



*Desherbaje*

## Métodos alternativos para el control de malas hierbas

*Se proponen métodos alternativos a la lucha química, especialmente físicos, además de contemplar usos alternativos y racionales de herbicidas*

**Francisco Fabado Guillem<sup>1</sup>  
Luis Val Manterola<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dpto. Citricultura y otros Frutales, unidad de Mecanización Agraria. IVIA

<sup>2</sup>Dpto. Mecanización Agraria. Univ. Politécnica de Valencia

El desarrollo de la agricultura moderna introduce una serie de factores (prácticas culturales agresivas, monocultivo, empleo intensivo de fertilizantes y productos fitosanitarios...) que conllevan otros negativos para el medio ambiente. Muchos años se han perdido hasta que se ha generalizado el convencimiento de que esa situación no se puede mantener indefinidamente, se desarrollan conceptos como «agricultura

sostenible» y, poco a poco, se ponen a punto técnicas, equipos, productos, etc. que pretenden paliar o minimizar dichos efectos negativos.

Con estas nuevas reglas, queda claro que la búsqueda de la rentabilidad económica de los cultivos debe ir siempre unida a la máxima responsabilidad y respeto medioambiental, de modo que ni las tierras agrícolas ni las zonas naturales adyacentes queden afectadas irreversiblemente por la actividad agrícola. Por otra parte, la creciente demanda de productos biológicos puede justificar también, desde un punto de vista meramente económico, el uso de estas técnicas de producción ecológica, generalmente más costosas.

En este trabajo se trata de revisar someramente los nuevos métodos de lu-

**apero térmico multifunción arrastrado por el tractor, utilizado para la preparación del terreno de siembra y la desinfección de suelos con un solo pase de la máquina.**

cha contra las malas hierbas, alternativos a la lucha química (especialmente los métodos físicos), además de contemplar también usos alternativos y racionales de herbicidas. Obviamente, las soluciones aportadas requerirán un análisis mucho más profundo de cara a su puesta en práctica.

### Pasado y presente

Tradicionalmente, las malas hierbas se han controlado manualmente o con el laboreo. En ambos casos, se trataba de una escarda mecánica (destrucción de la mala hierba por corte, arranque, triturado o enterrado). Estas prácticas, aparentemente inofensivas para el medio, pueden llevar asociadas una serie de perjuicios:

- Con un laboreo profundo, intenso y repetitivo, el deterioro de la estructura del suelo y la producción de una suela de labor por excesivos pases de fresadora.
- Con el laboreo superficial, una destrucción de las raíces en la zona de actuación del apero, lo que disminuye la disponibilidad de elementos poco móvi-

les como P, K, Mn y Cu, y constituye una vía de entrada de patógenos a través de las heridas efectuadas en las raíces. En ambos casos, se favorece la erosión y el consiguiente empobrecimiento de los suelos en coloides minerales y orgánicos.

Desde la aparición comercial de los herbicidas, hace unos 50 años, se ha ido sustituyendo parcialmente la escarda mecánica por la escarda química. Con ello, el coste económico del control de malas hierbas (mano de obra, carburantes, maquinaria) ha disminuido pero no sucede lo mismo con el coste medioambiental. Como es bien conocido, el uso excesivo y/o inadecuado de productos fitosanitarios en general, y de herbicidas en particular, generan con frecuencia perjuicios para el medio ambiente (contaminación de aguas superficiales y subterráneas, contaminación de suelos, efectos indeseados sobre fauna y flora),

seguir, de una forma estable, unos óptimos beneficios netos anuales más que a evitar las pérdidas inmediatas en los rendimientos de los cultivos. Y todo ello, con un mínimo impacto en el medio ambiente. Como medidas agronómicas clásicas, se pueden citar la rotación de cultivos adecuada, la elección de variedad, fecha y densidad de siembra, la fertilización adecuada (tipo y momento) y el uso de aguas, material vegetal y aperos agrícolas libres de semillas de malas hierbas.

Esta situación ha justificado el desarrollo de muy diversos sistemas de control de malas hierbas alternativos. Entre los de mayor interés práctico o potencial, se pueden mencionar:

- el control por métodos térmicos
- el control por descarga eléctrica
- el control por congelación
- las distintas técnicas biológicas (micro-herbicidas, insectos herbicidas, espe-

consecuencias irreparables.

