

## **Malherbología. Tratamientos industriales**

A. Díez GARCÍA

La utilización de herbicidas no es parcela exclusiva de la agricultura. Otros áreas de la actividad humana se pueden también beneficiar de los resultados y experiencia adquirida durante tantos años de aplicación selectiva de los herbicidas.

Las malas hierbas perjudican también nuestra economía cuando proliferan indiscriminadamente en vías de ferrocarril, en carreteras, en aeropuertos, en zonas industriales, convirtiéndose en responsables directos de importantes daños a materiales y estructuras y creando circunstancias propicias para accidentes e incendios.

El empleo de herbicidas como instrumento de mantenimiento en zonas industriales ofrece, no obstante, importantes diferencias con respecto a su utilización en cultivos agrícolas. La enorme variedad de especies vegetales existentes, la difícil penetración de los herbicidas en suelos fuertemente compactados y el bajo contenido de humedad de los mismos son algunos de los factores que conforman las complejas interacciones que concurren en los tratamientos industriales.

Hasta hace pocos años las aplicaciones industriales de los herbicidas se limitaban a las que se realizaban en las vías de ferrocarril. En la actualidad son muchos los sectores industriales y de servicios públicos que tienden a adoptar los herbicidas como instrumento básico en los trabajos de mantenimiento.

Los resultados de los tratamientos industriales dependen fundamentalmente de los equipos que se utilizan en las aplicaciones, pues el mejor herbicida puede resultar ineficaz a menos que se haya aplicado correctamente: es decir, el herbicida y el equipo de aplicación son vitales e inseparables para el logro de buenos resultados.

ANDRÉS DíEZ GARCÍA. SINTRA (Madrid).

### **INTRODUCCION**

#### *I. Rasgos generales de los tratamientos herbicidas industriales*

Las hierbas tenían ya sus luchas no solamente antes de la aparición de los herbicidas, sino antes de la aparición del hombre sobre la tierra. Las hierbas de gran desarrollo en todo tiempo han ensombrecido a las pequeñas, que crecen entonces con prisa para adueñarse de su ración de sol, y al esparcir las raíces bajo la tierra, hay algunas, quizá demasiado codiciosas, que estorban a las demás en su legítimo empeño de alimentarse.

Es evidente que las hierbas carecen en absoluto de vanidad; nacen en cualquier parte sin saber que sólo por el hecho de nacer allí, el

lugar queda embellecido. No se aburren nunca porque no miran a la tierra, sino al cielo, que es tan cambiante, según las horas y según las nubes, que jamás es igual a sí mismo.

Las hierbas son también la diversidad. Como quiera que se agrupen, forman un conjunto armonioso y hasta las que nacen aisladas en los muros de una catedral, en el bordillo de una acera de una calle sombría o entre las espigas del trigo parecen tener una profunda significación que emociona el espíritu. Entre todos los seres vivos son los más pacíficos, los más bondadosos, los que poseen un alma más sencilla e ingenua.

Pero la Desgracia, que conoce todos los caminos del mundo, pone, a veces, sus pies en los senderos de su vida. Es cuando acuden las máquinas de laboreo para satisfacer las necesi-

dades económicas del hombre o cuando un ascua desprendida hace nacer entre la hierba seca una lengüecilla roja que después se multiplica, crece y corre alterando la calma feliz que es la habitual en su morada.

Pero ya cuando el hombre del Neolítico (y su mujer) labró el terreno alrededor de su cueva para eliminar la vegetación y prepararlo para establecer en él las primeras siembras de trigo, entabló una batalla que no ha concluido todavía, ni terminará; una guerra contra las hierbas, contra todas las hierbas cualquiera que sea su ascendencia, contra su libertad, porque todas son enemigo, todas son «malas hierbas» si crecen donde el hombre las considera indeseables.

El hombre y su tecnología agraria ha conseguido domesticar sus libertades estableciéndolas en colonias uniformes para que, libres de competencia, crezcan y fructifiquen con mayor intensidad, aportando artificialmente las condiciones de suelo y humedad que satisfagan sus propósitos. Pero todas las hierbas y no solamente las seleccionadas aman intensamente el agua y, como consecuencia, la virulencia de la lucha contra las plantas mendigas se ha intensificado y se ha estudiado profundamente su fisiología para conseguir ahuyentarlas y destruirlas por los procedimientos más incisivos.

Está muy claro para el hombre que sustenta su economía en el trabajo agrícola u hortícola que las hierbas que invaden sus cultivos son malas. Compiten con el cultivo, pues, le roban luz, espacio vital, agua y alimentos del suelo. Para el agricultor, esas hierbas malas, son también habitáculos de insectos y enfermedades que se alimentan o infectan sus cultivos. En fin, las malas hierbas le resultan caras al agricultor; la humedad y los nutrientes del suelo, que frecuentemente no son muy abundantes, desaparecen rápidamente cuando las plantas cultivadas tienen que compartirlos con huéspedes no invitados.

El agricultor sabe ahora ya muy bien el alto precio que tienen que pagar si permite que las malas hierbas invadan sus cultivos. Todos los agricultores están de acuerdo en que «las ma-

las hierbas se comen los beneficios»; no hay disensiones en la opinión general de que, además de disminuir las producciones y su calidad, la presencia de hierbas indeseables hacen inadecuados los sistemas de riego y de drenaje, perjudican a las máquinas cosechadoras y aumentan los riesgos de pérdida del cultivo por incendios.

En consecuencia, para el agricultor se han hecho preceptivos los métodos para el control selectivo de la vegetación (es decir, la eliminación de solamente las plantas no deseadas) y los procedimientos químicos para conseguir ese control son en la actualidad indispensables en agricultura para obtener y mantener los altos porcentajes de producción que exige la creciente demanda del mercado. La agricultura tiene ya bien comprobada la eficacia del establecimiento de programas de control químico de hierbas que conducen a importantes ventajas, tanto de orden técnico como económico. En la era del progreso la tecnología agrícola, como veremos, no se ha quedado atrás.

Pero la utilización de la tecnología del Control Químico de Hierbas no es parcela exclusiva de la agricultura. Existen otras áreas de la actividad humana que se están beneficiando de los resultados y de la experiencia obtenida de tantos años de aplicación selectiva de los herbicidas en agricultura. Desde hace algunos años se emplean los herbicidas en lo que se ha dado en llamar «Tratamientos Industriales», parte ya importante de la antigua ciencia de la Malherbología.

Evidentemente, tanto el concepto como el propósito de los tratamientos herbicidas industriales son diametralmente opuestos a los que se persiguen con el control selectivo de los cultivos agrícolas. En el deshierbe industrial la totalidad de la vegetación, en la mayoría de los casos, debe desaparecer temporalmente o para siempre; se busca que el terreno quede completamente calvo, incurablemente calvo. Pues, lo mismo que en una pista de tenis de tierra batida la presencia de una hierba puede alterar el bote de la bola y decidir un partido, así en las grandes superficies de terreno

dedicadas a la industria o a las redes viarias de transporte la presencia de vegetación puede llegar a producir daños irreparables tanto en vidas humanas como en instalaciones, por accidentes o incendios.

Desde hace años, en la gestación de cualquier proyecto para la instalación de una planta industrial se tiene en cuenta la probabilidad y el riesgo de que se puedan originar incendios y en consecuencia se preven los medios para controlarlo y extinguirlo. Los edificios que se encuentran dentro de la planta industrial serán de materiales resistentes al fuego, los tanques de almacenamiento de productos combustibles estarán convenientemente protegidos, se dispondrá de una importante red hidrante, etc. Todos estos factores y otros que se pueden adivinar constituyen una serie de normas establecidas para conseguir la mayor seguridad. Son normas que, aparte de que se adecúen medios no preventivos como parques de bomberos, tienden a prevenir y minimizar los accidentes a que toda industria está expuesta en sus diferentes sectores de proceso, almacenamiento y transporte.

Es probable que en las normas internacionales de seguridad no se contemple la eliminación de las hierbas en las industrias como importante premisa de su seguridad, porque, en otros países, ni existen veranos tan prolongados como en el nuestro ni tienen regímenes pluviométricos tan bajos como en España. Estas dos circunstancias, sequedad de ambiente y de suelo, producen durante nuestros largos estíos la transformación de los terrenos industriales en áreas pobladas de una importante masa de vegetación seca (hierbas y malezas) harto sensible a las caricias del fuego.

Las campañas de prensa, televisión y radio que frecuentemente se nos ofrecen con slogans elocuentes y aterradores no están solamente dirigidas al excursionista que quiere hacer su paella en el monte o al fumador, también son para la industria, en general y para la petroquímica en particular, una importante llamada de atención. La acumulación de residuos vegetales secos en patios de industrias, en



Fig. 1.—Aunque parezca lo contrario no se trata de una instalación industrial que está abandonada desde hace varios años; es simplemente una planta petroquímica, actualmente en pleno rendimiento, donde no se da importancia a los enormes riesgos a que tal negligencia puede conducir. Los tratamientos herbicidas industriales tienen, como es obvio deducir, unas amplias perspectivas de desarrollo en España.

apartaderos ferroviarios, en arcenes de carreteras, etc., hace pensar seriamente en el interés de establecer adecuados y eficaces programas para erradicar la continua exposición al peligro del fuego.

La solución parece evidente, ya que una brigada de obreros, en ratos libres, puede dedicarse a cortar y retirar hierbas y malezas. Sin embargo, si comprendemos la biología de los vegetales sabemos que su soporte, el suelo, es en realidad materia viva permanentemente latente; nuevas semillas germinarán fácilmente, las malezas amputadas rebrotan con renovado vigor y, por ello, la labor de aquella brigada de obreros es efímera y, en consecuencia, cara e ineficaz. ¡Qué respuesta más lógica es la utilización de productos químicos, no corrosivos, no combustibles, no inflamables, que impidan la germinación de las semillas y la regeneración de fragmentos vegetales!

