de datos necesarios.

En la tercera fase se efectúa el análisis de los resultados obtenidos y conclusiones previas considerando la interrelación entre los distintos factores concurrentes de los que posteriormente se tratará

II.1. PARCELAS.

Para poder sacar conclusiones válidas y efectivas los tocones sometidos a tratamiento deben de presentar una buena homogeneidad, siendo aconsejable que los diámetros de los tocones varíen entre 20 y 40-50 cm. Las poblaciones de tocones deben también presentar una cierta homogeneidad respecto al medio en que se ubican, a fin de poder comparar resultados posteriormente. Se consideró que serían suficientes veinte tocones por tratamiento a fin de tener una población estadísticamente adecuada. Dado que para la realización adecuada de las inoculaciones se necesitan un elevado grado de humedad, no deben de transcurrir más de dos meses desde el apeo a la inoculación, en todos los periodos excepto en verano, periodo en el que en el caso de realizarse este tipo labor debería de acortarse a menos de un mes. Sin embargo la aplicación de productos químicos antirrebrote a los tocones es preferible realizar con savia en caída o parada, es decir en el periodo septiembre a febrero. La aplicación de estas soluciones químicas a los tocones pueden estar en contradicción con periodos de lluvia, aunque siempre la humedad de los tocones, siempre deberá de ser alta.

Las parcelas seleccionadas con tales criterios, se ubicaron en los términos municipales de: Anguciana (La Rioja), con chopos; Mieres (Asturias), con eucaliptos, Sta. Marta del Cerro (Segovia), con chopos y As Pontes de García Rodrigo (La Coruña)

II.2. MICELIO DE HONGOS DE PUDRICIÓN Y PRODUCTOS QUÍMICOS.

Los hongos de pudrición, suelen actuar sobre pies arbóreos con bajo vigor vegetativo, pudiéndose asemejar al caso de los tocones. Estos hongos actúan mediante la emisión de enzimas, afectando a los componentes de la pared celular de la madera, celulosa, hemicelulosas y lignina, eliminándolos y produciendo su pudrición. Dicha pudrición actúa preferentemente sobre el duramen aunque también, en menor número de casos sobre la albura. Según el tipo de hongo de pudrición que actúe, se diferencian, de forma general, dos tipos de pudrición micológica de la madera, las pudriciones blancas y las pardas. La pudrición blanca, también denominada deslignificante, corrosiva o alveolar esta producida por unos hongos que afectan enzimáticamente de forma principal a la lignina y en menor escala a la celulosa y hemicelulosas, mientras que la parda afecta a hemicelulosas y celulosa.

Entre las distintas especies de hongos de pudrición para la madera de chopos y de eucaliptos, que son las más frecuentes en las calles bajo tendido eléctrico, se podrían emplear, las tres siguientes: *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) Kumm., *Armillaria mellea* (Vahl.) Kummer y *Chondrostereum purpureum* (Pers.) Pouzar, sin embargo la efectividad baja y el alto grado de agresividad del segundo, hizo que tan solo se emplease la primera de las especies citadas que tan solo es efectiva con los tocones de chopo, según experiencias anteriormente realizadas.

El *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) Kumm es un hongo Basidiomiceto, Himenial, Agaricáceo, de pudrición de maderas blandas y blancas. Produce una pudrición blanca o deslignificante, primero de duramen y posteriormente de albura y afecta más a la madera de primavera que a la de otoño. Los cuerpos fructíferos, que son comestibles de muy buena calidad, son dimediados, con una forma que recuerda a una ostra, de donde le viene el nombre. Estos cuerpos de fructificación crecen en grupos apareciendo superpuestos, con un color en su parte superior, grisáceo-marrón, mientras que la inferior blanca presenta laminillas decurrentes anastomosadas, cerca de la base del pedúnculo. Tienen un pie lateral, grueso y a veces muy corto, presentando una zona carnosa gruesa, blanca, tenaz y aromática con un sabor suave. Es un hongo patógeno facultativo

que no ataca a los árboles sanos, por lo que se adapta perfectamente, de forma inicial, al presente caso. La pudrición de los tocones es progresiva a lo largo de 4-5 años, en relación con el diámetro del tocón. En el caso de los eucaliptos, al ser un género rico en aceites esenciales, se considera difícil el encontrar un hongo de pudrición efectivo para los tocones, aunque el hecho de no ser ya un árbol si no un tocón pudiese facilitar la labor de algún hongo de pudrición; de todas formas hoy por hoy no existe ninguno con garantías de buena efectividad y sin peligro de extensión a otras especies.

Tras tratar con distintas empresas del sector de herbicidas y conocer los resultados que habían obtenido con distintos productos, se seleccionaron los tres siguientes: Tordon 22K, Garlon 4 y Evade, todos ellos de Dow Agrosiences.