● en cambio, los restantes (control de malas hierbas por cobertura del terreno, solarización, técnicas de control tradicionales mejoradas) no suponen ningún riesgo para el medio ambiente.

### Por métodos térmicos

Consiste en la creación de un shock térmico en la proximidad del follaje de las malas hierbas, por medio de llama libre producida por la combustión de gas de petróleo licuado (LPG, formado por propano y butano) o por radiación infrarroja, que produce una temperatura próxima a los 80°C capaz de provocar la coagulación de las proteínas y la destrucción de las células. El efecto sobre los microorganismos del suelo es insignificante (sólo se eleva la temperatura del suelo unos pocos grados en los 5 cm superficiales). Se recomienda realizar el tratamiento sobre las plántulas de malas hierbas, tanto en preemergencia como en postemergencia del cultivo, en función de la piro-sensibilidad de éste, de



Aparato térmico utilizado para el control localizado o de difícil acceso de malas hierbas.

llegando a suponer un riesgo sanitario (residuos en los alimentos). Problemas específicos derivados del empleo de herbicidas son la aparición de malas hierbas resistentes o el desequilibrio de sus poblaciones (proliferación de especies cuyas poblaciones no constituían problema, debido a la eliminación de la competencia que les producían las eliminadas).

Un control integrado de malas hierbas requiere un planteamiento específico. No se trata tanto de aplicar una determinada técnica de control de forma aislada, basándose en criterios de eficacia y rentabilidad a corto plazo, como de hacer un planteamiento a largo plazo. Este planteamiento está enfocado a con-

ciencias competitivas)

- el control por cobertura del terreno (mulch)
- la solarización
- las técnicas tradicionales mejoradas (labores poco erosivos, laboreo nocturno, manejo integrado, aplicación selectiva...)

Respecto al distinto coste medioambiental que suponen, estos métodos se pueden clasificar en dos grupos:

- los cuatro primeros son poco contaminantes, pero los métodos térmicos, por descarga eléctrica y por congelación consumen una considerable cantidad de energía y las técnicas biológicas mencionadas podrían suponer un desequilibrio de la fauna y flora existente de

**D**entro del concepto de la agricultura sostenible, tienen especial interés las medidas que no sólo eliminen las malas hierbas, sino que también prevengan su aparición, especialmente la de las más perjudiciales.

modo que es posible una mayor aproximación en cultivos pirorresistentes como la cebolla, sin que se produzcan daños.

Los equipos para el tratamiento térmico de malas hierbas pueden ser:

- pequeñas mochilas, con capacidad de 5 litros de gas
- varias lanzas acoplables al motocultor
- grandes equipos acoplados al tractor capaces de alcanzar grandes rendimientos. En ellos se puede regular la velocidad de avance, la distancia al terreno y el ángulo de incidencia respecto al terreno.

Se trata de un método de coste elevado, por lo que cabría plantear su integración con métodos mecánicos o químicos entre líneas de cultivo. Otras limitaciones propias de este método a

considerar son la corta duración del control de malas hierbas que tienen rizomas o que se reproducen por raíces y los riesgos de incendio en condiciones ambientales secas.

### Por descarga eléctrica

Se basan en descargas eléctricas puntuales (chispas) o continuas (contacto). El método basado en descargas eléctricas puntuales fue iniciado en la antigua U.R.S.S. ya en 1970. Se basaba en producir chispas de 2,5 kV por 10<sup>-6</sup> s. Mayor mortalidad se logra con tensiones del orden de 50 kV, con las que se alcanzaban temperaturas en la chispa de 35.000 a 40.000°C. Dos diodos separados entre 20 y 150 mm se acercan a la mala hierba y producen la descarga eléctrica. El método basado en descargas continuas, desarrollado principalmente en Estados Unidos y Europa, consiste en una descarga de unos 9 a 17 kV y 54 kW, que alcanza la mala hierba por medio de un bastidor arrastrado con barras y/o cadenas.

