



Foto 1. Daños al cultivo detectados por un dron. Fuente propia.

**Bruna Català y  
Raül Palau**

Estudiantes del Máster  
Protección Integrada  
de Cultivos de la  
Universitat de Lleida.

## La disrupción digital y la gestión de malas hierbas

El presente artículo corresponde al informe realizado por dos estudiantes de la asignatura de malherbología del Máster Protección Integrada de Cultivos a raíz de la ponencia realizada por parte del Dr. César Fernández-Quintanilla. La publicación del trabajo surge a iniciativa de los profesores de dicha asignatura y cuenta con la aprobación del conferenciante.

En la conferencia impartida por el Dr. César Fernández-Quintanilla, investigador del Instituto de Ciencias Agrarias del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), que se realizó durante el presente curso académico en la Universidad de Lleida, se trató un tema en auge como es la disrupción digital y la gestión de las malas hierbas.

En una época de cambio como la que se está viviendo, las nuevas tecnologías están haciendo replantear la manera de trabajar de forma más eficiente en el mundo de la agricultura. Cada vez los costes de producción de cualquier cultivo son más elevados, razón por la cual el agricultor se ve obligado a precisar cada vez más sus estrategias de trabajo.

En este sentido, las herramientas digitales que actualmente nos proporciona el mercado hacen que los productores se encuentren en un punto de inflexión en el tiempo, enfrentándose a un nuevo paradigma: continuar con los métodos de trabajo convencionales o sustituirlos por otros más disruptivos e innovadores y que permitan ahorrar costes.

## Agricultura de precisión para gestionar malas hierbas

El ponente definió la agricultura de precisión como “la gestión personalizada de suelos y cultivos para ajustarse a las condiciones variables en cada parcela”. En el ámbito de la malherbología, la agricultura de precisión tiene una gran aplicabilidad y ofrece herramientas adecuadas para llevar a cabo una gestión específica de malas hierbas.

La gestión localizada de malas hierbas ha ido evolucionando a lo largo de la historia. Tiempo atrás se utilizaba mano de obra para poder eliminar la maleza de los campos, pero, por suerte, esto ha cambiado. Hoy se puede hablar de tecnologías avanzadas como el GPS, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la captación de información mediante cámaras y sensores, los vehículos aéreos no tripulados (UAV, conocidos como drones), la maquinaria inteligente como los pulverizadores variables y muchas otras herramientas que nos pueden dar estrategias de manejo de manera precisa.

Para aplicar estas estrategias es necesario comprender el comportamiento espacial de las poblaciones de malas hierbas. Éstas, normalmente, se presentan en rodales y suelen ser reincidentes en el campo año tras año. En ese sentido, según comentó el Dr. Fernández-Quintanilla, es importante la persistencia de los propágulos (frutos, semillas, órganos vegetativos), el tipo de reproducción y el agente de dispersión. Estos aspectos deben tenerse en cuenta en el diagnóstico que pueda realizarse sobre la evolución de la infestación a la hora de tomar una decisión.

Ante estos retos, surgen diferentes oportunidades para la aplicación de la agricultura de precisión con herramientas que nos ofrece el mercado y que pueden ayudar en una futura recomendación o asesoramiento.

## Inspección

En un primer paso, es importante poder inspeccionar con precisión la situación de cada parcela con el objetivo de determinar la presencia de malas hierbas y la ubicación de éstas para poder utilizar el método de manejo más acertado. Dicha ope-



Foto 2. Realización de un tratamiento preemergencia en un cultivo de maíz. Fuente propia.



Figura 1. Relación Rendimiento - Tiempos. Fuente: Apuntes asignatura de Malherbología Máster PIC.

ración puede realizarse mediante sistemas de percepción más o menos tecnificados. Hoy en día, podemos diferenciarlos en terrestres (discretos o continuos) o aéreos (desde satélites, aviones o drones). Los métodos discretos nos permiten obtener una idea de la distribución de las diferentes malezas mediante muestreos manuales de forma simple y fiable. Mayormente, son útiles en investigación, pero a nivel de agricultor son bastante inviables.

Los sistemas continuos muestran mayor aplicabilidad para el agricultor. Éstos consisten en realizar la detección de las malas hierbas mediante sensores ópticos, fotoeléctricos, LIDAR, o cámaras de video biespectrales acoplados al propio tractor o cosechadora. Ciertamente, estas

tecnologías son mucho más precisas y manejables.

A su vez, también existen los sistemas de muestreo aéreos que se realizan desde satélites, aviones o drones. Actualmente, el sistema de detección a partir de drones está en auge porque permite identificar la presencia de malas hierbas de forma bastante sencilla, automática y precisa. Aún así, aunque muchas veces no lo parezca, el procesamiento de las imágenes no resulta tan sencillo.

