



EL CONTROL INTEGRAL DE LA VEGETACIÓN EN LAS INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

Andrés Díez García y Jesús F. Jordá Pardo

*SINTRA, Servicios Industriales y Transportes, S.A.
c/ Juan Álvarez Mendizábal, 64, 1º. 28008 Madrid
Correo E.: sintra@nexo.es*

RESUMEN

En este trabajo se presentan los objetivos, los procedimientos existentes, la metodología seguida y los resultados prácticos del control integral de la vegetación (*vegetation management*) en las infraestructuras ferroviarias, incidiendo en el control químico de la vegetación que se realiza mediante tratamientos herbicidas en España

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental del control integral de la vegetación en las infraestructuras ferroviarias se centra en la prevención de riesgos de cara a la explotación segura del ferrocarril, lo que incluye prevención de incendios (RENFE, 1997) y de accidentes laborales, mejora de la visibilidad y mantenimiento ecológico de la infraestructura de la vía, impidiendo que la vegetación modifique sus características (permeabilidad del balasto, nivelación, comunicaciones, catenaria, etc). En este sentido, se considera condición indispensable para la conservación de la nivelación de los carriles de las vías férreas, asentados sobre balasto permeable, el que este se haya colocado y mantenido limpio de vegetación y maleza. El desarrollo de tallos y raíces en el balasto dificulta la rápida evacuación de las aguas de lluvia a través de este, a la vez que los residuos de la descomposición de los vegetales que brotan en él, van rellenando los huecos de los clastos que lo componen, llegando a colmatarlo. Como consecuencia se produce una desestabilización progresiva

de la plataforma de la vía que conduce a su desnivelación. Por ello, desde los inicios del ferrocarril, las administraciones ferroviarias se han preocupado de forma constante de la eliminación de la vegetación no deseada de las infraestructuras ferroviarias, desarrollando diferentes sistemas para su erradicación, entre los que destaca el control integral de la vegetación por métodos químicos, dado que hasta momento es el que ofrece la mayor eficacia y rentabilidad. El objeto de esta comunicación es dar a conocer los diferentes métodos de control de la vegetación en infraestructuras ferroviarias que existen actualmente, haciendo especial énfasis en el control químico, ejemplarizado con el caso español.

2. EL CONTROL DE LA VEGETACIÓN EN INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

El control de la vegetación en infraestructuras ferroviarias se ejerce sobre un dominio de aplicación que comprende los siguientes elementos: caja de la vía, banqueta y su flanco, paseo y su flanco, terraplén, cuneta y taludes de trincheras. Los principales métodos usados en el control de la vegetación en estas infraestructuras comprenden tanto procedimientos estructurales como no estructurales (Mather, 1997; Kuppelwieser, 1997).

Los **procedimientos estructurales** previenen el crecimiento de vegetación no deseada en las infraestructuras ferroviarias y zonas de influencia durante su mismo proceso de construcción, atacando las causas que originan su crecimiento, impidiendo la germinación de semillas y la propagación de órganos subterráneos. Esto requiere la instalación de pantallas que impidan el desarrollo de vegetación en el balasto, paseos y cunetas. Los sistemas que se utilizan son de dos tipos: estructuras debajo del balasto (lechos de materiales bituminosos o de geotextiles impenetrables) y estructuras paralelas al balasto, entre el paseo y la cuneta (barreras verticales longitudinales; franjas de materiales que inhiben el crecimiento de la plantas; telas metálicas; geotextiles impermeables e impenetrables en los laterales del balasto; banquetas de bloques de hormigón; etc). Los **procedimientos no estructurales** corresponden a trabajos de mantenimiento de infraestructura y van dirigidos a combatir la presencia de vegetación no deseada, para erradicar o atenuar sus efectos sobre la misma. Incluyen los métodos físicos, biológicos, químicos y mixtos. Ambos grupos de métodos pueden clasificarse también en preventivos y correctivos, atendiendo al momento del proceso del desarrollo de la vegetación en el que actúan. Los **preventivos** son aquellos que actúan sobre las causas que producen el problema y dentro de ellos se encuentran los métodos estructurales, químicos y biológicos (diseño vegetal), dado que intentan solucionar el problema atacándolo *de raíz*, al impedir la germinación de semillas, la expansión de órganos subterráneos o la invasión indiscriminada de especies. Los **correctivos** actúan sobre los síntomas, es decir sobre la propia vegetación ya aparecida, para anular o minimizar sus efectos, y corresponden a los no estructurales, incluyendo los físicos, químicos y biológicos