**E**special interés tiene la combinación de métodos mecánicos tradicionales con los métodos térmicos para el sector de mercado de la agricultura biológica, dado el precio que la producción adquiere en el mercado

### Por cobertura del terreno

Es una técnica ya clásica que, al hacer que diversos materiales, tanto vivos (especies vegetales compatibles con el cultivo) como inertes (láminas de plástico, masa vegetal seca o papel), cubran el terreno, impide el desarrollo de malas hierbas.

Diversos cultivos hortícolas se benefician con la cobertura de la banda cultivable por una lámina de polietileno negro, que además de suprimir las malas hierbas, favorece la conservación de la humedad del suelo. Pero tienen también interés coberturas alternativas, como las de papel o la corteza de pino tratada, menos eficaces pero menos costosas.

Probablemente esta técnica ofrezca mayores perspectivas de futuro si se considera la cobertura del terreno con

especies vegetales. Se trata de estudiar en cada cultivo y condiciones meteorológicas, cual es la especie que proporciona una mejor cobertura del suelo y que aporta los máximos beneficios.

En el cultivo de cítricos por ejemplo, se recomienda una cobertura con acolchado plástico durante los primeros 3 años y una cubierta vegetal temporal (otoño e invierno, cuando no existe déficit hídrico) en el centro de las calles, que reduzca el lavado de nitratos y conserve y mejore la estructura del suelo (M.A.P.A. 1992).

### La solarización

Consiste en el uso de láminas de polietileno transparentes. Las ventajas de este material son su resistencia mecánica, su bajo coste y su buena transmitancia a la radiación solar global (Gómez de Barreda, 1991). Estas láminas cubren el suelo recién preparado y

Trabajos realizados en la Comunidad Valenciana (Del Busto et al., 1990) indican la posibilidad de controlar la vegetación espontánea mediante solarización. El método más eficaz fue el acolchado bajo túnel, aunque el simple acolchado resulta también interesante desde el punto de vista agronómico.

### Las técnicas biológicas

#### Mico-herbicidas

Algunos hongos son enemigos naturales de determinadas malas hierbas, de modo que preparados de sus esporas pueden utilizarse para controlarlas. Este campo de investigación es reciente. Se requiere mucho esfuerzo para descubrir especies de hongos entre los existentes en la vegetación espontánea, que controlen las adventicias más problemáticas de cada cultivo. Pero existen ya diversos ejemplos: el hongo



Control térmico de malas hierbas de preemergencia entre líneas en un cultivo de escarola.

húmedo por espacio de 30-45 días, con buenos resultados en el control de malas hierbas y de plagas del suelo, debido al calentamiento que se produce por efecto invernadero. Es un método muy efectivo si se realiza durante el período de máxima radiación solar (junio a agosto, principalmente).

El coste es moderado, si se considera la posible reutilización de la lámina de polietileno, en caso de que resista a los factores ambientales. El coste medioambiental es nulo. La efectividad del método disminuye conforme aumenta la latitud (se requiere intensa radiación y elevadas tempera-

*Colletotrichum gloeosporioides* contra *Aeschynomene virginica* y *Phytophthora spp* contra *Morrenia odorata*. Por otra parte, dos especies de hongos del género *Septoria* y una del *Phoma* controlan la correhuela (*Convolvulus arvensis*) y el hongo *Puccinia canaliculata* controla *Cyperus esculentus*.

#### Insectos herbicidas

También determinados insectos (fitófagos principalmente) son capaces de actuar como herbicidas biológicos: control de *Opuntia inermis* mediante los insectos *Dactilopius tomentosus* y *Cactoblastis cactorum* y control de *Salvinia spp.* mediante el gorgojo *Cyr-*



Desherbaje térmico total en presiembra o preplantación bajo invernadero.

*togobus salviniae*.

En España, García Baudín (1973) apuntó la existencia de un parásito de la juncia *Cyperus rotundus*, el microlepidóptero *Olethreutidae bactra*. De nuevo se presenta un campo de estudio abierto y la posibilidad de encontrar especies de insectos capaces de controlar de modo eficaz determinadas malas hierbas.

#### Especies competitivas

Especies competitivas son aquellas que son capaces de reducir el crecimiento de plantas que se desarrollan a su alrededor, por competir con ellas, o que toleran la presencia de malas hierbas. Ello las hace compatibles con un bajo o nulo control herbicida.

