Situación de la agricultura de precisión en Extremadura

Su aplicación permitiría una gestión específica de cada unidad de suelo y cultivo

Los agricultores extremeños se han aproximado tímidamente a la agricultura de precisión de la mano de la Administración pero, como en cualquier proceso productivo, el beneficio será mayor cuanto mayor sea la escala productiva. Pronto las grandes explotaciones agrícolas de nuestra región demandarán estas técnicas para mejorar su rentabilidad.

Juan Morillo Barragán, Francisco J. Rebollo Castillo y Manuel C. Rodríguez Gordillo.

Departamento de Expresión Gráfica. Escuela de Ingenierías Agrarias (Badajoz).

Desde los tiempos más remotos, el pequeño agricultor ha llegado a mantener un grado de compenetración con sus tierras de cultivo que le permite conocer, de acuerdo con la experiencia transmitida a lo largo de generaciones, las distintas interacciones entre los factores de cultivo.

En la medida que la mecanización ha distanciado al agricultor de sus relaciones con la tierra, se han ido perdiendo los vínculos de conocimiento y de detalle sobre la heterogeneidad del territorio, arraigados en el agricultor artesanal, a expensas de un nuevo agricultor mecanizado que aplica al cultivo de sus tierras criterios asépticos con una óptica meramente económica. Con esta desvinculación manifiesta de la tierra, ésta se convierte en un mero lugar de trabajo y objeto de subvenciones.

El inexorable avance de la ciencia, con la presión sobre los costes y los ingresos para la mejora de la productividad, revisa las pautas del pasado y aprende de sus orígenes. La falta de mano de obra cualificada y el respeto creciente por nuestro medio ambiente hacen el resto para concebir la moderna agricultura como la de la era de la automatización, con la mejora de la productividad de las máquinas y de los hombres.

Estamos en los albores del agricultor de precisión.

El concepto de agricultura de precisión

La necesidad de una agricultura de precisión (en adelante AP) surge de la variabilidad existente en los cultivos y de un tamaño adecuado de parcela que rentabilicen un tratamiento diferenciado frente a las actuales aplicaciones masivas de insumos que consideran nuestra parcela como un elemento homogéneo.

Bragachini, M. (1998) define la AP como un conjunto de actividades que incluyen la recolección y el manejo de información, la cual permite la toma de decisiones económicas y ambientales apropiadas para la producción de cultivos. El agricultor tiene también responsabilidades con el medio ambiente, y en ese sentido el término "precisión" consiste en aplicar la dosis adecuada en cada parcela, buscando, por un lado, una reducción de costes y, por otro, no comprometiendo con excesivas medidas actuales la productividad futura.

Valero, C. (2002) diferencia el manejo específico de los cultivos (MSE), que consiste en detectar las diferentes zonas de nuestra parcela y aplicarles distintos insumos (laboreo, abonado, herbicida, riego, semilla, etc.) según su problemática específica o su potencial de producción diferenciado. En cuanto se consigue automatizar el manejo específico de los cultivos, estaríamos hablando de AP.

Como en muchas otras técnicas, antes de alcanzar un determinado nivel de madurez han existido y coexisten una serie de estadios intermedios.

La agricultura de precisión en el mundo

La AP comenzó su andadura como tal en EE.UU. a principios de los años 90, y actualmente se extiende a un 20% de la superficie cultivada de este país. Otros países como Canadá, Australia, Argentina o el Reino Unido han sido también pioneros en esta técnica, que llegó mucho más tarde al resto de Europa: Alemania, Dinamarca y Francia, principalmente, aunque limitada aún a determinados cultivos (Fernández-Quintanilla, 2000).

Por lo tanto, no resulta mera coincidencia que aquellos países más mecanizados y con mayor número de hectáreas arables por

trabajador rural hayan sido los abanderados de la AP como necesidad para abaratar los gastos de mano de obra y optimizar el uso de la maquinaria agrícola. Se refuerza esta hipótesis porque estos mismos países son también los que lideran el empleo de fertilizantes por hectárea o número de hectáreas a fertilizar por cada operario agrícola.

Reducir la mano de obra e insumos son dos excelentes razones para auspiciar cualquier tipo de investigación en este ámbito. Estas necesidades evidentes se plasman en un elevado compromiso con la AP si utilizamos como indicador del nivel de incorporación a la AP el número de monitores de rendimiento, como proceso básico para cuantificar la variabilidad.

Las perspectivas futuras de los próximos decenios son halagüeñas, pero a un ritmo que no será tan rápido como anunciaban las primeras expectativas. Tienen aún que pulirse muchos detalles tecnológicos (imágenes de satélites, desarrollo comercial de sensores, constelaciones de satélites, etc.), abaratarse muchos costes (muestreo de suelos) y elevarse los requisitos de la legislación medio ambiental.