Los **métodos físicos** comprenden los manuales, mecánicos y electrotérmicos. Los métodos **manuales** y **mecánicos** incluyen siegas, podas, desbroces, escardas y arranques, y afectan tanto a la vegetación herbácea como a la arbustiva y de porte arbóreo, que se desarrolla en todo el dominio de aplicación, si bien normalmente se realizan en paseos, cunetas, terraplenes y taludes de trincheras. Su eficacia es efímera, por lo que normalmente estas operaciones requieren intervenciones muy frecuentes dado el rápido crecimiento que tiene la vegetación cortada. Además el uso de maquinaria afecta a la circulación en la vía, siendo necesario en algunos casos el trabajo nocturno o el corte temporal. Todos estos factores los restringen a superficies de pequeña extensión o longitud, dado que desde el punto de vista económico resultan altamente desfavorables para la administración ferroviaria. Los métodos **electrotérmicos** eliminan la vegetación mediante corrientes eléctricas, radiaciones infrarrojas, fuego y vapor de agua. La corriente eléctrica se aplica en los flancos de la vía mediante el uso de una fuente de alimentación conectada a unas resistencias que actúan directa sobre los tallos vegetales produciendo un efecto de siega o corta; su uso está restringido a los paseos y su aplicación es manual. El fuego puede aplicarse de forma manual en los paseos mediante lanzallamas, y los infrarrojos se utilizan en explanadas mediante equipos autónomos. El vapor de agua se aplica en el balasto de la caja, banqueta, flancos y paseo mediante unas pantallas difusoras situadas en un equipo autónomo que se desplaza por la vía a baja velocidad; sus mayores inconvenientes son el lento desplazamiento y la alta periodicidad que requiere. Todos estos métodos son poco efectivos y en general de elevado coste económico; ecológicamente resultan poco adecuados al eliminar del entorno del ferrocarril toda la microfauna que lo habita, conllevando incluso riesgo de incendios.

Los **métodos biológicos** son de dos tipos: unos basados en el diseño de la vegetación de los márgenes de las vías y otros basados en el uso de agentes biológicos. Los primeros comprenden un adecuado diseño de las franjas vegetales de los márgenes de las vías, como puede ser la siembra de especies de bajo porte muy tenaces difícilmente desplazables por otras especies, siegas periódicas y mantenimiento selectivo de la vegetación de los terraplenes, logrando que los bordes boscosos colindantes con el ferrocarril adquieran el aspecto de un borde natural de bosque (Below, 1997; Stark y Ruhle, 1997). Como se desprende de lo anterior, en estos métodos concurren los estrictamente biológicos (diseño vegetal) y los mecánicos, por lo que se pueden considerar mixtos. Los segundos usan agentes biológicos para controlar la aparición y el crecimiento de la vegetación, obteniéndose buenos resultados en casos muy concretos, aunque de forma general este método no ofrece resultados satisfactorios, comportando además el riesgo de propagación de los agentes biológicos fuera de su área de actuación.