Se conocen variedades de arroz y de trigo con estas características, mientras que otros cultivos son capaces de competir con las malas hierbas sólo a partir del momento en que alcanzan una cobertura total del terreno. Estas variedades compiten con la mala hierba desde estadios muy tempranos.

#### Técnicas de control tradicionales mejoradas

##### Labores poco erosivos

En muchas parcelas o huertos (en pendiente, con capa arable mínima...), evitar la erosión del suelo puede ser uno de los principios que rijan el manejo del cultivo. En una primera aproximación alternativa al uso de herbicidas, cabe pensar en una disminución de la intensidad del laboreo. En cultivos hortofrutícolas no hay tanta experimentación como la realizada en otros cultivos (particularmente cereales) pero ensayos rea-

lizados en este sentido indican que en viña el empleo de laboreo reducido y no laboreo ha aumentado las producciones en un 7 y 14% respectivamente sobre el laboreo tradicional.

##### Laboreo nocturno

La realización de labores que remueven el suelo (pases de arado, preparación del terreno para la siembra o la propia siembra) provoca la emergencia de semillas de malas hierbas enterradas que pueden volver a germinar. La radiación solar en el momento de realizar las labores puede incidir sobre su emergen-

**L**as técnicas de no laboreo se basan en la no utilización de aperos y el mantenimiento de una cobertura vegetal del terreno que se debe controlar cada cierto tiempo (por siegas, tratamientos herbicidas,...). En caso de utilizarse la siega, se puede hablar de cultivo ecológico

cia. Al trabajar, en cambio, en la oscuridad, ésta se reduce de modo significativo. Ascard (1994) observó una disminución de la emergencia de malas hierbas de un 40% tras pase de arado nocturno, en comparación con el arado diurno.

##### Manejo integrado

El control integrado de malas hier-

bas está menos estudiado que el de plagas. Se define como la integración de métodos eficaces para el control o reducción de las poblaciones de malas hierbas de forma económicamente factible para el agricultor y segura en la protección del agroecosistema. Es un manejo multidisciplinario de las plantas indeseables. Se trata de mantener las poblaciones de malas hierbas por debajo del umbral de rentabilidad económica. Sólo cuando se llega a este umbral, se interviene. Siempre que sea necesario utilizar herbicidas químicos, se utilizarán en las dosis mínimas necesarias. Estudios sobre persistencia y penetración de herbicidas residuales selectivos en agrios indican que la problemática del uso de herbicidas no es tan grave. Gómez de Barreda et al. (1990) no han detectado acumulación de herbicidas y, por regla general, observaron una mayor concentración en los niveles de suelo más superficiales, con valores que no superaban la concentración de 1 ppm.

Los métodos mixtos de control mecánico y químico de las malas hierbas pueden ser considerados como técnicas de gestión ecológicas. Diversos trabajos indican eficacias de control con dosis reducidas de herbicidas, que incluso hacen innecesarias escardas realizadas tradicionalmente. Otros recomiendan la integración de la solarización y del glifosato para aumentar la eficacia del control de determinadas malas hierbas como *Cyperus rotundus*.

Algunos autores opinan que los herbicidas químicos continuarán siendo utilizados, aunque hay que controlar su uso (rotación de herbicidas para prevenir la aparición de resistencias en las malas hierbas) y reducir las cantidades aplicadas. Otros, en cambio, creen posible un control generalizado no químico de las malas hierbas pero permitiendo el uso puntual de herbicidas en bajas dosis.

##### Aplicación selectiva

Las malas hierbas se distribuyen frecuentemente en rodales (zonas en las que aparecen con mayor densidad, frente a zonas libres de ellas). Los rodales son frecuentes en cultivos extensivos pero puede entenderse como rodal la proliferación de malas hierbas alrededor del bulbo húmedo de cítricos u otros frutales. Con sistemas de tratamiento localizado se consigue un ahorro de herbicida (tratamiento químico) o una mínima alteración del suelo (tratamiento mecánico).