El **Garlon 4** es un herbicida sistémico, de amplio espectro, empleado, entre otros para la eliminación de tocones. Su materia activa es el 3,5,6-tricloro-2-piridiloxiacético, conocido vulgarmente con el nombre de triclopir, y fórmula empírica $C_7H_4Cl_3NO_3$. Su registro en el M^a de Agricultura es n^o 18515/12. Tiene buena absorción por los tocones, siendo traslocado a las zonas radicales, actuando sobre las auxinas. Con los chopos se suele emplear en dosis de 0'4 l/100 l de H₂O, aunque se llegan a utilizar dosis de hasta 0'75 l/100 l de agua con 1% de gasoil. Se puede aplicar en cualquier época del año, aunque preferentemente con crecimiento activo de las plantas y temperaturas inferiores a 25° C. Se puede aplicar por pulverización utilizando solución en agua o en gasoil con una concentración de 4 a 7 litros de solución /Ha. De la documentación consultada, se deduce que para tocones de eucalipto se puede emplear en dosis de 80 ml de solución con 1 l de gasoil..

El **Tordon 22 K** es un herbicida empleado, entre otros para la eliminación de tocones y arbustos, siendo su materia activa el picloram (4-amino-3,5,6-tricloropicolínico, en forma de pasta potásica. Es un producto de amplio espectro activo, de carácter muy residual y al mismo tiempo soluble en agua. Se utiliza en soluciones de concentración similar a la del producto anterior, tanto en solución acuosa como en gasoil, empleándose así mismo con las mismas dosis y aplicándose de igual manera. En la documentación que se consultó aparecía como muy eficaz para el tratamiento de *Populus ssp.*(chopos), aunque no se encontraron resultados con tocones de eucalipto. El producto presenta el n^o de registro 11760/02, en el M^o de Agricultura.

El **Evade herbicide** es un producto experimental, que se aplica a los tocones en solución acuosa. Su principal materia activa es el triclopir (3,5,6-tricloro-2-piridiloxiacético). Es un líquido de color rojo pálido a marrón y con una densidad de 1'02 y un pH de 8'5-9'5. Es un producto estable, pero que puede ser degradado microbiológicamente.

II.3. TRATAMIENTO DE LOS TOCONES.

En los tocones de las distintas parcelas se clavaron en la superficie de los tocones unas chapas plásticas numeradas, y con un color determinado en cada caso, de forma que fuese fácil su identificación. Tras esto se procedió a localizarlos mediante sus coordenadas UTM y se tomaron sus diámetros (mediante clasificación por clases de edad), para posteriormente tratarlos química o biológicamente. Con el fin de tener más datos y consecuentemente obtener conclusiones más fiables se realizaron los tratamientos de los tocones en dos épocas, primavera-verano y otoño-invierno.

El tratamiento con micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* se realizó con tocones de chopo, para lo cual se procedió a realizar una incisiones, normalmente en forma de cruz que cubren gran parte de la superficie del tocón y con una profundidad de 2 -.3 cm. De esta forma se consigue un máximo contacto entre el micelio del hongo y la madera del tocón facilitando la velocidad de la pudrición de la madera. El micelio del hongo se mezcló con serrín de chopo húmedo y esta mezcla se aplicó en las incisiones realizadas, pudiéndose en algún caso recubrir totalmente la superficie del

tocón con dicha mezcla. En el caso de presentar el tocón algunas yemas, se aplicó preferentemente la mezcla fúngica en esas zonas.

Los herbicidas Garlon 4 y Tordon K 22 se aplicaron a los tocones de eucalipto y de chopo tanto en solución acuosa como con gasoil, con dosis semejantes de 0'1 litro de producto químico con 1'9 litros de agua o de gasoil, en la aplicación de primavera-verano, mientras que en la otoño-invierno se emplearon 0'2 litros de producto químico con 1'8 litros de disolvente. Estas dosis se emplearon para los veinte tocones, que se consideran para cada una de las aplicaciones consideradas. El Evade herbicida, se empleó en solución acuosa en dosis de 0'6 litros de producto con 1'4 litros de agua, para veinte tocones. Los tratamientos en la parcela de Anguciana, se realizaron en el mes de julio, sobre tocones de chopo de pies cortados cuatro meses antes, manteniendo un alto grado de humedad. Se emplearon: Tardon K 22 en solución acuosa y con gasoil, Garlón 4 en semejantes soluciones y Evade en solución acuosa. No se empleó micelio del hongo por las altas temperaturas existentes contrarias al desarrollo del hongo en la madera. Los tratamientos en la parcela de Sta. M^a del Cerro, se efectuaron en el mes de diciembre sobre tocones de chopos, de pies cortados tres meses antes y que por tanto mantenían un grado de humedad adecuado, empleándose las mismas soluciones herbicidas que en el caso anterior y también micelio de *Pleurotus ostreatus*. Los tratamientos en la parcela de As Pontes de García Rodríguez, se efectuaron en el mes de diciembre, bajo la lluvia, sobre tocones de eucaliptos, de pies cortados 10 días antes, empleándose las mismas soluciones herbicidas que en todos los casos. En todas las parcelas se trataron 20 tocones por tratamiento, salvo en la de Mieres que se hizo en 10 tocones/tratamiento.