Los **métodos químicos** incluyen el uso en todo el dominio de aplicación de unas sustancias químicas denominadas herbicidas, originalmente formuladas para controlar las invasiones de malas hierbas en cultivos agrícolas y que últimamente se aplican en otros ámbitos como: infraestructuras de transporte terrestre y de distribución de energía, hidrocarburos y agua, superficies industriales, zonas verdes urbanas e incluso parques naturales y yacimientos arqueológicos (Díez, 1982; Boeken, 1994). El control de la vege-



tación en las infraestructuras ferroviarias por métodos químicos se lleva a cabo mediante trenes herbicidas, equipados con sistemas de pulverización que permiten realizar el tratamiento químico en todos los elementos que componen el dominio de aplicación, pudiéndose efectuar tratamientos generales o selectivos. Para determinados aspectos se utilizan también equipos móviles que también portan sistemas de pulverización. Los métodos químicos ofrecen, frente a las labores físicas alternativas, un menor impacto ambiental respecto a los siguientes aspectos: la alteración del suelo y sus efectos sobre nidos, lombrices e insectos, un menor consumo de combustibles y una mayor retención del CO₂ al descomponerse los residuos vegetales más lentamente. Estos métodos no impiden la circulación ferroviaria dado que los tratamientos se efectúan siempre y cuando no exista ocupación de vía por unidades comerciales. En general, el balance resultados/coste es positivo para la administración ferroviaria. Además, los métodos químicos pueden perfeccionarse en la actualidad con la incorporación de las nuevas tecnologías. Así, es posible realizar una aplicación selectiva de herbicidas mediante el uso de sensores de infrarrojos, que evalúan la cantidad de vegetación existente, enviando posteriormente una orden a los controladores informáticos de los sistemas de aplicación para que se regule automáticamente la dosis de producto que se pulverizará (Dohmen, 1995). Sus ventajas son patentes, pero la velocidad de desplazamiento de las unidades es demasiado baja para su viabilidad en trayectos largos.

Los **métodos mixtos** consisten en la adecuada combinación de los diferentes procedimientos, tanto estructurales como no estructurales, con el objeto de lograr buenos resultados en relación al control de la vegetación. Es obvio que en nuevas líneas de ferrocarril las medidas estructurales pueden tener una gran relevancia de cara al futuro, pero el mantenimiento y control de la vegetación en líneas antiguas en explotación exige en la mayoría de los casos la utilización exclusiva de procedimientos no estructurales. La combinación adecuada de diferentes métodos físicos, químicos y biológicos permite la optimización de los recursos de cara al mantenimiento ecológico de la infraestructura viaria. En este sentido, cabe destacar el control químico de la vegetación como uno de los elementos de mayor importancia dadas sus óptimas características de desarrollo y aplicación, sin olvidar la necesidad de realizar trabajos de tipo mecánico e incluso manual si las condiciones así lo requieren. A esta combinación de métodos se la denomina comúnmente **control integral de la vegetación** (*vegetation management*); en ella, el control químico resulta de vital importancia.

3. EL CONTROL QUÍMICO DE LA VEGETACIÓN: CONCEPTOS BÁSICOS

Los herbicidas son sustancias químicas capaces de parar bruscamente o inhibir el desarrollo o la actividad vital de los vegetales, mediante el ataque a una o más funciones vitales, obteniendo como resultado la muerte de los mismos (Díez García, 1982). Normalmente, los productos herbicidas se presentan en formulaciones compuestas por una o más materias activas en proporciones establecidas, acompañadas de elemen-



tos de soporte. Los herbicidas se clasifican según su forma de actuación sobre el vegetal (de contacto y de traslocación), según su permanencia en el terreno (residuales), según su acción total o parcial sobre la vegetación (totales o selectivos) y según su composición química (orgánicos e inorgánicos):