## Actuación

### Control químico

En el seminario también se presentaron diferentes herramientas relacionadas con la intervención directa contra las infestaciones de malas hierbas.

# transferencia tecnológica

| malherbología |

En el caso de los sistemas de control químico, el primero que se desarrolló fue el WeedSeeker (Trimble), en los años ochenta. Es una herramienta simple, que funciona muy bien y es la que más se ha utilizado. Ésta tiene un sensor que detecta la presencia de plantas sobre el suelo desnudo y pulveriza herbicida en tiempo real cuando la planta se encuentra bajo la boquilla del sistema. La principal limitación de este sensor es que no diferencia entre cultivo y mala hierba. Con el fin de superar este inconveniente se han desarrollado otros sistemas tales como H-Sensor (Agricon), Spot Sprayer (Garford) o See & Spray (BlueRiver-John Deere), que son selectivos y permiten diferenciar automáticamente el cultivo de algunas malezas.

También existen robots pulverizadores (EcoRobotics) y tratamientos con herbicidas selectivos a partir de mapas de precisión e imágenes de drones muy prometedores pero que, de momento, se utilizan solamente a nivel experimental. Una de las razones por las cuales estos sistemas actualmente no son comercialmente viables es su elevado precio.

## Control físico

Por lo que respecta a las tecnologías de control físico contra las malezas, éstas suelen ser herramientas relativamente más sencillas y a su vez más rentables. Existen sistemas acoplados al tractor que permiten realizar una escarda mecánica de precisión entre líneas como Eco-Dan (Steketee) o en las mismas líneas como Robocrop (Garford). También hay robots escardadores que se desplazan solos por el campo, como Bonirob (Bosch), que mediante una cámara localiza una maleza y el percutor actúa sobre ella enterrándola. También se ha desarrollado una grada de púas (Universidad de Hohenheim) y un quemador de propano guiados por cámara de visión que adaptan la severidad de su actuación en función de la abundancia de mala hierba.

El ponente nos expuso todas estas tecnologías derivadas de la agricultura de precisión mediante imágenes y vídeos que nos permitieron visualizar estas realidades que hace tan solo unos años hubieran sido inimaginables.



Foto 3. Rotovator en lechuga. Fuente: César Fernández.

## Conclusiones

Toda esta tecnología disruptiva ha aumentado notablemente la efectividad, la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y la seguridad alimentaria de los productos, aspectos muy positivos para este sector. Sin embargo, la otra cara de la moneda es la reducción del número de trabajadores no especializados y la necesidad de una especialización laboral, el aumento de competitividad y el crecimiento del tamaño de los grandes productores. ¿Pueden ser causas del porqué los agricultores no están aceptando todos estos retos?

Como hemos comentado, hoy en día existe una considerable variedad de métodos para la detección y discriminación de malas hierbas. Sin embargo, al estar hablando de tecnologías disruptivas, actualmente no son herramientas económicamente rentables para la mayoría de los agricultores, siendo éstos, en general, de un perfil bastante conservador. De todas formas, hay interés en mejorarlas porque se está demostrando que podrán permitir ahorros de importante magnitud.

En el debate posterior de la conferencia, se cuestionó la utilidad de las herramientas de inspección ante el hecho de ser más eficientes cuando la maleza está relativamente desarrollada. Sin embargo, si la mala hierba está en un estado fenológico avanzado, existe el riesgo de que la campaña del cultivo se vea ya afectada. No obstante, la información

obtenida puede tener igualmente utilidad para prevenir la infestación en la campaña siguiente. En el caso de especies de malas hierbas de propagación vegetativa, con una expansión más previsible, estas herramientas pueden ser particularmente apropiadas.

Otro de los temas de debate fue la formación del futuro asesor, ya que se observa que cada vez los grandes productores necesitan de técnicos lo más profesionales posibles. Los productores disponen de mayor diversidad de cultivos para buscar las mejores oportunidades de mercado, y tal vez la opción de ser un asesor especializado en un cultivo no sea la más acertada. Posiblemente, en un futuro se priorice un asesor agrónomo con sólidos conocimientos en diferentes cultivos y, además, con una adecuada formación empresarial que ayude a alcanzar la mejor rentabilidad posible.

Seminarios como el impartido por el profesor César Fernández-Quintanilla, y otros programados en la asignatura, enriquecen la formación recibida en esta disciplina y ayudan a configurar el Máster de Protección Integrada de Cultivos de la Universidad de Lleida como un referente, en este ámbito, a nivel nacional. Mediante el debate, el análisis y la reflexión se ayuda a los estudiantes a adquirir mayor madurez frente a los retos actuales de la Sanidad Vegetal.