



Figura 1. Pulverizador R4040i (John Deere) aplicando un herbicida de forma diferenciada (CUPASA).

## Aplicaciones de la Agricultura de Precisión a la gestión de malas hierbas. Técnicas de aplicación

**Clara Orno-Badia**

Estudiante del Máster de Protección Integrada de Cultivos.

Asignatura:  
Malherbología.  
Universitat de Lleida

El presente artículo corresponde al informe realizado por una estudiante del Máster de Protección Integrada de Cultivos de la Universitat de Lleida, con motivo de la conferencia impartida por el Dr. César Fernández-Quintanilla (Instituto de Ciencias Agrarias – CSIC Madrid) dentro de las actividades de la asignatura de Malherbología. Su publicación surge a iniciativa de los profesores de la asignatura y cuenta con la aprobación del propio conferenciante.

Aunque tradicionalmente las prácticas de cultivo se han orientado hacia una gestión uniforme del campo, se sabe que las propiedades del suelo, la presencia de malas hierbas, plagas o enfermedades, el rendimiento de un cultivo y otros parámetros de

interés agronómico no son homogéneos dentro de una misma parcela ni a lo largo de los años. Estas variaciones, tanto espaciales como temporales, justificarían un manejo diferencial del campo. En ese sentido, el avance de las nuevas herramientas

tecnológicas, informáticas y electrónicas, ha propiciado el desarrollo de una nueva práctica conocida como Agricultura de Precisión (AP) o Manejo específico localizado (*site-specific management*). La Agricultura de Precisión permite una gestión a la

medida de los suelos y cultivos para ajustarse a la variabilidad de cada parcela, con el objetivo de disminuir el uso de insumos, permitiendo reducciones en los costes, un mayor rendimiento y un menor impacto medioambiental.

Para llevar a cabo esta práctica de una forma integral habría que seguir un esquema cíclico basado en la toma de datos de suelo, cosecha y clima, en el análisis de esta información con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Sistemas de Soporte a la Decisión (SSD) y, finalmente, en la actuación con la aplicación variable en siembra, abonado, riego o fitosanitarios. Para ello, se necesitan una serie de tecnologías de geo-posicionamiento (GPS), sistemas de información geográfica (SIG), sensores o cámaras situados en plataformas aéreas (satélites, aviones, drones) o terrestres (tractor, quad) para obtener la información, software específico para la gestión de la información (QGIS, ArcGIS) y maquinaria agrícola inteligente (pulverizadores o escardadores de precisión).

Una aplicación concreta de la AP es la gestión localizada de las malas hierbas. Se sabe que muchas especies de malas hierbas suelen estar distribuidas de forma agregada formando rodales. Por lo tanto, tiene sentido evitar la aplicación uniforme de herbicida y focalizarla únicamente a las zonas más infestadas. Para realizar este tipo de prácticas, primero hay que detectar la posición de dichas infestaciones, tomar las consiguientes decisiones de control y, finalmente, actuar. En este informe se hace especial hincapié en la última fase del ciclo, la actuación.

Las tecnologías de actuación diferenciada contra las malas hierbas se pueden clasificar en dos grupos según la finalidad de su utilización: tecnologías de actuación localizada y tecnologías de dosificación variable. Las tecnologías localizadas hacen referencia a la aplicación de la misma dosis del producto fitosanitario sólo en los lugares indicados. En condiciones de presencia de mala hierba, el pulverizador aplicará una dosificación única, pero en ausencia de aquéllas no se aplicará el herbicida. En caso de realizar un control

## / La Agricultura de Precisión permite una gestión a la medida de los suelos y cultivos/

mecánico, la escarda se realizará, o no, en función de la presencia o ausencia de malas hierbas. En cambio, la finalidad de las tecnologías de dosificación variable consiste en aplicar la cantidad de producto necesaria a cada zona de la parcela que así lo requiera. Ambos tipos de aplicación pueden estar basados en sensores en tiempo real (*on-the-go*) o en mapas de tratamiento.

En el caso de utilizar sensores en tiempo real, éstos nos permiten medir uno o diversos parámetros para decidir la dosis a aplicar en el mismo momento en que el equipo de distribución recorre la zona donde se acaba de realizar la lectura por los sensores. Con esta metodología, la adquisición de la información, su procesamiento, la decisión de la dosis a aplicar y la propia aplicación del producto se realizan en cuestión de segundos. En cambio, si la actuación está basada en mapas de tratamiento, la cantidad total de producto puede ser determinada antes de ir al campo, por lo que la logística puede organizarse con antelación. El tiempo transcurrido entre la toma de muestras y la actuación permite un procesado importante de los datos para asegurar la precisión. Sin embargo, existe un desfase temporal entre la realización del mapa de prescripción y la aplicación.