Pero también en actividades tan extrañas a la Fitoquímica como pueda parecer la Arqueología, sus caminos se entrecruzan. Por todos los arqueólogos es bien conocido el daño que producen las hierbas que vegetan sobre las

estructuras murales de nuestros monumentos. Los efectos destructores de las plantas se centran en la expansión de las raíces, en la acción química (el CO<sub>2</sub> que desprenden ataca, ayudado por el agua, gran número de minerales y disgrega rocas compactas) y en la condensación de la humedad. La conservación del patrimonio arqueológico no depende solamente del establecimiento de barreras y activa vigilancia para evitar la codicia de los coleccionistas, sino también de cuidar de todo aquello que lo prevenga de la acción del tiempo, el cual determina un lento proceso de deterioro, interviniendo sistemáticamente para combatir la causa natural directa. La obra del arqueólogo no se limita a la fase científica de la excavación, de la localización histórica y del estudio de la estructura, se debe extender también a la conservación de la obra restituida para admiración del mundo moderno.

Si por ventura observamos las grietas y abultamientos que originan las raíces de las plantas en paseos y calles, el resquebrajamiento de la capa asfáltica de las carreteras y las hendiduras en las losas de hormigón, se podrá valorar cual es el daño que pueden causar a los monumentos y restos arqueológicos las raíces de las plantas infectantes. Somos testigos de las pequeñas acumulaciones de detritus que se encuentran a lo largo de los muros, de los abultamientos de los mosaicos bajo los cuales se insinúan las raíces que con la continua y progresiva presión terminan por descalzar el entramado. Pero los daños producidos son todavía más importantes cuando se intenta vencer a mano la tenaz resistencia de las plantas arraigadas en la obra. La presencia de las hierbas no puede ignorarse, ni su extirpación se puede lograr arrancándolas a mano, pues en éste caso, al extraer las raíces se arrastra una buena parte de la estructura; además, como una gran parte del sistema radicular de las plantas arrancadas permanece en el sitio, en breve tiempo se vuelve a reconstituir una nueva parte aérea de la planta y su proporcional expansión radicular. ¡Qué justificado estaría aquí también el empleo de herbicidas!

En los últimos años la utilización de herbicidas en zonas no cultivadas o áreas industriales es un tema que ha tenido una notable importancia y asimismo conveniencia económica con respecto al tradicional sistema de eliminación manual o mecánica de la maleza infectante.

Si las malas hierbas son uno de los principales factores que inciden notablemente en los resultados técnicos y económicos de cualquier cultivo, los daños que producen las hierbas indeseables no se limitan al sector agrícola sino que afectan también a otras actividades del hombre (conservación de carreteras, ferrocarriles, canales, zonas deportivas, áreas habitadas, etc.), en las que los daños, aunque no puedan ser fácilmente cuantificables en términos económicos, son siempre muy importantes.

No debemos dejar de considerar que la mezcla y abundancia de las especies vegetales infectantes es muy variada y diversa de acuerdo con la naturaleza del terreno, la temperatura, la humedad, etc. Por ejemplo, las especies vegetales existentes en muchos países europeos, sobre todo, en el norte, se limitan a un número relativamente reducido y su actividad vegetativa también está reducida a los meses de verano. Por el contrario, las condiciones climatológicas de los países mediterráneos admiten un más dilatado período vegetativo lo que favorece la repetición de los ciclos dentro del mismo año. A esto hay que añadir una más amplia gama y una más compleja distribución territorial de las especies vegetales para comprender la mayor dificultad que se encuentra en estos países para el control de las plantas indeseables.

## II. Aspectos económicos de los tratamientos industriales. Costo y sentido

La aplicación de herbicidas para la eliminación o control de la vegetación como instru-

Fig. 2.—La modernización de las instalaciones industriales, como en este caso una línea férrea electrificada, queda en precario si puede ser agredida por un importante problema de vegetación.

mento o sistema de mantenimiento de instalaciones industriales ofrece bastantes diferencias con respecto a la utilización de cualquier otra herramienta de mantenimiento. Si se elige el producto adecuado para el sitio adecuado y en la época adecuada y, además, el personal que tenga la habilidad de aplicarlo adecuadamente, la herramienta hace sola su trabajo.

Se ocurren, sin embargo, preguntas para justificar el gasto. ¿Cómo se puede medir exactamente el valor o coste de un programa de eliminación de vegetación? ¿Cómo pueden los responsables de mantenimiento de una industria, de una carretera, de un ferrocarril, de un resto arqueológico justificar el costo de ese programa de eliminación de vegetación? ¿Cómo puede la Dirección de la industria decidirse a aprobar, en base a un objetivo definido, el programa de eliminación de vegetación? ¿Cuál es la inversión óptima necesaria para conseguir los resultados deseados? En otras palabras, ¿cómo se puede medir o comparar el costo del programa con los resultados obteni-

dos? Porque las razones para justificar y aprobar un programa de tratamientos herbicidas industriales, muy manoseadas a través de los años, son razones de matiz, muy sensibles. Son razones de carácter cualitativo no fácilmente cuantificables.

La necesidad de la eliminación de la vegetación y los beneficios que se pueden derivar de ella son una mezcla de consideraciones muy personales. Comprenden reglamentaciones oficiales, normas generales de seguridad en el trabajo, normas particulares de cada empresa u organismo público concernientes a seguridad de sus instalaciones y de su personal, etc. Podemos medir los costos, pero no podemos cuantificar los beneficios y mucho menos contabilizarlos. Precisamente porque son beneficios intangibles, tales como mayor valor estético, menores temores a riesgos de personas y cosas, etc.

Aseguramos que un buen programa de control de vegetación en ferrocarriles impide la colmatación del balasto, mejora el drenaje de



la explanación, mejora la visibilidad tanto para la inspección de la vía como para la circulación de los trenes, evita riesgos de incendios, protege la señalizaciones y comunicaciones, previene los derrapes de las locomotoras, mejora las condiciones de trabajo del personal, etc. Todas ellas son razones de extraordinaria importancia y, no obstante, todavía desconfiamos en cuanto a que los aspectos cualitativos sean suficientes para justificar el gasto.

Es difícil ciertamente definir y establecer cual debe ser el porcentaje que el costo de un programa de control de vegetación debe representar sobre el presupuesto total de los gastos de conservación y mantenimiento de las instalaciones industriales y, no obstante, debemos reconocer que el dinero empleado para el control químico de la vegetación parece una buena inversión. Cabe también preguntarse si las industrias, las administraciones de carreteras, los ferrocarriles, están sacando el mejor partido, para reducir los gastos de mantenimiento, mediante la utilización de los herbicidas. Puede que así sea, pero evidentemente no se han hecho todavía estudios estadísticos sobre la economía que se puede derivar de la utilización de los herbicidas.

Podríamos aventurarnos a sugerir las bases para la obtención de una información razonable que pudieran ser las siguientes:

1. Desglosar el coste total de la eliminación de la vegetación por medios mecánicos, incluyendo en ese coste la inversión en maquinaria, y compararlo con el costo de la aplicación de herbicidas. Seguramente con claridad se vería cual de los dos procedimientos es el mejor para conseguir un más eficaz y más económico control de la vegetación.

2. Comparar el costo de la mano de obra y la maquinaria en diversas zonas donde existan distintos problemas de vegetación más o menos abundante, deduciendo la media en pesetas/km. o ptas./m.<sup>2</sup>

3. Puntuar la rapidez y precisión con que se pueden detectar anomalías en ferrocarriles, carreteras o zonas industriales en sectores libres

de vegetación y compararlos con zonas donde la vegetación sea abundante.

4. Determinar el coste anual de los daños que anualmente se producen por causa de incendios y valorar cual es el porcentaje de ese coste imputable a la existencia de hierbas.

5. Valorar el costo que representan los accidentes en carreteras, en pasos a nivel, en la industria y determinar qué porcentaje de ellos se podrían evitar mediante un buen programa de control de vegetación.

6. Determinar si la vida útil de las traviesas y carriles del ferrocarril, si los desperfectos en los bordes y arcenes de las carreteras, si los pavimentos en plantas industriales podrían tener una vida más larga mediante un eficaz programa de eliminación de hierbas; pues un ligero alargamiento de esa vida podría justificar y financiar un excelente tratamiento con herbicidas.

7. En el caso de ferrocarriles sería interesante determinar si el bateado del balasto o su sustitución, que se realiza normalmente cada 8-10 años, se podría postponer en varios años mediante el establecimiento de un adecuado programa de control de vegetación. En las carreteras, determinar si la reparación de los arcenes asfaltados se podría espaciar varios años no permitiendo la germinación de especies vegetales.

Existirán muchos otros argumentos valorables que en apoyo de los expuestos puedan servir de base para decidir si los tratamientos herbicidas industriales se pueden considerar y valorar como un excelente útil para el mantenimiento de instalaciones industriales.

Los grandes progresos de la industria química ha puesto en nuestras manos una amplísima gama de productos, sin duda, todavía no suficientes dada la enorme heterogeneidad y abundancia de especies vegetales diferenciadas en su fisiología, que estoy seguro se podría completar si conjuntamente la investigación agraria y los problemas de vegetación de las industrias, carreteras y ferrocarriles buscasen soluciones; soluciones que no son otras que determinar cual es la óptima y realística rela-

ción entre eficacia y economía, entre valor y costo en los programas de control químico de la vegetación. Porque estoy seguro de que una pequeña mejora en los gastos generales de conservación como consecuencia del establecimiento de un adecuado programa de control de hierbas compensaría con creces los gastos adicionales. Lamentablemente los presupuestos se hacen de año en año y la contabilización de los resultados tampoco superan esa periodicidad, a pesar de que los proyectos en la industria se realizan con más amplias perspectivas. Todavía hablar de herbicidas en la industria es hablar de agricultura, porque aún no ha llegado el momento de considerar los herbicidas como una herramienta más de la industria.

Los herbicidas siguen siendo en la industria un subproducto de la agricultura. Esta es quizá una de las razones por las que la industria no ha concedido a los herbicidas la homologación o la aceptación de herramienta industrial.

Cuando se intentan vender herbicidas en la industria, antes de saber si eso puede tener interés para ellos, derivarán la conversación y preguntarán ¿bueno, pero qué producto me recomienda para quitar el pulgón de mis rosales? Hay empresas multinacionales que hace años dirigieron la publicidad de algunos de sus herbicidas hacia el sector industrial exclusivamente; el impacto fue grande, pero el momento quizá inoportuno, porque todavía la mano de obra era barata. Yo he visto, no hace mucho tiempo, al final de la década de los sesenta, brigadas de más de un centenar de obreros remover el balasto de las vías para rozar las hierbas, y a los ocho días ya se volvía a ver verdear.