- ❑ Los **herbicidas de contacto** o de acción foliar se caracterizan por su efecto de choque y nula persistencia en el suelo. Son absorbidos por los órganos verdes de las plantas tratadas, afectando a la función clorofílica, por lo que su aplicación se hace en postemergencia, cuando la planta tiene suficiente altura y superficie foliar.
- ❑ Los **herbicidas de traslocación** o sistémicos son aquellos que entrando por vía foliar y mediante un proceso de difusión a través del floema se traslocan lentamente a toda la planta hasta los órganos de reproducción subterráneos. Para ello las plantas tienen que estar emergidas, ya que este producto cuando cae en la tierra no tiene ningún efecto al no ser residual (salvo excepciones). Actúan lentamente por lo que su aplicación debe efectuarse en épocas secas y sin previsión de lluvias.
- ❑ Los **herbicidas residuales** actúan impidiendo que la planta crezca al nacer. Tienen la capacidad de no disolverse, quedando en superficie hasta que con el tiempo se degradan y pierden su efecto. Su acción tiene lugar a través del sistema radicular de la planta, por donde son absorbidos, transportándose por los vasos del xilema hasta los meristemos apicales. Actúan inhibiendo la función clorofílica o interfiriendo la síntesis de glúcidos.
- ❑ **Herbicidas selectivos y totales:** Los selectivos son aquellos productos que actúan sobre determinadas especies vegetales causándoles la muerte sin afectar a otras. Por el contrario los totales son aquellos que actúan sobre la vegetación en su conjunto.
- ❑ Los **herbicidas orgánicos** son los citados anteriormente, y entre los **inorgánicos** cabe mencionar el clorato sódico, muy utilizado en el pasado en el control de la vegetación en ferrocarriles, pero cuyos múltiples inconvenientes condujeron a su actual erradicación.

4. METODOLOGÍA

La metodología seguida en los trabajos de control integral de la vegetación comienza, con la toma de datos y análisis de los condicionantes ambientales, sigue con la planificación del trabajo y su realización, finalizando con la comprobación de los resultados (SINTRA, 1997).



- **Toma de datos y análisis medioambiental.** La toma de datos consiste en el conocimiento previo la vegetación presente en las vías y zonas aledañas que van a ser tratadas, obtenido por inspección visual desde unidades en movimiento o sobre el terreno. También se realiza una toma de datos durante las campañas de trabajo por parte del personal que realiza los tratamientos. Todo ello, unido a los datos que proporciona la inspección final de los tratamientos, permite tener una visión muy completa del estado de las vías en cuanto a vegetación. El resultado de la toma de datos se plasma en fichas que incluyen línea, tramo, puntos kilométricos, fecha, especies vegetales normales y conflictivas, densidad y porte de estas, y observaciones; estas fichas incluyen documentación fotográfica. Las exigencias ambientales obligan a realizar un análisis medioambiental pormenorizado de los diferentes factores que intervienen en el proceso del tratamiento herbicida. En este sentido, los criterios específicos que se utilizan para la elección de los herbicidas son de tres tipos: criterios definidos por la administración ferroviaria, criterios relativos al entorno ambiental y criterios propios del medio en que se realiza el tratamiento (U.I.C.F., 1990). En el primer caso, las administraciones ferroviarias exigen que los herbicidas utilizados no sean corrosivos, combustibles, inflamables ni conductores, que su efecto tenga una duración que asegure el control de la vegetación durante varios meses y que los productos sean de fácil manejo y utilización y tengan un amplio espectro de acción en diferentes condiciones ambientales. Los criterios relativos al entorno ambiental se refieren a parámetros cuantificables que deben cumplir los productos utilizados relativos a movilidad, persistencia y toxicidad del herbicida y capacidad de acumulación de la sustancia en el organismo. En el tercer caso la planificación de los tratamientos se efectúa teniendo en cuenta las características especiales de las zonas que se atraviesan, ya sean espacios naturales protegidos, zonas agrícolas y/o ganaderas, terrenos industriales y urbanos, etc. También se tiene la precaución de no efectuar tratamientos al atravesar puentes o viaductos o cuando los trazados ferroviarios corren paralelos a masas de agua.
- **Planificación de los tratamientos.** Los tratamientos herbicidas se estructuran sobre la base de dos campañas anuales en primavera y otoño. Transcurrido un plazo mínimo de ocho semanas después de cada aplicación estacional, se comprueban los resultados haciendo las consideraciones oportunas para el siguiente tratamiento. El tratamiento de primavera es total, mientras que el de otoño complementa al anterior para asegurar los resultados y, al mismo tiempo, realizar tratamientos específicos destinados a especies remanentes. Cuando el tratamiento a realizar corresponde a la continuación de campañas anteriores, las características de la zona y de su vegetación son conocidas, al igual que los parámetros de la aplicación que fueron determinados en anteriores procesos. Con estos datos y los de las inspecciones se planifican los tratamientos: tipos de herbicidas a utilizar, mezclas de herbicidas, dosis de los mismos, etc. Esta planificación se realiza teniendo en cuenta tanto las