Hay sistemas comercializados que

detectan la vegetación por medio de sistemas basados en reflectancia que controlan automáticamente la apertura y cierre de boquillas, para aplicar herbicida sólo sobre la vegetación (malas hierbas antes de la plantación, siembra o emergencia del cultivo), de modo que la cantidad de herbicida aplicada al suelo desnudo (producto desperdiciado y contaminante) sea mínima. Se pueden desarrollar máquinas que apliquen diferentes concentraciones de materia activa o que cambien el caudal de caldo en función de la densidad de malas hierbas.

Como ejemplo de este sistema de control, el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, IVIA, participa en el proyecto europeo Air Project 1299 (Proyecto Patchwork) cuyo objetivo es la eliminación del uso de herbicidas químicos en cultivos hortícolas y su reducción en el de cereales. La labor del IVIA es desarrollar un sistema de visión

no parece que solucionen el problema, al menos a corto plazo. Se deben aplicar las técnicas de control tradicionales mejoradas, especialmente el manejo integrado, así como técnicas de control basadas en cobertura del terreno con ma-

**C**on la solarización no se pretende un control absoluto de las enfermedades y las malas hierbas, sino la reducción de daños a un nivel económicamente aceptable mediante la explotación de los recursos biológicos y físicos naturales, dentro del marco de la lucha integrada



Apero para el deshojado en patata. Una técnica para la lucha contra enfermedades criptogámicas en desinfección de hojas.

artificial que permita determinar la posición de los cultivos hortícolas y de las malas hierbas en campo, con el objetivo de dirigir el tratamiento en postemergencia del cultivo (Moltó et al., 1995).

### Conclusiones

Los diversos métodos señalados pueden subdividirse en dos tendencias:

- una primera que podríamos denominar tradicional con matices que la aproximan a una mayor racionalidad.
- una segunda, el uso de nuevas tecnologías para el control de las malas hierbas.

Las «tecnologías revolucionarias»

terial vegetal compatible con el cultivo.

A pesar de ello, determinadas circunstancias, como la demanda creciente de productos biológicos o ecológicos, pueden justificar el empleo de nuevas tecnologías, aunque siempre considerando el deterioro medioambiental supone (no sólo los herbicidas contaminan el medio ambiente). Así, el riesgo de incendios de los métodos térmicos de control de malas hierbas es difícil que pueda ser asumido en nuestra zona. Tampoco el excesivo consumo de energía de los métodos basados en la congelación.

Antes de llegar a ese nivel, cabe

una mejora importante de la situación actual: en 1994 se realizó el control de 1.000 equipos herbicidas (Marquez, 1994). Menos de un 10% se encontraba en condiciones para realizar una buena aplicación. Conocidos los resultados a este respecto sobre maquinaria de tratamientos realizados por la Universidad Politécnica de Valencia, resultados similares son de esperar en el resto del territorio nacional.

### Bibliografía

Ascard, J. 1994. Soil cultivation in darkness reduced the emergence of weeds. *Acta Horticulturae*, 372:167-177.

Del Busto, A., G., De Barreda, D., Cebolla, V., Martínez, P.F., Cases, B. 1990. La solarización como medio de lucha contra la vegetación espontánea. *Actas Reunión 1990 de la Sociedad Española de Malherbología*. 341-350.

García Baudin, J.M. 1973. Notas sobre un parásito de la juncia (genero *Cyperus*) nuevo en España. *Anales INIA - SER. PROT. VEG. N. 3*. 359-366.

Gómez de Barreda, D. Lorenzo, E., Gamon, M., Del Busto, A., SAEZ, A. 1990. Persistencia y penetración en el suelo de ciertos herbicidas residuales selectivos en los agrios. *Actas Reunión 1990 de la Sociedad Española de Malherbología*. 135-153.

Gómez De Barreda, D. 1991. La desinfección del suelo por Energía Solar (Solarización). Una técnica no contaminante para la agricultura del futuro. En «La horticultura española en la C.E.». Ed. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. 447-464.

Molto, E., Aleixos, N., Ruiz, L.A. Vázquez, J., Fabado, F., Juste, F. 1995. Determination of weeds and artichoke plants position in colour images for local herbicide action. *The 2. International Symposium on Sensors in Horticulture (ISHS-EurAgEng)*. Denmark.