Pero es que no se debería comercializar en la industria un herbicida que se presente también como adecuado para solucionar un problema de hierbas en un cultivo agrícola, pues invita a desconfiar. Recuerdo la desilusión que me produjo la publicidad del bromacil como herbicida para agrios, cuando hasta ese momento era solamente un excelente herbicida para usos industriales, con enormes perspectivas. Pero, ¡si hasta al clorato sódico se le han

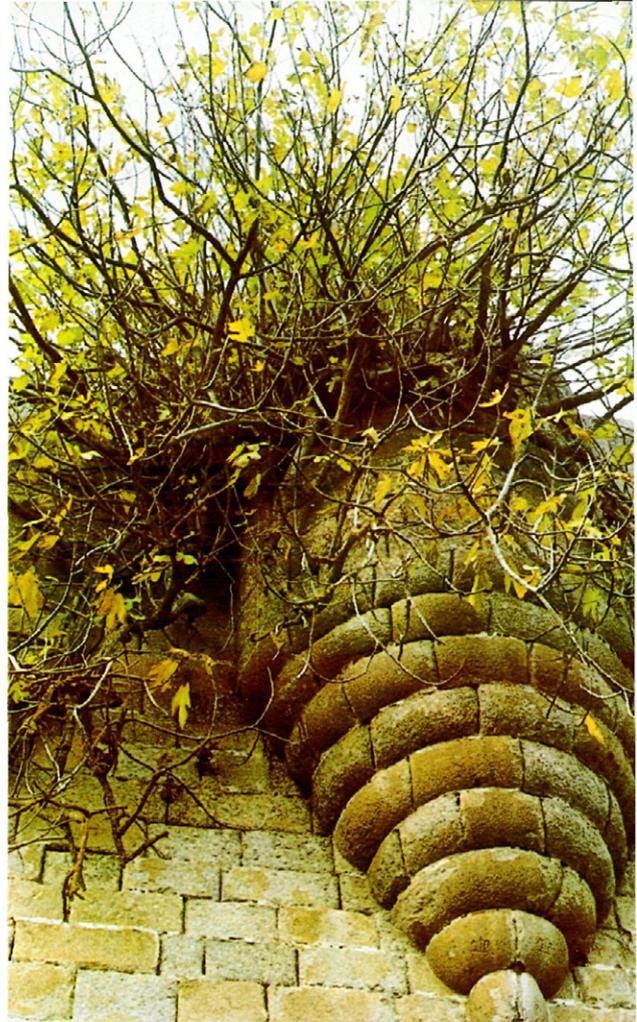


Fig. 3.—*Apresado por la vegetación.* Una higuera aprisiona los garitones con los fuertes lazos de sus raíces y de sus ramas, como si quisiera estrangularlos o arrancarlos de su bella ménsula.

querido dar aplicaciones agrícolas! Sería conveniente «dar al César lo que es del César», pues si no se hace así, la industria seguirá considerando los herbicidas como subproducto de la agricultura, con todo el desprecio que la industria siempre ha tenido por su pariente pobre.

Y no debe sorprender esto a nadie, porque los herbicidas industriales han estado minusvalorados y hasta despreciados por las propias organizaciones agrícolas que comercializan pesticidas, en general, y hasta por los técnicos agrícolas. Hace años, no muchos, al presentar una oferta en una instalación industrial para



Figs. 4 y 5.—En la industria y en especial en la petroquímica, el control de vegetación es indispensable, puesto que las hierbas constituyen un potencial peligro de incendio e incrementa los peligros de corrosión de las instalaciones.



Figs. 6 y 7.—El establecimiento de adecuados y sensatos programas de control de vegetación puede conducir a resultados tan prácticos como el que muestran las fotos. Y es fácil comprender que, hoy por hoy, el más sensato, adecuado y económico programa de control de vegetación está basado en la utilización de herbicidas industriales: no existe otra alternativa mediante la cual se puedan obtener resultados tan definitivos.



el tratamiento de 5 ha. de terreno invadido por la vegetación, al precio de 1,50 ptas./m.<sup>2</sup>, la empresa solicitó información a un agrónomo oficial quien tuvo una entrevista conmigo en la que me espetó. Pero, ¿cómo es posible que pida usted 15.000 ptas/ha si eliminar las malas hierbas de los cereales cuesta no más de 500 pesetas/ha.? Evidentemente no se me aceptó el presupuesto y supongo que arrancarían las hierbas a mano con un costo más elevado que el que yo pedí y, además, al mes siguiente la vegetación estaba nuevamente invadiendo el terreno. No es, pues, sorprendente que los herbicidas industriales hayan sido y sigan siendo todavía una actividad atípica dentro del mundo de las empresas de pesticidas, al menos, en España. Esa es la razón de que no existan en España herbicidas que estén exclusivamente comercializados y dirigidos hacia el mercado industria. Quizá tengan sus razones, aunque es dudoso que ese mercado tenga menos interés que el de las cebollas o los ajos para los que se comercializan herbicidas específicos.

En otros países el tremendo desarrollo industrial del último cuarto de siglo ha permitido que los herbicidas se acepten como una herramienta o un instrumento más de trabajo para conseguir un eficaz control de la vegetación. Evidentemente la industria ha pasado de una dependencia de la mano de obra al empleo de productos químicos para el control de hierbas, sin duda debido al costo de aquella y a que no es fácil encontrar gentes que realicen ese ingrato trabajo. Se han convencido porque el grado de control conseguido con los herbicidas excede ampliamente al que se obtiene a mano o con máquinas. La dificultades de eliminar la vegetación en zonas de difícil acceso ha convencido a los responsables de la industria de la conveniencia de realizar las aplicaciones herbicidas antes que salgan las hierbas, antes que se cree el problema. La consecuencia es que hoy los programas de control químico de vegetación se han convertido en un capítulo ineludible a considerar dentro de los presupuestos anuales de mantenimiento de cualquier industria.

Y las bases fundamentales para incluir en los presupuestos un programa de control de vegetación podemos decir que son, básicamente, en esos países donde el tema ha calado o ha sido inculcado profundamente, las siguientes:

a) Por estética y porque a todo el mundo le gusta vivir o trabajar en un ambiente limpio, sin bolsas de plástico, ni papeles, ni hierbas.

b) La ausencia de hierbas, sobre todo, de las que ya están secas (y casi todas pueden llegar a secarse una vez finalizado su proceso biológico) tranquiliza con respecto a los incendios y a su propagación. ¿Quién no procura que su casa esté rodeada de un cortafuegos conseguido bien sea con herbicidas, sembrando césped o rozando las hierbas a mano? Si la economía anda por medio es fácil deducir cual es el procedimiento más económico.

c) No es de despreciar el hecho de que los roedores y culebras suelen estar entre la vegetación existente en las proximidades de edificios y almacenes; y la repulsión por esos animales es bastante general, tanto por parte del obrero como del patrón.

d) En patios de industrias o almacenes al aire libre donde existe depositada maquinaria o materiales en general, la humedad que retienen las hierbas puede causarles enormes daños facilitando su corrosión.

Son solamente cuatro argumentos que se podrían simplificar en: Estética, seguridad de las personas, de los inmuebles y de las cosas = = limpieza y seguridad. ¿Y quién no busca esas cualidades para sí, para todo lo que le rodea, y para todo aquello de que es responsable? El que arroja un pitillo encendido por la ventana de su auto para no manchar su coche y evitar que huelga mal en él, lo hace por limpieza; pero el propietario que ve caer la colilla entre las hierbas próximas a su propiedad se acuerda de su padre: eso es seguridad.

Figs. 8 y 9.—La industria y los organismos públicos son ya conscientes de las ventajas que proporciona el establecimiento de adecuados sistemas de eliminación de la vegetación.





Figs. 10 y 11.—Eficaz respuesta de los herbicidas a un programa de control de vegetación en ferrocarriles.

dad. el que tira la colilla es un desalmado, pero el que tiene su propiedad rodeada de hierbas secas es un suicida. Y es curioso que casi todo lo que da seguridad es estético.

Cuando finalmente se convence la industria de que los herbicidas no tienen solamente utilidad en agricultura, se pasa al extremo opuesto, se piensa que son la panacea universal, el caballo de Atila. Tratar de convencer que es preciso hacer un tratamiento todos los años o cada seis meses, hace desconfiar de su eficacia. Es preciso entonces recordar que si para que una superficie metálica no se oxide conviene darle una mano de minio y repetir cada cierto tiempo ese tratamiento, así también se ha de tener en cuenta que la tierra es la superficie idónea para que las semillas germinen y las hierbas crezcan, y que los herbicidas también están expuestos a los elementos atmosféricos. Esperemos llegue pronto el día en que lo mismo que se sabe hoy lo que es el minio al hierro, se conocerá lo que es tal herbicida al

patio de una fábrica, a un tramo de carretera o a una vía de ferrocarril.

### III. Los suelos industriales

El suelo es el medio natural en el que proliferan las hierbas; sus características están fuertemente influenciadas por el clima y los organismos vivos y esos factores hacen que un suelo cultivado sea dinámico, pues continuamente se están produciendo cambios en él. Pero un terreno industrial, aunque haya sido cultivado en tiempos pasados, es consecuencia de movimiento de tierras, desmontes y terraplenes, afinados finalmente por energías compactaciones.

Si un suelo agrícola está compuesto de sólidos (orgánicos o inorgánicos), de porciones líquidas (el agua como disolvente de aquéllos) y de gases (aire y  $\text{CO}_2$ ), las distintas proporciones de sólidos, líquidos y gases marcan las diferencias entre los suelos y determinan su

fertilidad. Para conseguir buenas cosechas o buenas praderas los cultivos necesitan labores del terreno, suministros de aire, agua y nutrientes y condiciones favorables para el desarrollo de los beneficiosos microorganismos del suelo. En un suelo agrícola una alta acidez o una alta alcalinidad o la presencia de otras sales es perjudicial para los cultivos. Todas las características negativas para los cultivos están presentes en los terrenos industriales y, sin embargo, las hierbas crecen con extraordinario vigor.

En realidad cualquier terreno industrial ha sido previamente un terreno de cultivo agrícola que ha perdido esa cualidad porque en su estructura superficial se han producido importantes modificaciones y finalmente una enérgica compactación; teóricamente se le han proporcionado las peores condiciones físicas para el crecimiento de las plantas, aunque no haya sido esa la idea original.