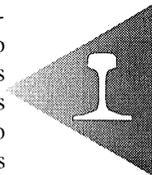


características longitudinales del trazado ferroviario (tramos) como las transversales (partes del dominio de aplicación), con objeto de mejorar la selectividad del control químico de la vegetación. En el caso de un tratamiento herbicida que se va a ejecutar por primera vez, se realizará una toma de datos para conocer las características de la vegetación, del terreno y de las zonas adyacentes, así como las incidencias probables que en el orden climatológico puedan manifestarse en las fechas previstas para la aplicación. Con estos datos se realiza la planificación del tratamiento al igual que en el caso anterior. Para la ejecución correcta de los tratamientos, al inicio de campaña o a medida que transcurre la misma, se entrega a los equipos de aplicación una documentación compuesta por programa de trabajo, predeterminación de los tratamientos y procedimientos específicos de trabajo.

- **Realización de los trabajos y comprobación de resultados.** Los trabajos de aplicación se realizan con los equipos y productos químicos asignados para el tratamiento herbicida, de acuerdo con la documentación entregada en la fase anterior. Los equipos de aplicación realizan las operaciones necesarias para la correcta ejecución de los trabajos en concordancia con las instrucciones recibidas, pudiendo realizar cambios sobre las mismas en función de imprevistos climatológicos, previa consulta con la dirección. Los trabajos se documentan mediante partes diarios de tratamiento, donde se plasman las características del tratamiento herbicida y las condiciones en que se realiza, tales como productos químicos utilizados, mezclas, dosis, tiempo atmosférico, estado de la zona de tratamiento, vegetación y cualquier otra información de interés. Concluidos los tratamientos y transcurrido el plazo mínimo necesario (ocho semanas) se realizan las inspecciones finales por estimación visual directa, quedando documentadas mediante informes de inspección, que recogen los resultados obtenidos y recomendaciones pertinentes si proceden; esto se completa con documentación fotográfica. En ocasiones, la comprobación de los resultados se lleva a cabo con criterios objetivos, basados en la realización de un muestreo selectivo, utilizando una cuadrícula métrica que se aplicad sobre el balasto, con contaje y evaluación de la vegetación.

5. EL CONTROL DE LA VEGETACIÓN EN LAS INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS DE ESPAÑA

Hasta 1960 el control de la vegetación en la red ferroviaria española se realizaba con métodos basados en la eliminación manual, mediante la extinta Brigada de Vías y Obras, e incluso se llegaron a regar las vías con agua de mar. A partir de esa fecha se empiezan a utilizar métodos químicos, utilizándose en un principio trenes con vagones cisternas que contenían los productos herbicidas, en concreto clorato sódico, con los consiguientes problemas medioambientales y de seguridad para bienes y personas que este método entrañaba. Posteriormente, se introdujeron herbicidas mas respetuosos con el medio



ambiente, a la vez que se sustituyeron los anticuados equipos de riego por sistemas que permitan realizar las mezclas adecuadas en cada momento, transportando sólo agua en las cisternas, con la consiguiente disminución de los riesgos que podía originar el vertido accidental de estas. En la actualidad, el control integral de la vegetación en las infraestructuras ferroviarias de España se realiza mediante tratamientos herbicidas, que se apoyan en algunas ocasiones con desbroces mecánicos. Estos tratamientos que se distribuyen temporalmente en dos campañas anuales (primavera y otoño), son de dos tipos: los realizados desde trenes herbicidas y los llevados a cabo desde equipos móviles.