### Soluciones comerciales existentes

Una vez conocidas en qué se basan las diferentes tecnologías de actuación, y como resultado de investigación tecnológica, se presentan a continuación varias soluciones en función de la estrategia de control.

### Control químico

Existen varios sensores en tiempo real como WeedSeeker (Trimble), WEED-it Ag (Rometron) y AmaSpot (Amazone) que detectan radiométrica y activamente una planta viva a la vez que el sensor avanza, de forma que el sistema pulveriza el herbicida cuando el material vegetal se encuentra bajo la boquilla. Estos sensores permiten diferenciar entre planta verde y suelo desnudo, pero no son capaces de distinguir entre mala hierba y cultivo. En cambio, los sistemas CropStalker (Southern Precision), H-Sensor (Agricon), Spot Sprayer (Garford) o See & Spray (BlueRiver-John Deere) sí son selectivos, puesto que son capaces de distinguir entre cultivo y algunas especies de malas hierbas.

Respecto a la aplicación de herbicidas basada en mapas de tratamiento, se requiere de un Sistema de Posicionamiento Global, de un monitor para la visualización del mapa de la aplicación, de un equipo de tratamiento localizado, e incluso, de unas boquillas especiales. Como ejemplos de monitores comerciales pueden citarse el GreenStar™ 3 2630 (GS3) (John Deere) y la pantalla TMX-2050 (Trimble), los cuales son capaces de visualizar una aplicación de dosis variable con una pantalla a color para la representación y la creación de mapas. Existen equipos capaces de realizar una aplicación diferenciada boquilla a boquilla o según los diferentes tramos de la barra pulverizadora. VARIOSELECT (Tecnom) o el sistema Case IH pueden ser ejemplos del primer caso, puesto que permiten la selección automática de las boquillas en función de la presión, abriéndolas y cerrándolas de manera intercalada consiguiendo aplicar diferentes dosis. Asimismo, el pulverizador R4040i (John Deere) permite una aplicación de herbicidas variable bajo prescripciones previamente programadas a una distancia de obertura o cierre en función de la longitud de cada tramo de la barra pulverizadora (Figura 1).

### Control físico o mecánico

Ante el creciente avance de la agricultura ecológica, y ante la escasez de productos herbicidas específicos para ciertos cultivos (ornamentales, hortí-



**Figura 2.** Robocrop InRow (Garford) realizando un control mecánico de las malas hierbas en un campo de lechugas (César Fernández-Quintanilla).

colas), existe una clara necesidad de avanzar también en tecnologías de control físico o mecánico de las malas hierbas. En este sentido, existen algunos equipos que realizan la escarda mecánica entre líneas guiados por cámaras, mientras que otros la efectúan dentro de la línea de cultivo. Entre los primeros, destacan Eco-Dan (Steektee) y Robovator intrarow (F Poulsen Engineering), ya que disponen de un equipo que localiza, mediante visión artificial, la posición de las líneas de cultivo, eliminando mecánicamente mediante diversos sistemas las malas hierbas presentes entre líneas. Mientras que, Robocrop InRow (Garford) y Bonirob (Bosch) son capaces de realizar la escarda mecánica también en la línea de cultivo (Figura 2). Todos ellos son sistemas muy útiles para cultivos hortícolas o aquellos sembrados a un espacio regular entre las plantas de la hilera.

## Ventajas y limitaciones de la agricultura de precisión

La mayor ventaja de la aplicación de la Agricultura de Precisión en el control de malas hierbas es la posibilidad de realizar una aplicación localizada y evitar desperdiciar herbicida en zonas donde no hay presencia de

malas hierbas. Por lo tanto, hay una considerable reducción en la cantidad de herbicida aplicado, un ahorro económico y una gestión agrícola más respetuosa con el medio ambiente (menor contaminación de las aguas, menor cantidad de residuos fitosanitarios, menores riesgos para el operario y de contaminación del entorno...).

Sin embargo, la adopción de la Agricultura de Precisión por parte de los agricultores no ha sido tan elevada como era de esperar. Introducir nueva maquinaria y tecnología supone altos costes, lo cual comporta una inversión que pocos agricultores están dispuestos a asumir. Sin embargo, el precio de compra de estas tecnologías está bajando de forma rápida. Existen, además, muchas empresas que disponen de esta maquinaria y ofrecen los servicios al agricultor, permitiendo así reducir los costes. Entre las limitaciones de la adopción de esta tecnología destaca la necesidad de formación o capacitación por parte de técnicos y agricultores y su necesaria aplicabilidad a un tamaño mínimo de parcela. Hasta la fecha, ha sido una práctica que se ha implementado en explotaciones industriales con grandes extensiones de cultivos, principalmente cereales

(Australia, Estados Unidos). El reto se centra en la aplicación de esta tecnología en escenarios de menor dimensión tales como cultivos hortícolas y frutales.