Un terreno industrial se prepara de forma que el agua de lluvia discurra por su superficie o drene con la mayor rapidez, es un terreno con humedad el menor número de horas al día y de días al año. Será un terreno que carece de los residuos animales y vegetales que constituyen la materia orgánica imprescindible en los suelos agrícolas. Todo lo que en agricultura constituye la fértil costra vegetal ha sido sustituida por... zahorra.

El humus que tiene una elevada capacidad para almacenar humedad y nutrientes es prácticamente inexistente; si no hay humus, es decir, materia orgánica tampoco hay carbohidratos, proteínas ni ácidos orgánicos; no quedan más que algunas sustancias minerales y el único microorganismo que pueda generar sustancias asimilables, son las hormigas. En estas condiciones no quedan más que sustancias inorgánicas puras y el único nitrógeno asimila-

ble es el atmosférico, pero como teóricamente no debe haber vida vegetal tampoco podrá ser absorbido por las raíces y se perderá a capas profundas.

Un suelo ideal para cultivos agrícolas debe poseer buenas textura y estructura, según algunos un 25 por 100 de pequeños poros para el movimiento del agua y un 25 por 100 de poros grandes o espacio para la aireación, el 50 por 100 restante puede ser materia sólida. Y todo ello porque las raíces de las plantas precisan oxígeno, y por tanto, deben estar adecuadamente aireadas y ventiladas para que puedan realizar su proceso de respiración (el intercambio oxígeno - anhídrido carbónico), pues en caso contrario su ritmo de respiración falla y de él depende directamente la absorción de nutrientes y agua por las raíces. Este intercambio evidentemente solo puede tener lugar a través de los espacios existentes entre las partículas sólidas del suelo. Pero, después de una compactación, ¿cuál será el tamaño de los poros? Un suelo industrial obtenido con zahorra tiene suficiente aireación, pero escasa capacidad para retener humedad, puesto que no tiene esos pequeños poros necesarios para retenerla sino grandes espacios no capilares.

En suelos tan poco propicios para la vida de los microorganismos benefactores de los suelos agrícolas, tampoco se puede pensar en una descomposición de los herbicidas orgánicos. Y todo lo que sean condiciones desfavorables para los microorganismos, juntamente con poca



Fig. 12.—La aplicación de herbicidas residuales exclusivamente, en zonas donde la vegetación tiene escaso desarrollo, no deja residuos secos en el terreno o los que quedan son fácilmente descompuestos.

temperatura, poca humedad, poca aireación, harán que los herbicidas aplicados continúen ejerciendo su latente acción fitotóxica durante mucho tiempo. Es bien conocido el hecho de que en terrenos donde los organismos vivos han sido destruidos con vapor u otros métodos la descomposición de los herbicidas es prácticamente nula.

Existen, no obstante, otras circunstancias que permiten y facilitan la descomposición de los herbicidas en los suelos industriales. El calor, la misma composición química del suelo, dan origen a procesos de oxidación, reducción o hidrólisis que hacen perder el carácter fitotóxico a los herbicidas. Por ejemplo, al Dalapón y el TCA de carácter muy higroscópico se hidrolizan fácilmente en presencia de humedad quedando sin efecto su potencial herbicida. También los coloides del suelo producen por su capacidad de absorción una descomposición herbicida mediante un cambio iónico, si bien es verdad que estos cambios iónicos se producen con mayor intensidad en terrenos con alto contenido en materia orgánica que en los pobres terrenos industriales.

#### IV. *La longevidad de las semillas*

La longevidad de las semillas es mayor cuanto más profundamente estén enterradas, puesto que disponen de menores porcentajes de oxígeno; asimismo la falta de luz favorece la conservación. Miles de años han estado semillas en las secas tumbas egipcias sin perder su poder germinativo, lo que quiere decir que se ha mantenido la vida en esas semillas en un proceso continuo, lo cual no tiene nada que ver con la conservación de las momias de los faraones, puesto que ésta ha sido el resultado de la ausencia de organismos vivos capaces de descomponer la materia orgánica. En consecuencia, es evidente, que el simple laboreo de un terreno durante varios años reduce la población de semillas y, por el contrario, si se abandona el cultivo del terreno se poblará de vegetación; y si al cabo de treinta años se

vuelve a cultivar aparecerán nuevamente las especies originales, lo que probará que las semillas permanecieron en estado latente mientras estuvieron enterradas en capas profundas.

El letargo de las semillas es el período transcurrido antes de su germinación; puede durar semanas, puede durar años, garantizando así la viabilidad de las semillas. Los factores que las afectan durante ese período son la temperatura, humedad, oxígeno, la resistencia mecánica de la semilla, la inmadurez del embrión y, ocasionalmente, la luz.

Como es lógico deducir, la textura del suelo tiene gran influencia en cuanto a la profundidad a que las semillas germinan. En terrenos arenosos y sueltos pueden germinar a mayor profundidad que en los arcillosos y fuertes, debido a la mayor aireación y mayor disponibilidad de oxígeno existente en los terrenos sueltos.

Parece evidente que, mediante el empleo de herbicidas se pueden ir controlando las semillas de los estratos superficiales, despreciando las de dos estratos más profundos e incapaces de germinar, siempre que no se altere la estructura del suelo; de esta forma la capa superficial se puede mantener relativamente libre de hierbas. Naturalmente la repetición anual de estos tratamientos herbicidas que controlan las hierbas antes de que puedan producir nuevas semillas es enormemente útil en cultivos perennes como pastizales, céspedes, etc.

#### V. *La fisiología de las hierbas y los herbicidas*

Los procesos vitales de las plantas son numerosos y muy variados, son complejos y delicadamente equilibrados; basta alterar alguno de ellos ligeramente y se desencadenarán reacciones que producen importantes cambios en el metabolismo del vegetal. Incluso una ligera alteración en el entorno de las plantas puede conducir a importantes alteraciones en los procesos vitales. Muchas especies perennes permanecen aletargadas en el suelo durante el invierno, sin embargo, basta elevar unos pocos gra-

dos de temperatura del suelo y comenzarán a funcionar una serie de reacciones que proseguirán durante su período de crecimiento.

Los enormes problemas que dificultan la aclaración del mecanismo de acción de los herbicidas son debido a la complejidad de las variables existentes, de ahí que las respuestas a la actuación de los herbicidas no puedan ser soluciones matemáticas, sino supeditadas a parámetros fisiológicos.

La mayor o menor selectividad de los herbicidas para con las plantas depende de diversos factores, morfológicos, de capacidad de absorción, forma de translocación y fisiológicos.

Las características morfológicas de cada especie vegetal son las que determinan la selectividad en los resultados del empleo de herbicidas y así mismo determinan la resistencia de las zonas meristemáticas de las plantas a la acción de los herbicidas y su grado de retención.

Evidentemente, para que un herbicida sea eficaz, primeramente tiene que penetrar en las plantas. En unas especies, la capacidad de absorción del herbicida es rápida, otras lo absorben más lentamente, otras lo repelen. Las zonas corrientes de penetración en las plantas son a través de las raíces y a través de las hojas y tallos verdes. La capacidad de absorción depende también de la naturaleza del herbicida y de la temperatura. En muchos aspectos el proceso de absorción es un proceso químico que, dentro de límites biológicos y aumenta notablemente cuando la temperatura es superior a 14° C.

El movimiento de los herbicidas dentro de las plantas o fenómeno de translocación depende de factores físicos y fisiológicos. Los herbicidas que penetran a través de hojas y tallos verdes se translocan hacia las raíces en el floem, cuyos tejidos están formados por células vivas. Cuando los herbicidas se mueven desde el suelo hacia la parte aérea de las plantas son realmente vehiculados por los mismos mecanismos de transpiración que mueven el agua y los elementos nutritivos del suelo y se realiza por los vasos que constituyen el xilem, formado por células no vivas, por lo que el proceso de

transporte depende de factores físicos, como la luz, la temperatura, la velocidad del viento y la humedad del suelo, que son, en realidad, los condicionantes de la transpiración de las plantas. Se comprende así que en terrenos muy secos las posibilidades de translocación de los herbicidas residuales sean escasas o nulas. Herbicidas tales como las ureas sustituidas, las triacinas y los uraciles son ejemplos de fácil transporte desde las raíces hacia la parte aérea a través del xilem; y en general, toda clase de herbicidas, aún los más activos y fitotóxicos, pueden ser absorbidos del suelo y ser transportados a todas las partes del vegetal e, incluso, este proceso continúa después de muertas las raíces.

Si el floem está formado por células vivas es lógico que dosis pequeñas de herbicidas sean fácil y rápidamente translocadas, y la planta muere lentamente. Si, por el contrario, se aplican altas concentraciones de herbicidas se pueden dañar las células del floem e impedir su translocación, quedando la planta solo parcialmente afectada, pues, se impide o dificulta la translocación del herbicida hacia las raíces.

La translocación de los herbicidas hacia abajo, a través del floem, es paralela al movimiento de las sustancias alimenticias sintetizadas en las hojas. De esta forma, cuando se realiza un tratamiento herbicida sobre especies perennes con órganos reproductivos subterráneos, la translocación del herbicida hacia las raíces es más rápida y más eficaz si la planta está sintetizando en las hojas grandes cantidades de reservas, esto es, cuando está en pleno vigor vegetativo. No habrá una importante translocación si por cualquier circunstancia los procesos de síntesis orgánica se han ralentizado. Así, para que las aplicaciones de los fenoxi-compuestos alcancen el sistema radicular de las hierbas perennes es preciso que las células vivas del floem se mantengan activas.

Para completar los mecanismos de translocación expuestos he de añadir que, cuando un herbicida penetra en la planta por las raíces y es transportado a la parte aérea por los conductos de transpiración, puede también ser re-

exportado nuevamente hacia los meristemos de crecimiento de las raíces a través de las células vivas del floem. Este intercambio del herbicida de los conductos de la savia ascendente a los de la descendente, o viceversa, es típico de productos como el dalapón y el aminotriazol, y nos muestra una vez más que, no por incrementar las dosis de aplicación, se van a conseguir mejores resultados.

#### VI. *Forma de actuación de los herbicidas industriales*

Un herbicida es un compuesto capaz de parar bruscamente o inhibir el desarrollo o actividad vital de las hierbas, es decir, es un producto capaz de matar las hierbas. A menudo, sin embargo, sobre todo en la industria, se le quiere agregar también la facultad de eliminar del terreno los tallos y raíces de las plantas cuya actividad fisiológica han paralizado total o parcialmente.