Análisis estadístico

A lo largo de 12 meses se tomaron datos sobre la efectividad de los tratamientos realizados, efectuándose un análisis estadístico mediante el programa Statgraphics plus 5.0. Se realizó un análisis de varianza ANOVA para detectar diferencias entre tratamientos y para analizar diferencias entre factores. La comparación de medias se efectuó mediante el test de Tukey y en el caso de varianzas no homogéneas se empleó un test no paramétrico de Kruskal-Wallis

III. RESULTADOS Y DISCUSION.

Se observó que los factores, condiciones del medio y periodo transcurrido entre el apeo del árbol y la inoculación del tocón no eran independientes, por lo que fueron rechazados, lo que redujo el análisis a los otros factores: producto de inoculación empleado, dosis utilizada, especie del tocón, época de tratamiento (meses de julio o de diciembre) y diámetro del tocón. Se vio que no existe una correlación importante entre la clase diamétrica y en % de tocones muertos tras la realización del tratamiento. El empleo del micelio del hongo *Pleurotus ostreatus*, se comprobó poco efectivo frente al de los productos herbicidas utilizados. Esto es comprensible si se piensa que la velocidad de actuación del hongo es mucho más lenta que la de los productos químicos, por lo que su valoración debería de hacerse a más largo plazo. Los factores especie forestal y la época de aplicación parece que no tienen incidencia significativa en la tasa de mortalidad de los tocones. El factor tratamiento (producto y dosis) incide significativamente en el % de tocones muertos, mientras que los factores especie y periodo no lo hacen en este parámetro.

Las tasas de mortandad de los tocones (%) según tratamiento se indican seguidamente.

Tratamiento: Tordon + agua.....	98'7 %
Tordon + gasoil.....	76'1 %
Garlon + agua.....	92'5 %
Garlon + gasoil.....	88'7 %
Evade + agua.....	93'9 %

Se puede afirmar, con una probabilidad del 85% que los tratamientos con Tordon + agua son mejores que los del Tordon + gasoil. Los tratamientos con Evade + agua (al 75% de probabilidad) y los de garlon + agua (al 70% de probabilidad) son mejores que los del Tordon + gasoil

IV. CONCLUSIONES.

Del conjunto de factores empleados únicamente el tipo de tratamiento, la especie forestal y la época de aplicación constituyen factores independientes sobre los que se ha podido analizar la influencia en la mortalidad de los tocones tratados, aunque posteriormente se comprobó que el segundo y el tercero de los citados no presentan influencia en la tasa de mortalidad y no se interaccionan con el primero de los factores expuestos. El tratamiento biológico no tuvo efectividad alguna en comparación con los tratamientos químicos, aunque se debe tener presente que tan solo se experimentó en una parcela y que la velocidad de acción del hongo es siempre inferior a la de los productos químicos herbicidas utilizados. El producto y la dosis de aplicación son los únicos factores incidentes en la tasa de mortalidad y al respecto el orden de efectividad, considerado en sentido decreciente, es: Tordon + agua, Evade + agua y Garlon + agua.

V. BIBLIOGRAFÍA

Rodríguez Barreal, J.A. 1.987. Destoconado biológico de choperas. Montes nº 16:40-51
Dow Agrosciences. 2.002. Catálogo de Garlon 4.
Dow Agrosciences 2.002. Boletín técnico del Tardon 22K
Dow Agrosciences 2.002. Trabajos técnicos con Garlon 4 en Portugal.



Fig. 1. Anguciana. La Rioja.

Área general de actuación. Limpieza de rebrotes de chopo en los tocones.

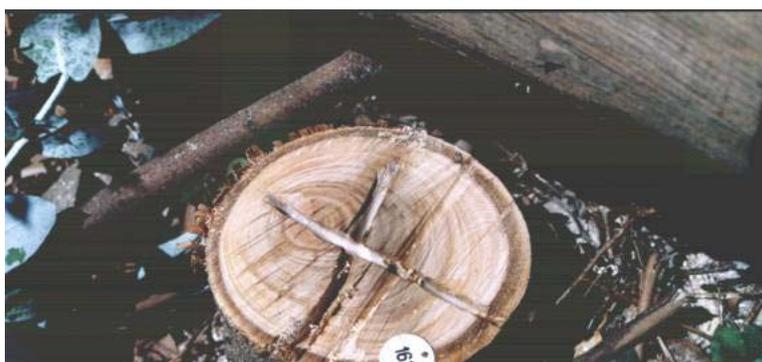


Fig.2. Tocón con los restos del fitocida una vez aplicado.



Fig.3. Aplicación de *Pisolithus* en substrato de mijo sobre el tocón.