La gran mayoría de los tratamientos se realizan desde **trenes herbicidas**. Cada uno de estos presenta una composición formada por los siguientes elementos: centro productor herbicida, centro de almacenamiento de productos herbicidas, uno o varios centros de almacenamiento de agua y un centro de acompañamiento. El **centro productor herbicida** puede constar de una o dos unidades sobre las que se disponen los equipos necesarios para la realización de la producción, dosificación y aplicación del herbicida sobre la infraestructura de la vía, que se lleva a cabo mediante sistemas altamente automatizados: generador, mesa de control, tanque de mezclas, tanques con diferentes soluciones, agitadores, bombas, electroválvulas, elementos de pulverización, etc. Este vagón consta de una batería de surtidores y boquillas de pulverización que se pueden seleccionar total o parcialmente, dependiendo de los requerimientos. También está dotado de un sistema que permite cambiar a voluntad las mezclas que contienen diferentes productos y sus dosificaciones en función de las necesidades, sin que se detenga en ningún momento la pulverización. De esta forma se puede realizar el tratamiento de todo el dominio de aplicación definido anteriormente, incluidos los taludes de las trincheras, aplicando diferentes productos y dosis en cada uno de sus elementos. El **centro de almacenamiento de productos herbicidas** es un vagón almacén diáfano que contiene los diferentes productos químicos en sus correspondientes envases, los cuales se transportan periódicamente, en función de los requerimientos del trabajo, a la zona del tanque de mezclas, para que, una vez disueltos en el agua transportada en las cisternas, constituyan la solución concentrada que eliminará la vegetación. También se utiliza para almacenar el combustible del generador, los diferentes materiales de trabajo y los envases ya utilizados. Los **centros de almacenamiento de agua** son cisternas cuya capacidad es de 30.000 l y su contenido es exclusivamente agua, que sirve de soporte a las diferentes soluciones concentradas que se preparan en el centro productor de herbicida mediante el tanque de mezclas. Estas soluciones se diluyen con agua procedente de los vagones cisterna mediante el uso de una bomba y cámaras mezcladoras, para su pulverización final. El número de cisternas puede oscilar de una a tres, dependiendo de la autonomía con que se quiera dotar al tren herbicida. El **centro de acompañamiento** consiste en un vagón vivienda convenientemente equipado. Los tratamientos que se realizan desde los trenes herbicidas en las infraestructuras ferroviarias son los siguientes: riego general de mantenimiento; riego en estaciones de ferrocarril; tratamientos especiales, que se realizan en tramos de vías que presentan una proliferación de especies muy persistentes, entre las que destacan las del género *Equisetum* por su tenacidad colonizadora de la vía; y trata-



miento de márgenes de vía que superan el ancho normal del riego general de mantenimiento y suelen afectar los taludes de las trincheras.

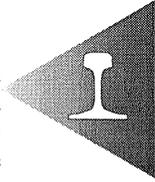
Los **equipos móviles** presentan una mayor simplicidad que los trenes, pero ofrecen una gran autonomía. Cada uno de ellos está constituido por un depósito donde se efectúa la mezcla entre el agua y el producto químico y una bomba de presión, realizándose el riego mediante una manguera provista de una pistola pulverizadora sobre la superficie que se desea tratar. Estos equipos son de dos tipos: aquellos que pueden desplazarse por vía y carretera, que realizan los tratamientos desde la vía, y los que únicamente pueden desplazarse por carretera, que realizan su trabajo desde fuera de vía. Los tratamientos que realizan ambos son: riego general en estaciones, complementario del realizado por el tren, y tratamientos especiales, con la misma finalidad que en el caso de los trenes. Además, en determinadas ocasiones, personal especializado realiza tratamientos mediante mochilas pulverizadoras en tramos con problemas especiales.