En general, cuando se trata de hierbas anuales (gramíneas, leguminosas, compuestas y otras especies de pequeño desarrollo), la acción de los herbicidas, complementada con el transporte o descomposición de sus residuos secos por los efectos de lluvias y vientos, puede conducir a la total desaparición de las especies vegetales y de sus residuos. Sin embargo, cuando las aplicaciones herbicidas se hacen sobre especies semiarbustivas o especies herbáceas bianuales o perennes los residuos leñosos de los tallos desecados por el herbicida no son transportados ni descompuestos sino que persisten sobre el terreno durante bastante tiempo, constituyendo materia seca de posible combustión.

De ahí que la efectividad de los tratamientos industriales sea máxima cuando los herbicidas se aplican cuando el terreno se ha limpiado a mano o con instrumentos mecánicos previamente, o bien cuando las hierbas tienen todavía tan escaso desarrollo que sus residuos secos se descompondrán fácilmente. De esta forma el problema de las hierbas se resuelve

antes que la vegetación seca se acumule y pueda constituir un peligro de incendio. Por esta razón es conveniente, antes de realizar el primer tratamiento herbicida, eliminar la vegetación seca existente de años anteriores, puesto que así se evita el peligro de combustibilidad de las hierbas secas y al mismo tiempo se facilita la incorporación del herbicida al suelo, sin peligro de reducir su eficacia en la capacidad de actuación contra los brotes subterráneos.

Si los terrenos industriales se preparan como se ha indicado es evidente que la aplicación de herbicidas translocables por vía foliar o de herbicidas de contacto o desecantes carece de interés en las instalaciones industriales, puesto que para que ese tipo de herbicida pueda actuar se requiere que las hierbas están en pleno vigor vegetativo y, así, vehiculados por la savia, se distribuyan por todos los órganos del vegetal; de la misma forma su aplicación es desaconsejable contra especies todavía de escaso desarrollo o en terrenos que previamente se han limpiado, puesto que su poder residual en el terreno es prácticamente nulo. Dentro de este tipo de herbicidas están los fenoxi-compuestos (2,4-D, MCPA, 2, 4, 5-T, 2,4-DB, etc.), los alifáticos halogenados (TCA, Dalapón), la acroleína, amonotriazol, diquat y paraquat y algunos de los herbicidas inorgánicos. Pueden, no obstante, tener interés en tratamientos secundarios o de repaso, en manchas aisladas cuando ha rebrotado alguna especie rebelde.

De todo ello se deduce que sea el empleo de herbicidas de carácter residual, tan acusado como sea posible, la respuesta más adecuada en los tratamientos industriales, por las grandes ventajas que tienen sobre los herbicidas translocables y desecantes. Si en pasados años la eliminación de las hierbas en áreas industriales por procedimientos tan económicos como fuera posible condujo al empleo de herbicidas, hoy, si lo que realmente se pretende es conservar y mantener los terrenos industriales completamente libres de vegetación, ya no podemos hablar de eliminación de las hierbas por desecación de su parte aérea, puesto que sus residuos secos quedarían y persistirían sobre



Figs. 13 y 14.—Cuando las hierbas tienen excesivo desarrollo, una limpieza previa a la aplicación de los herbicidas permitirá que éstos puedan incorporarse con mayor facilidad y eficacia al suelo.

el terreno, sino hablar de prevención del desarrollo de las hierbas, impidiendo la germinación de sus semillas, es decir, de un verdadero «control químico de hierbas».

El carácter fundamental de los herbicidas residuales es su gran persistencia en el terreno como consecuencia de su bajo grado de solubilidad y su capacidad de adherencia a las partículas del suelo. Su acción herbicida es ejercida por absorción a través de las raicillas de las plantas y especialmente rápida y activa sobre las semillas en estado de germinación. Teóricamente, por tanto, estos herbicidas son resistentes al lavado que producen las lluvias y originan un estrato más o menos profundo donde la vida vegetal es prácticamente imposible.

Muchas veces es conveniente o necesario en los tratamientos industriales mezclar herbicidas residuales con herbicidas translocables o desecantes cuando las hierbas tienen ya un excesivo desarrollo o cuando se pretende producir un efecto apocalíptico en pocos días. No obstante, la impaciencia por «ver» los resultados de un tratamiento industrial hacen que su persistencia de acción disminuya ya que, a igualdad de costo, las dosis del herbicida de carácter residual tendrían que resentirse.

La penetración de los herbicidas residuales en el suelo hasta alcanzar una capa suficientemente amplia y profunda en la que se desarrollan las raíces del conjunto de las especies vegetales existentes en el terreno, es el factor crítico de la acción y efectividad de estos herbicidas. Muchas circunstancias militan contra esa penetración: los suelos fuertemente compactados, las capas arcillosas, el escaso contenido de humedad en el momento de la aplicación, la falta de lluvia; todos ellos son factores que, al no favorecer la disolución de los herbicidas, limitan su eficacia. Por otra parte, ciertas especies sobreviven o se establecen por semilla en las zonas tratadas; por ejemplo, los plántagos invaden las zonas tratadas con diurón, la digitaria es resistente a la atracina, los oxalis son resistentes a la prometona. Naturalmente que estas situaciones responden favora-

blemente a mezclas de varios herbicidas o a programas preestablecidos.

Es asombroso ver cuan rápida y fieramente se revuelve la Naturaleza cuando es agredida por el hombre. Si se aplican herbicidas residuales en una zona donde existen hierbas anuales y perennes, ¿qué encontramos al finalizar al época de crecimiento?: Que especies perennes de raíz profunda o especies de gran desarrollo aéreo han encontrado ahora un óptimo lugar para su desarrollo, puesto que ya no tienen enemigo en esa lucha biológica para conseguir luz, humedad y alimentos minerales; los taraxacum, equisetos, cardos, ortigas y otras especies semejantes se desarrollan con gran facilidad.

Generalmente, la elección de los herbicidas a utilizar para el éxito de un tratamiento industrial contra las hierbas es mucho más difícil que para un control selectivo. Factores como características del suelo, diversidad de especies vegetales y variaciones climáticas constituyen un enorme número de complejas interacciones *herbicida-suelo-especie vegetal-clima* que hacen difícil dar recomendaciones específicas.

La llave maestra para conseguir resultados económicos y eficaces en el control de hierbas en industrias es el estudio y supervisión de las condiciones del terreno; de él se deducen las prescripciones para los tratamientos. Una vez conocida qué clase de flora existe se puede estar en condiciones de planear sistemáticamente el medio de ataque para eliminar todas las especies. Esto tiene muchas ventajas sobre los tratamientos que comprenden varias aplicaciones anuales sin considerar el tipo de población vegetal.

*La incorporación de los herbicidas.*—No cabe duda que las labores de cultivo son necesarias para que los terrenos agrícolas produzcan cosechas, pues permiten la aireación del suelo, facilitan la penetración del agua de lluvia y rompen la costra superficial, pero sigue siendo discutible cual debe ser la óptima profundidad de esas labores. Tenemos muchas pruebas de que las plantas crecen sin necesidad de labores de cultivo, la naturaleza nos



Figs. 15 y 16.—La persistencia del empleo del clorato sódico en numerosos países del mundo constituye un permanente riesgo de accidentes, tanto para los equipos como para el personal de los trenes herbicidas.



las muestra continuamente; muchas plantas crecen desmesuradamente en condiciones naturales y, efectivamente, muchos suelos no han sido nunca labrados y producen plantas vigorosas. Lo que sí es evidente es que las labores de cultivo permiten que los herbicidas de pre-emergencia, es decir, los que aquí estoy llamando residuales, se fijen más fácilmente al suelo, no se produzcan pérdidas por arrastre superficial o por fotodescomposición, y, en definitiva, que las dosis aplicadas se incorporen en su cien por cien al suelo.

Para poder obtener la prevista acción herbicida lo primero que es preciso conseguir es que el desherbante tenga posibilidades de poder penetrar en los tejidos de las hierbas. Una vez situado sobre la superficie del terreno deben existir factores externos que produzcan su transporte al contacto directo con las zonas de crecimiento y las raíces de las hierbas. En ésta última fase la intervención del hombre falta y, en consecuencia, se produce una situación bastante aleatoria, que si bien en los tratamientos de otoño-invierno no es excesivamente importante, sí resulta de carácter definitivo en las aplicaciones de primavera-estío por la diferente incidencia de las lluvias, factor primario del transporte e incorporación de los herbicidas residuales en los dos períodos considerados. No se puede infravalorar, durante las estaciones más críticas, primavera y estío, la considerable degradación que van a sufrir los herbicidas, dejados sobre la superficie del terreno en espera de una lluvia oportuna que les transporte en la cantidad y a la profundidad necesaria para un control satisfactorio, por influencia de los dos más importantes factores de degradación: la luz y la temperatura.

En agricultura, los inconvenientes que pueden derivarse de las consideraciones expuestas (y que hasta ahora no se habían tenido en cuenta dadas las ventajas iniciales obtenidas por la utilización de estos herbicidas) se han ido generalizando y han sido los que en los últimos años han hecho que se pusiera a punto una nueva técnica de deshierbe: *la incorpora-*

*ción en el terreno de los herbicidas en pre-  
siembra.* Aunque esta técnica es aparentemente más comprometida se adapta, sin embargo, perfectamente a las actuales y futuras exigencias de los trabajos agrícolas, esto es, el perfeccionamiento absoluto de los resultados técnicos y la liberalización de los factores externos que, de otro modo, podían interferir el resultado final.

La incorporación al terreno de los herbicidas residuales en los tratamientos industriales nos proporcionaría la siguientes ventajas:

— Se anulan completamente las relaciones que, de otro modo, vinculan los resultados con los agentes meteorológicos, principalmente las lluvias. No habría resultados buenos y resultados malos, siempre serían constantes y obviamente óptimos.

— El herbicida incorporado se pone en contacto directo con las semillas de las hierbas, incluso de aquellas que pueden germinar a profundidades mayores de las normales, ejerciendo, en consecuencia, la acción fitocida desde la primera fase de la germinación, cuando son más sensibles, y, aún más importante, afectándolas a todas.

Pero hablar del deshierbe industrial con incorporación significa hablar de un nuevo modo de concebir los tratamientos industriales, un modo donde lo imprevisto, esto es, todos aquellos factores externos que pueden influir sobre él, quedarían reducidos al mínimo. Equivaldría a introducir el concepto de la programación en su acepción de la más alta seguridad en los resultados.