## Conclusiones

La distribución de malas hierbas en un campo de cultivo no suele ser uniforme, por lo que parece lógico intentar aplicar el herbicida sólo allí donde verdaderamente se necesita. Existen dos opciones: realizar primero un mapa de la distribución de las malas hierbas y, posteriormente, una aplicación del producto de forma localizada, o utilizar una tecnología que permita integrar la detección de las malas hierbas con una aplicación en tiempo real. En caso de conseguir un control adecuado de las malas hierbas, las ventajas derivadas de la reducción del volumen de producto herbicida usado serán evidentes, tanto desde el punto de vista económico como ambiental. No obstante, para alcanzar ese objetivo es necesario superar ciertas limitaciones, en especial aquellas asociadas al tamaño de la parcela y de las explotaciones, al tipo de cultivo, al coste de las maquinarias, etc.

## Bibliografía

- ! Astrand, B. y Baerveldt, A.J. 2002. An agricultural mobile robot with vision-based perception for mechanical weed control. *Autonomous Robots*, 13: 21-35.
- Christensen S.; Sogaard HT.; Kudsk P.; Norremarks M.; Lund I.; Nadimi ES.; Jorgensen R. Site-specific weed control technologies. *European Weed Research Society Weed Research* 49, 233-241.
- Dammer, K. H., Böttger, H., Ehlert, D. 2003. Sensor-controlled variable rate real-time application of herbicides and fungicides. *Precision Agriculture*. 4: 129-134.
- Escolà, A. 2010. Mètode de dosificació variable en temps real per a l'aplicació de productes fitosanitaris en fruticultura de precisió. Tesis doctoral Universitat de Lleida.
- Fennimore, S. A., Slaughter, D.C., Siemens, M.C., Leon, R.G., Saber, M.N. (2016). Technology for Automation of Weed Control in Specialty Crops. *Weed Technology*. 30: 823-837.
- Fernández-Quintanilla, Cesar & Dorado, José & Andújar, Dionisio & Peña-Barragán, José M & Ribeiro, Angela & López-Granados, Francisca. (2017). Últimos avances en tecnologías para una gestión sostenible de las malas hierbas. XVI Congreso de la Sociedad Española de Malherbología. Pamplona.
- Fernández-Quintanilla, C.; Peña, J.M.; Andújar D.; Dorado J.; Ribeiro A.; López-Granados F. (2018). Is the current state-of-the-art of weed monitoring suitable for site-specific weed management in arable crops? *Weed Research* 58 (en prensa).
- Fillat, A.; Solanelles, F. 2007. Mejora de la eficiencia de las máquinas de aplicación de herbicidas. *Vida Rural*. 244: 76-81
- Gerhards, R., Christensen, S. (2006). Site-specific Weed Management. *Handbook of Precision Agriculture*. Ed. Ancha Srinivasan. Chapter 6. 185-201.
- Lindblom, J. Lundstorm, C., Ljung, M., Jonsson, A. (2017) Promoting sustainable intensification in precision agriculture: review of decision support systems development and strategies. *Precision Agriculture*, 18: 309-331.
- Slaughter, D.C.; Giles, D.K. y Downay, D. 2008. Autonomous robotic weed control systems: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61: 63-78.
- Symonds, P.; Paap, A.; Alameh, K.; Rowe, J. y Miller, C. 2015. A real-time plant discrimination system utilising discrete reflectance spectroscopy. *Computers and Electronics in Agriculture*, 117: 57-69.

## Combate a los insectos y ácaros de la manera más natural

Las piretrinas naturales son insecticidas y acaricidas con una rápida acción de contacto, un amplio espectro y sin residuos.

KENPHYR es un **producto totalmente natural**, obtenido de flores secas de Pelitre (*Crysanthemum cinerariifolium*), con una riqueza de un 4% DE PIRETRINAS y formulado con una **base de aceites vegetales**, principalmente aceite de soja, **que incrementan su actividad insecticida**.

Se recomienda su utilización para el control de mosca blanca trips, pulgones, cochinillas, orugas, escarabajos, hormigas y ácaros **en horticolas y ornamentales**.

Apto para cultivo ecológico



INSCRITO EN EL REGISTRO OFICIAL DE PRODUCTOS Y MATERIAL FITOSANITARIO CON EL N° 25.297/19

### EXTRACTO DE PELITRE

# KENPHYR

## PIRETRINAS NATURALES

Autorizado para su uso en agricultura biodinámica

Autorizado contra insectos vectores de *Xylella fastidiosa* en almendro y viña, en la Comunidad Valenciana y Baleares

C/ Jaime I, 8  
Polígono Industrial del Mediterráneo - 46560 Massalfassar (Valencia)  
Tel.: 961 417 069 | Fax: 961 401 059  
e-mail: [biagro@biagro.es](mailto:biagro@biagro.es)  
[www.biagro.es](http://www.biagro.es)



## BIAGRO

Bioestimulantes Agrícolas que respetan la naturaleza