A título de ejemplo, durante el pasado año 1997, se ha realizado el tratamiento químico para el control integral de la vegetación en un total de 22.186,3 km de vías férreas y de 20.279.036 m² de superficies de estaciones. En este último caso, y en función de la ocupación de las vías por unidades, el tratamiento herbicida desde los trenes se ha visto complementado por equipos móviles, que realizan el tratamiento de aquellas áreas donde el tren no ha podido acceder. Mediante estos se han tratado durante 1997 un total de 204.860 m² de vías y estaciones y 16 km de vías.

6. CONCLUSIONES

Los ferrocarriles encaran un problema de diversidad de especies vegetales y suelos muy particular, quizás más complejo que el pueda tener otro sector, como la agricultura o la industria. Consiste en que cada pocos metros de recorrido se producen grandes variaciones tanto en los tipos, densidad, grado de implantación y desarrollo de las especies vegetales, como en las características del suelo soporte de las mismas. Para dominar tales fluctuaciones, la técnica de aplicación debe ser capaz de proporcionar rápidos cambios en el tipo de mezcla herbicida a utilizar. Por otro lado, el programa del tratamiento debe ser distinto en dirección longitudinal y en la sección transversal de la vía, lo que mejora la selectividad del control químico de la vegetación. Se podría, en principio, pensar que una gran persistencia del herbicida es una ventaja puesto que permitiría reducir el número de tratamientos anuales; pero inversamente, una gran persistencia del herbicida en el terreno aumenta los riesgos potenciales de contaminación, puesto que la probabilidad de provocar daños ecológicos aumenta en consecuencia. Por lo tanto, son los herbicidas de baja persistencia los que ofrecen una mayor adaptación a los condicionantes ambientales, y por tanto los que mayoritariamente se usan en la actualidad.

En el futuro próximo, no es probable que puedan aparecer nuevas alternativas al control químico de la vegetación en las infraestructuras ferroviarias, ni nuevos herbicidas que



hagan menos compleja su eliminación. Si aparecerán, por el contrario, nuevos problemas a los que enfrentarse, como son las especies vegetales transgénicas que polucionarán las infraestructuras ferroviarias. En este sentido, en determinadas líneas férreas por donde frecuentemente circulan trenes de granos, ya se observa la presencia de brotes herbáceos procedentes de semillas transgénicas a las que la ingeniería genética ha dotado de una gran resistencia a los herbicidas más ampliamente utilizados, tanto en aplicaciones industriales como agrícolas. Será un nuevo reto que el *vegetation management* en ferrocarriles deberá afrontar en los albores del próximo milenio.

REFERENCIAS

Below, M.- «Status quo: The German Weed Control System», Conf.Proc. Weed Control, 1997.

G. Boeken (Ed.), «Vegetation Management in Public Areas». Monsanto, 1994.

Díez, A.-»Malherbología. Tratamientos industriales»,Bol.Serv.Def.Plag.Ins.Fit.,8(1) 1982.

Dohmen, B.; Koulen, M.- «Selektive Herbizidapplikation auf Bahngleisen», Der Eisenbahningenieur, 46, 1995.

Kuppelwieser, H.-»Selected methods of weed control at SBB», Conf.Proc.Weed Control, 1997.

Liñán Vicente, C.- «Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales», Ed. Agrotécnicas, S.L.Madrid (1997).

Mather, M.- «The german weed control: future plannings» Conf. Proc. Weed Control, 1997.

U.I.C.- «Choix et application des herbicides sur la superstructure de la voie compte tenu de la protection de l'environnement». U.I.C., Sous-Com. Matériel Fixe et Maintenance, G.E. 7G 26, Rapport Final, 1990.

RENFE.- «Plan de Acción Prevención de Incendios Forestales 1997», G. Prot.Civil, 1997.

SINTRA.- «Manual de Calidad, Proc. Generales, Proc. Específicos», Madrid, 1997.