Las ventajas descritas están siendo muy apreciadas en el curso de los últimos años por el mundo agrícola, como demuestra la enorme expansión que la técnica de incorporación ha registrado en el deshierbe de los más importantes cultivos de primavera-verano, como son la remolacha y el maíz.

*La infiltración o lixiviación de los herbicidas.*—Es el movimiento hacia abajo de un her-

bicida en solución a través de las partículas del suelo. Este movimiento del herbicida puede determinar su eficacia como tal, puede, a veces, explicar su selectividad, o su desaparición del suelo.

Los herbicidas residuales se aplican normalmente sobre la superficie del suelo y es la humedad del propio suelo o las lluvias lo que produce su lixiviación hacia la capa superficial, pero si aquella no es suficientemente abundante el herbicida se mantendrá en esos primeros centímetros del suelo en elevada concentración, y si no hay mayor desplazamiento hacia abajo es evidente que semillas que germinan a mayor profundidad no serán afectadas, bien porque el herbicida no se ha desplazado tan profundamente, bien porque la cantidad de herbicida desplazado sea tan pequeña que no tenga suficiente acción fitotóxica.

Si la humedad o la lluvia que cae sobre un terreno es abundante, el herbicida alcanzará mayor profundidad y la capa de máxima fitotoxicidad se irá haciendo más ancha, naturalmente siempre que la dosis aplicada sea suficientemente grande.

La profundidad a que un herbicida puede bajar está, así pues, determinada por los siguientes factores:

1. La solubilidad del herbicida en agua.
2. La cantidad de agua que penetra en el suelo.
3. Las relaciones de absorción del herbicida y el suelo.

En consecuencia los herbicidas que son muy solubles en agua son más fácilmente lavados del suelo por el fenómeno de lixiviación. Tal es el caso del clorato sódico que lluvias abundantes pueden desplazarlo de las capas superficiales del suelo, de tal forma que, mientras las semillas superficiales pueden germinar, las especies de raíz profunda son afectadas por el herbicida. Existen, por el contrario, otros herbicidas que siendo sumamente solubles en agua pueden reaccionar con determinadas partículas

del suelo y originar moléculas relativamente insolubles que resisten la lixiviación. Asimismo otros herbicidas se pueden mover de abajo hacia arriba cuando el agua se evapora de la superficie del suelo, como es el caso del cloruro sódico en los terrenos salitrosos.

*Volatilidad de los herbicidas.*—De todos es sabido que los productos químicos, tanto los líquidos como los sólidos se caracterizan por poseer una determinada presión de vapor y que su vaporización es función directa de la temperatura. En un herbicida ya aplicado en el suelo esa vaporización se puede producir cuando todavía no se ha incorporado al suelo, pero también se puede producir una vez incorporado si el suelo es muy poroso; esa vaporización será mayor todavía cuando la porosidad alcanza el grado del balasto de los ferrocarriles.

No se tiene muy a menudo en consideración la importancia de la volatilidad y de la pérdida de efectividad de un tratamiento industrial por esta causa, aunque en circunstancias extremas la pérdida puede ser total. Los herbicidas que poseen una baja presión de vapor pueden perderse de los suelos si están expuestos durante bastante tiempo a temperaturas altas.

*Fotodescomposición.*—Las pérdidas de efectividad herbicida por razón de su volatilidad y de su exposición a la luz solar son la consecuencia de la falta de una rápida incorporación al suelo, y, por el momento, son solamente las lluvias lo que ayuda a los herbicidas a penetrar en los suelos industriales.

Numerosos son los herbicidas sensibles a la descomposición por la luz solar. Las ureas sustituidas y las triacinas expuestas durante seis semanas a la luz solar se descomponen en un 85 por 100, los uraciles en ese mismo período pueden llegar a descomponerse en un 90 por 100.

Los tratamientos industriales que se realizan en la primavera tardía o en los meses de verano, en regiones donde la pluviometría es es-

casa, están siempre expuestos a fracasar por causa de los dos más importantes factores de degradación de los herbicidas: la luz y la temperatura.

*Los agentes mojantes y los herbicidas.*—Los agentes mojantes pueden incrementar o disminuir la efectividad de las aplicaciones herbicidas. Por ejemplo, la eficacia de los herbicidas de contacto depende, en gran manera, de que las hierbas se hayan mojado completa y uniformemente; un herbicida de contacto aplicado en pulverización en 50 litros/ha. de solución, sin agente mojante, escasamente humedecerá las hierbas. Sin agente mojante la pulverización permanecerá en forma de pequeñas gotas, produciendo en las hojas los efectos de una perdigonada, y así, la planta no morirá. La adición de agentes mojantes permite que las gotas de la pulverización se extiendan sobre las hojas, mejorando los resultados del tratamiento. Es evidente que cuando el volumen/hectáreas de solución herbicida es pequeño se puede esperar que el agente mojante añadido incremente la efectividad del tratamiento.

Si suponemos que el herbicida de contacto de que antes hablábamos, en vez de aplicarlo a la dosis de 50 litros/hectárea de solución, se aplicase en una solución de 1.000 litros/ha., es evidente que, aunque carezca de agente mojante, se mojarían las hierbas perfectamente; sin embargo, gran parte del líquido pulverizado resbalaría hacia el suelo sin poder ejercer su acción de contacto si se añadiese agente mojante. Por esta razón en los tratamientos industriales en que se suelen emplear volúmenes de solución no inferiores a 1.000 litros/hectárea, la adición de un agente mojante puede disminuir la eficacia del herbicida de contacto.

En consecuencia, si bien la adición de agentes mojantes es imprescindible en las pulverizaciones a bajo volumen, como las realizadas desde helicópteros o aviones, en los tratamientos industriales no contribuyen a mejorar los resultados.

No obstante, en ocasiones, la adición de agentes mojantes a las suspensiones de herbici-

das residuales puede ayudar a mantener los polvos solubles homogéneamente dispersados, permitiendo que la necesaria agitación para impedir la precipitación de las partículas sólidas, pueda ser menos intensa.

#### VII. *Herbicidas de empleo en terrenos industriales*

Como hemos visto a lo largo de este estudio, las hierbas existentes en terrenos industriales son, en general, más vigorosas y diversas que las que existen en terrenos cultivados, debido principalmente a que en éstos las simples labores de cultivo representan por si mismas un método de control, aunque de escasa persistencia de acción. He comentado también que en los tratamientos industriales los resultados del procedimiento empleado deben abarcar a todas las especies vegetales existentes en el terreno, gramíneas, dicotiledóneas y arbustivas, y sus efectos deben ser suficientemente persistentes como para ser capaces de impedir la reinfestación en un período no inferior a seis meses, como mínimo.

Aunque la «revolución» de los herbicidas comenzó para la Agricultura mediados los años 40 con los descubrimientos del 2,4-D y el MCPA, los años 50 fueron experimentales y nuevos herbicidas vinieron a completar las selectividades de aquellos, pero no fue hasta el principio de los 60 cuando el empleo de los herbicidas se generalizó para toda clase de cultivos agrícolas.

Ya antes de la aparición de los herbicidas orgánicos y desde primeros de siglo, la necesidad de utilizar productos herbicidas eran bien patente, tanto en Agricultura como en la Industria, principalmente en los ferrocarriles. En el primer cuarto del siglo productos como sulfato de cobre, sulfato ferroso, ácido sulfúrico y clorato sódico se utilizaron en cultivos de cereales; otros productos inorgánicos se sumaron a los especificados más tarde, hasta que, en 1941, el descubrimiento del carácter selectivo de las sales de los ácidos clorofenoxia-

céticos abrió las más amplias perspectivas para la agricultura y, como consecuencia, también para los tratamientos industriales. Como es lógico siempre la industria ha ido a remolque en los descubrimientos herbicidas.

Si desde 1910 el clorato sódico se utilizó como herbicida de cultivos, no fue hasta 1920 que los ferrocarriles franceses iniciaron sus aplicaciones, primero con pulverizadores de mochila y, posteriormente, en el año 1925, el «Norte» francés utilizó cuatro pequeños grupos de riego, ejemplo que fue seguido por las restantes compañías de Francia y siempre utilizando clorato sódico; en la misma época, los ferrocarriles alemanes poseían también trenes herbicidas contruidos con «tenders» de locomotoras de vapor.

De un informe francés de aquellos años extractamos los siguientes comentarios que muestran por sí mismos la necesidad que, en épocas tan remotas, se sentía ya por los tratamientos industriales:

«Condición indispensable para conservar de manera adecuada la nivelación de los carriles de las vías férreas, es que el chasis de las mismas se asiente sobre balasto permeable, y ello exige que éste se haya colocado y mantenido bien limpio. Los tallos y raíces de las plantas dificultan la evacuación rápida a través del balasto de las aguas de las lluvias y los residuos de la pudrición de las hierbas que desde marzo a agosto brotan en aquél, van rellenado los huecos de los granos del balasto, colmatándolo. Como consecuencia de este proceso padece la resistencia del asiento de las traviesas y se produce la desnivelación de la vía. No es, pues, de extrañar que desde los primeros tiempos del ferrocarril, haya sido preocupación constante el extirpar las hierbas de las explanaciones, primero arrancándolas a manor por el personal encargado de la conservación de las vías y, después, utilizando sustancias químicas.»

Se reconocía asimismo que, «la supresión manual de las hierbas (único procedimiento empleado hasta ahora) es operación de elevado costo y resultado casi nulo, por cuyo motivo

todas las administraciones ferroviarias están tendiendo al empleo de sustancias químicas que, disueltas en agua, se esparcen por medios mecánicos sobre la plataforma de las vías.»

El primer tren herbicida que se puso en servicio en Europa, fue en Francia y data del año 1947; posteriormente, en 1953, ese equipo de aplicación se adoptó también por los ferrocarriles belgas, italianos y holandeses. España adoptó ese modelo francés en 1961. Era tan grande el interés que las Administraciones Ferroviarias dedicaron a este tema que en la reunión de 1957 del Comité Internacional de Ferrocarriles, se incluyó, en el programa de trabajos, el estudio de la extirpación de hierbas y con las conclusiones de dicho Comité se publicó un informe en 1958.

En España se hizo en 1936 y por una de las compañías que después integraron Renfe, algún ensayo con riegos con solución de clorato sódico, casi sin presión, en algunas decenas de kilómetros y los resultados fueron muy satisfactorios. Pero hasta 1954 no se hicieron las primeras gestiones para la construcción de un equipo adecuado de aplicación de herbicidas; no obstante, ni a través de la Ayuda Americana se consiguieron los fondos necesarios para su financiación.

El clorato sódico es muy fitotóxico para toda clase de especies vegetales y tiene también propiedades translocables; al ser muy soluble, su lixiviación del suelo por influencia de las lluvias es muy rápida. Al principio su disolución en agua se hacía en los propios trenes herbicidas, pero su manejo es muy peligroso, ya que es un energético agente oxidante, que reacciona con la materia orgánica en presencia de la luz, propiedad que puede proporcionar serios disgustos, pues si la ropa del personal que lo maneja quedase impregnada, podría arder rápidamente en contacto con un punto de combustión o simplemente como consecuencia de una fricción.

Para tratar de evitar o paliar ese grave inconveniente, el clorato sódico se utiliza en soluciones concentradas que tienen incorporados despresores de fuego como cloruro cálcico o

mezclas de cloruro sódico, sulfato sódico y fosfato trisódico.

Ni esa peligrosidad, ni su carácter corrosivo para muchos metales han podido eliminarlo como herbicida fundamental; por el contrario y, debido a su escaso poder residual, se aconsejó, ya hace años, su mezcla con herbicidas orgánicos de carácter residual como simacina, monurón y diurón. Lo que más ha limitado su actual utilización ha sido su incremento de precio que pasó de 5 ptas./kg. en 1970 a 70 ptas./kg. en 1982.

Como información anecdótica diré que en 1959 limpiar las hierbas de las vías de Renfe costaba más de 40 millones de pesetas, dedicando a esa actividad durante un mes a todo el personal de conservación de vía, más de 15.000 obreros y capataces. El tratamiento químico a base de clorato sódico hubiera costado en aquellas fechas 10 millones de pesetas, herbicida y mano de obra incluida.

Aunque podría referir otras curiosas anécdotas semejantes para otras actividades industriales, no quiero extenderme más en la historia antigua de los tratamientos industriales, pues creo que eso no ayudará a nadie, y sí dedicar unos comentarios a la actualidad de la década en que nos encontramos.

Todavía hoy, casi mediados los años 80, tanto los responsables del mantenimiento de las instalaciones industriales como los contratistas de aplicación de herbicidas, coinciden en un punto: es necesario seguir investigando nuevos herbicidas industriales y esa es responsabilidad de los fabricantes. Es preciso reforzar los programas de investigación para descubrir, yo diría incluso, que redescubrir, nuevos herbicidas con el fin de que los resultados de los tratamientos sean más baratos y más eficaces.

La industria no puede realizar programas de investigación y de desarrollo de nuevos y más eficaces herbicidas porque no está preparada para ello y lanza ese reto a quien lo puede hacer: las empresas de pesticidas. Pero es que

además la industria lo pone fácil porque no pide delicados herbicidas selectivos, sino aquellos que cuanto menos selectivos sean mayores posibilidades tendrán; eso sí, que sean baratos y no supongan riesgo ni para el personal ni para las instalaciones.

Haciendo un resumen de los herbicidas que actualmente se utilizan o pueden utilizarse en los tratamientos industriales y, sin pretender tratar de especificar ni sus propiedades químicas, ni las características generales de cada uno de ellos, porque en cualquier manual de herbicidas están ampliamente reflejadas, voy a agruparlos, de acuerdo con su forma de actuación sobre las hierbas, de la forma que expongo a continuación:

Producto	Por contacto foliar	Por translocación foliar	Por raíz residuales
<i>Inorgánicos:</i>			
Clorato sódico .....	oo	oo	oo
Boratos .....	—	—	oo
MSMA .....	oo	oo	—
<i>Ac. alifáticos:</i>			
T C A .....	o	o	o
Dalapón .....	o	ooo	o
<i>Ac. benzoicos:</i>			
Dicamba .....	—	ooo	o
T B A .....	—	ooo	o
<i>Nitrilos:</i>			
Diclobenil .....	o	—	ooo
Clorotiamida .....	o	—	ooo
<i>Triacinas:</i>			
Simacina .....	—	—	ooo
Atracina .....	—	o	ooo
Prometona .....	o	—	ooo
Prometrina .....	o	o	oo

Producto	Por contacto foliar	Por translocación foliar	Por raíz residuales
<i>Ureas:</i>			
Monuron .....	—	—	ooo
Diurón .....	—	—	ooo
Karbutilato .....	—	—	ooo
Tiazaflurón .....	—	o	ooo
<i>Uraciles:</i>			
Bromacil .....	—	o	ooo
Isocil .....	—	o	oo
<i>Varios:</i>			
Aminotriazol .....	—	ooo	o
Pentaclorofenol .....	oo	o	o
Picloram .....	—	oo	ooo
Paraquat .....	ooo	—	—
Glifosato .....	—	ooo	—
Fluazifop .....	o	oo	—

o acción ligera.  
 oo acción mediana.  
 ooo acción importante.

Para el establecimiento de un programa de control industrial de vegetación es preciso elegir los productos y sus dosis de aplicación, de acuerdo con los factores siguientes:

- Tipo e incidencia de la vegetación.
  - Duración del control de la vegetación.
  - Calidad de ese control o grado de control.
- y entonces decidir si aquel programa debe estar basado en la aplicación de un solo herbicida o en la mezcla de varios.

*Programa basado en un solo herbicida.*—Evidentemente sería la solución ideal que un solo producto proporcionase un control de vegetación económico y suficientemente eficaz y duradero. Pero los tratamientos a base de un solo herbicida, frecuentes hace años, precisan unas dosis de aplicación muy altas, lo que hace que los programas así establecidos tengan un costo muy elevado. Además como, en realidad, no existe ningún herbicida de tan amplio



Fig. 17.—Efectos producidos en los pinos del entorno como consecuencia de la aplicación de elevadas dosis de bromacil en un tramo de vía en Portugal y que la prensa calificó como consecuencia del paso de un «comboio terrorista». La aplicación herbicida se hizo solamente en la plataforma de la vía por lo que los efectos en los pinos son consecuencia de la absorción radicular.

espectro como se precisa, se producirán rebrotes de algunas especies vegetales que impedirán alcanzar el grado de control deseado.

Los tratamientos a base de un solo producto, se utilizan en aplicaciones de repaso o secundarias para controlar alguna específica especie rebelde. También está claro que en algunas circunstancias, como, por ejemplo, cuando el balasto de las vías de ferrocarril está limpio o ha sido recientemente instalado, momento en que presenta condiciones bastante inhóspitas para las hierbas, las aplicaciones preventivas con un solo herbicida e incluso a dosis relativamente bajas pueden ser suficientes para mantenerlo libre de hierbas.

*Programa basado en mezclas de herbicidas.*— Con un completo conocimiento de los tipos de suelo, condiciones climatológicas, y especies vegetales existentes, se podría proyectar a priori una mezcla herbicida, basada en las propiedades y modo de acción de cada uno de los productos que entrarían en la mezcla propuesta.

Existen, naturalmente, algunos requisitos previos que hacen o no viable la mezcla de dos o más herbicidas, como son *compatibilidad química* que sin pretender cualquier clase de sinergismo al menos no reduzca las propiedades individuales; *compatibilidad física*, pues si todos los productos que integran la mezcla son muy solubles en agua el carácter residual del tratamiento será efímero; y *respectivo modo de acción*, pues si en ocasiones es conveniente mezclar dos o más herbicidas de carácter residual, nunca lo será la mezcla dos o más translocables y de contacto. Es lógico pensar, por tanto, que cuando exista una población vegetal compuesta de especies perennes y anuales, la mezcla de herbicidas translocables y residuales sea la respuesta más adecuada.

Otros factores regulan la selección de los programas de tratamientos industriales:

Las *condiciones climatológicas* ejercen una gran influencia en la clase y variedad de la población vegetal existente en una determinada zona y en el grado de reinfección que puede esperarse se produzca después de los tratamientos, lo que indirectamente determina qué tipo de tratamiento se debe aplicar. La *humedad* es el factor particular más importante en

cuanto al tipo e intensidad de las especies vegetales de cada terreno. El *tipo de suelo* influye no solamente en la clase de vegetación existente sino que, su porosidad, pH y fertilidad juegan un importante papel para prever el sino de la acción herbicida. Finalmente, las particularidades en cuanto al *tipo de vegetación* existente, su morfología y clase de reproducción pueden hasta cierto punto sugerir los herbicidas a elegir.

No haría falta exaltar, por último, la importancia del *entorno industrial*. Pero en la selección de los herbicidas a utilizar se ha de tener muy en consideración el entorno de los terrenos industriales donde se van a realizar los tratamientos. Y a las normativas que tiene establecidas el Ministerio de Agricultura sobre utilización de herbicidas, especialmente aquellos de elevada volatilidad, añadir las de la propia experiencia y el conocimiento de los riesgos y responsabilidades en que se puede incurrir ante terceros, por la realización de tratamientos indiscriminados.

### VIII. Equipos de aplicación

No voy a describir minuciosamente los diversos tipos de equipos de aplicación de herbicidas que se pueden utilizar en los tratamientos industriales, pero sí, y desde un punto de vista general, llamar la atención sobre lo que considero aspectos fundamentales de esta parte vital de los tratamientos herbicidas industriales. Porque es evidente que el mejor herbicida del mundo es ineficaz, a menos que haya sido correctamente aplicado; es decir, el herbicida y el equipo de aplicación son camaradas inseparables para obtener resultados eficaces.

Varios puntos deben ser tenidos en consideración:

1. Los equipos deben ser robustos y de larga duración para unas condiciones de trabajo sumamente difíciles.
2. Deben ser de fácil manejo.

3. De reparación y mantenimiento sencillos y económicos.

4. Versátiles para las distintas situaciones en que se van a encontrar en los terrenos industriales.

Si solamente se fuesen a utilizar herbicidas solubles no sería difícil construir equipos que cumplieren todas aquellas condiciones pero si, como es necesario, se van a utilizar herbicidas de baja solubilidad, se precisan en los equipos de aplicación enérgicos mecanismos de agitación que los mantengan continuamente en suspensión, y materiales resistentes a la abrasión que producen en bombas y tanques las partículas en suspensión.

Quizá en equipos pequeños y portátiles, conseguir mantener en suspensión homogénea los productos insolubles se puede conseguir satisfactoriamente por simple y continua recirculación. Pero los equipos para tratamientos industriales tienen que tener tanques suficientemente grandes para obtener rendimientos adecuados empleando volúmenes de solución de alrededor de 1.000 litros por hectárea. En tanques del tamaño que se precisa, ni la recirculación, ni la agitación hidráulica serían suficientes; es preciso habilitar sistemas enérgicos de agitación mecánica.

En los trenes herbicidas y en los equipos de tratamiento en carreteras, debe existir un sincronismo entre velocidad de desplazamiento y dosis de aplicación, es decir que cualquiera que sea la velocidad del vehículo la dosis aplicada por metro cuadrado de terreno debe ser uniforme. No se puede pensar en ir modificando continuamente las concentraciones en los tanques, cada vez que aumente o disminuya la velocidad del vehículo; y si se realizan a concentración constante, las oscilaciones en la velocidad convertirían los tratamientos en una verdadera chapuza.

Los equipos de aplicación de herbicidas industriales deben estar provistos de los dispositivos y mecanismos necesarios para aplicar los herbicidas en el sitio adecuado, a la dosis correcta y a cualquier velocidad.

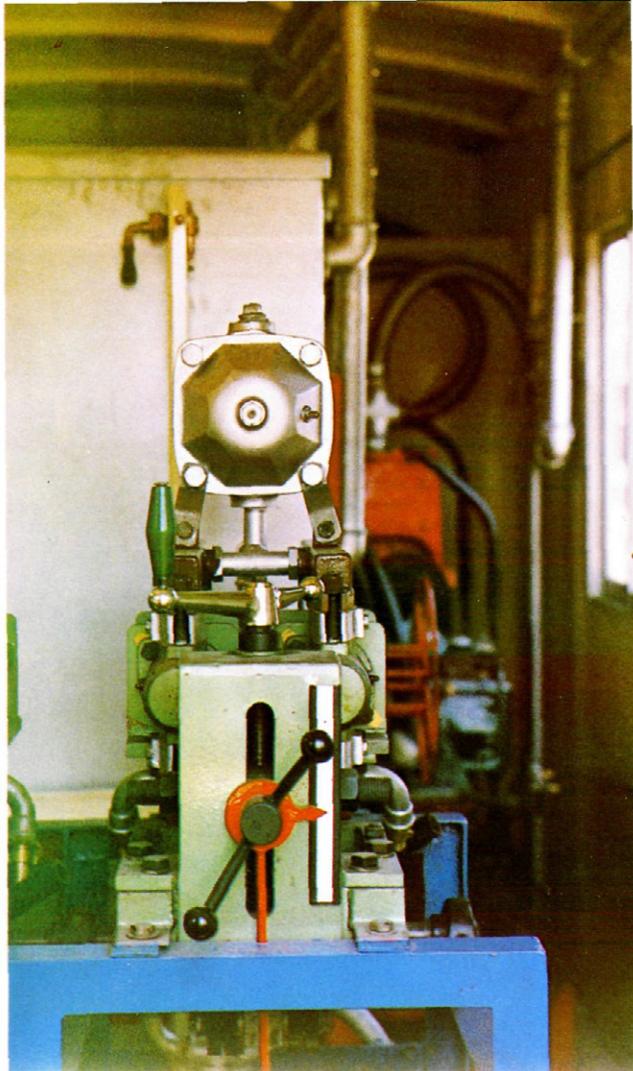


Fig. 18.—Equipo herbicida con los dispositivos necesarios para aplicar los herbicidas en el sitio adecuado, a la dosis correcta y a cualquier velocidad. Tiene un motor diesel para la agitación y reciclaje de las soluciones o suspensiones de herbicidas y bombas dosificadoras que permiten que la pulverización sea uniforme cualquiera que sea la velocidad de desplazamiento del vehículo.

## CONCLUSIONES

Los trabajos de eliminación de hierbas se han practicado desde tiempo inmemorial para satisfacer las necesidades alimenticias del hombre. En la actualidad, es preceptiva la utilización de productos químicos en agricultura para obtener los altos porcentajes de producción que demanda el creciente incremento de población.



Figs. 19 y 20.—Los trenes herbicidas constan de diversas unidades, que suelen ser: vagón laboratorio, donde se preparan las mezclas herbicidas y están los mecanismos de pulverización; varias cisternas para soluciones herbicidas y agua, en número que depende de la autonomía que se pretenda dar al equipo; y vagón dormitorio. Estos trenes circulan, en régimen de trabajo, a velocidades de unos 50 km./h.





Figs. 21 y 22.—Equipos herbicidas utilizados en España para el control químico de hierbas en ferrocarriles.



La utilización de los herbicidas, como instrumento de mantenimiento, para la eliminación de vegetación en áreas industriales ofrece bastantes diferencias con respecto al empleo de los herbicidas en cultivos agrícolas. Las condiciones de los suelos industriales, aunque teóricamente ausentes de las características mínimas adecuadas para la proliferación y desarrollo de especies vegetales en sus aspectos físicos, químicos y microbiológicos, no impiden, sin embargo, que en esos terrenos pueda desarrollarse una importante masa de vegetación que podría llegar a representar un notable entorpecimiento en las actividades industriales.

No obstante, en ocasiones, pueden surgir dudas con respecto al interés de los tratamientos herbicidas industriales porque no siempre es fácil argumentar la justificación del gasto. ¿Cómo se puede medir exactamente el valor o coste de un programa de eliminación de hierbas en industrias? Y, aunque las razones que lo avalen puedan ser importantes, son razones cualitativas, no cuantificables.

Las bases fundamentales para el establecimiento de un programa de control de hierbas en áreas industriales pueden ser, entre otras:

1. Consideraciones estéticas.
2. Razones de seguridad de instalaciones y personal.
3. Consideraciones de distinta índole de acuerdo con la actividad industrial.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que los tratamientos herbicidas en zonas industriales exigen una especialización altamente tecnificada. Se precisa un profundo conocimiento de la amplia gama de herbicidas existentes para conseguir resultados eficaces y económicos, y experiencia para definir dónde es conveniente utilizarlos y qué riesgos pueden derivarse de su manipulación.

Los mejores resultados se obtienen cuando los tratamientos se realizan sobre terrenos que previamente se han limpiado de vegetación mediante procedimientos manuales o mecáni-

cos. A partir de entonces lo aconsejable es el establecimiento de un programa serio de aplicaciones herbicidas preventivas y anuales con lo que se consigue la ausencia de hierbas de manera constante; no obstante, para conseguir esto es preciso, además de conocer claramente las complejas interacciones herbicidas-suelos-especies vegetales-clima, tener la habilidad de convencer al jefe de mantenimiento que esa es la forma más inteligente y eficaz de aproximarse a la solución del problema.

Hasta 1965, los tratamientos industriales en España se limitaban a las vías de ferrocarril. En la actualidad existe un importante mercado para cuya potenciación se necesitan servicios técnicos capaces de ofrecer asesoramiento de primera clase y con la habilidad y constancia precisas para detectar los cambios de la flora existente en cada terreno industrial producidos como consecuencia de las interacciones anteriormente señaladas.

En un intento por ilustrar los sectores industriales y de servicios públicos donde los tratamientos industriales pueden tener mayor interés, podría agruparlos de la siguiente forma:

Sectores	Detalle de lugares de utilización
Ayuntamientos	Parques y jardines, cementerios, pavimentos, aparcamientos, coches, campos de deportes, etc.
Organismos Oficiales	Aeropuertos, carreteras, instalaciones militares, canales, cortafuegos, restos arqueológicos, etc.
Ferrocarriles	Vías generales, vías de estaciones, explanadas, parques de almacenamiento y de electricidad, etc.
Industrias	Industrias químicas, factorías de explosivos, refinerías, factorías de distribución de gas y carburantes, oleoductos y gaseoductos, subestaciones eléctricas, siderúrgicas, patios y aparcamientos de mediana industria, etc.
Varios	Paseos de jardines, instalaciones deportivas, acequias y desagües, cercas y vallas, etc.



Figs. 23 y 24.—Equipos de aplicación utilizados para el control de hierbas en autopistas, carreteras y bandas de balizaje de aeropuertos.



Finalmente, no es de menor importancia resaltar que los resultados de los tratamientos industriales y la seguridad en el empleo de los herbicidas dependen de cómo se realicen las aplicaciones, pues el mejor herbicida puede

ser ineficaz a menos que se haya aplicado correctamente: es decir, el herbicida y el equipo de aplicación son vitales e inseparables para el logro de buenos resultados.

#### ABSTRACT

DÍEZ GARCÍA, A., 1982. Malherbología. Tratamientos industriales. *Bol. Serv. Plagas*, 8: 3-34.

Weed removal has been practiced since time immemorial primarily as a result of man's desire to obtain his food. Today, in agriculture circles, chemicals have found their rightful and natural place in the ever increasing task of providing food for an ever growing population.

The application of chemicals for industrial vegetation control, as a maintenance tool, is much more difficult than for selective growth control. Besides there are questions in the area of justification for the expenditure. How do we measure the value of an industrial vegetation control program? Though justifications may be fundamentally sound, they are qualitative and not quantitative.

The chief reasons for the elimination of noxious growth on industrial sites can be emphasized, e.g.:

1. Aesthetic considerations: cleanliness, tidiness.
2. Safety considerations: elimination of fire hazard where weed growth might ultimately form combustible material.
3. Other considerations: eradication of weed growth around industrial and railroad installations, more economic maintenance, destruction of vegetation likely to harbour pest, clearance of drainage channels to improve water-flow, etc.

Industrial weed control has developed into a highly technical field. Knowledge of chemicals and expertise are required to gain the most economical results as well as safe use of the herbicides. It should be clearly understood that modern and efficient means of controlling vegetation on industrial sites is an operation associated with the greater availability of mankind's capabilities.

In Spain until 1965, total weed control was largely confined to the treatment of railway tracks. Today there is an important market which is still growing. A technical service capable of offering first rate on-the-spot recommendations and with the ability to follow-up to meet changing patterns of weed flora is extremely relevant to the speed of development of this market.

The results obtained from herbicides and their safe use are only as good as the applicator makes them. It is necessary to require proper equipment for safe applications as well as for economical benefits. The finest herbicide can be useless unless applied correctly, that is to say chemical and application are vital partners in carrying out an efficient operation.