Situación de la agricultura de precisión en España

Las primeras aplicaciones de la AP en España han comenzado en centros de investigación de Navarra, Andalucía y Castilla y León, gracias a la colaboración prestada por la casa comercial Massey Ferguson, que dispone de una máquina cosechadora de cereales y de un tractor con el sistema Fieldstar incorporado.

En Castilla y León, se lleva a cabo un proyecto de investigación coordinado por el Laboratorio de Teledetección de la Universidad de Valladolid. En él participan otros centros de investigación como el Laboratorio de Teledetección del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias de Madrid y el Servicio de Investigación y Tecnología Agraria de la Junta de Castilla y León, que pretenden poner en marcha esta tecnología de la AP en combinación con la teledetección, para no sólo desarrollar la componente espacial, sino también aquella temporal.

Los trabajos se realizan en la finca "La Ventosilla" (Burgos), sobre cultivos de trigo, cebada, veza y girasol. Desde el primer año se están obteniendo mapas de rendimiento generados por la cosechadora en el momento de la recolección, y a partir del segundo año se han introducido imágenes de satélite Meteosat, NOAA-AVHRR, Spot, LANDSAT y, recientemente, IKONOS.

Los resultados obtenidos permiten asegurar que existen diferencias significativas en la producción dentro de la misma parcela y que esta variabilidad espacial se mantenía a lo largo del tiempo.

Otros estudios realizados por la Universidad y por los técnicos del Laboratorio de Análisis y Fertilidad de Suelos de Lleida concluyen que una fertilización razonada constituye un avance importante en la gestión del suelo. La AP permitiría una gestión específica de cada unidad de suelo y cultivo.

Aplicación de la agricultura de precisión en Extremadura

En Extremadura la AP queda limitada a aplicaciones masivas de insumos realizadas mediante distribución aérea, ya sea de semilla, fertilizante o productos fitosanitarios, con un apoyo terrestre en campo mediante GPS identificando rodales, o bien directamente, facilitando al sistema las parcelas en un sistema de coordenadas dado.

En otra línea de actuación se utiliza la teledetección para descubrir la variabilidad a nivel de uso del suelo de una zona. De esta manera se pueden contrastar tanto la extensión como el tipo de cultivo declarado por el agricultor para proceder a comprobaciones selectivas cuando se superen ciertos niveles de incertidumbre entre la información aportada por el agricultor y la analizada en una serie de imágenes de satélite.

Aplicaciones aéreas

Los aviones agrícolas equipados con GPS diferencial reciben las correcciones diferenciales de satélites geoestacionarios como los del sistema comercial Racal-Landstar, con lo cual se puede definir su posición en cada instante con una precisión submétrica. Un software de navegación complementario permitirá al piloto definir la extensión y forma en que se desarrollan las operaciones de vuelo.

Antes del despegue, de forma manual o automática, se cargan las distintas áreas de actuación y el programa define las pasadas para completar el trabajo.

Avión agrícola.

Durante el vuelo, en la cabina del avión, el piloto cuenta con dos dispositivos de ayuda a la navegación para seguir el plan de vuelo trazado: una barra de luces que de manera rápida y sencilla informa de su posición con respecto al trazado definido de la pasada, y una pantalla gráfica con la cartografía y ubicación. Cuando la aeronave alcanza el área de actuación, de forma automática o manual se activa la aplicación de insumos, mientras el piloto guía la dirección de vuelo tratando de aproximarse a la trayectoria de la pasada, hasta que, una vez fuera de la zona, se corta la aplicación. Estas operaciones se repetirían en sucesivas pasadas hasta cubrir la totalidad de la zona. Si una vez en campo existiera alguna diferencia con respecto a las formas, en un vuelo de reconocimiento y de forma manual, se pueden capturar puntos del contorno para proseguir a continuación con la aplicación.

Después del vuelo, se puede descargar la información registrada en un formato compatible con cualquier SIG del mercado; así dispondremos de las líneas de pasada, bloques de aplicación,

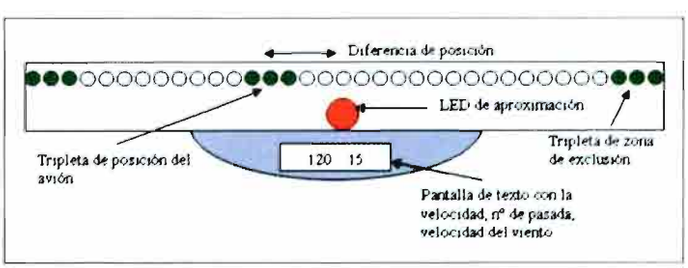

Figura 1. Dispositivo de guía luminosa de TrimFlight de Trimble.

Las principales marcas de tractores cuentan con sistemas adaptados a la AP.

etc. A partir de los informes generados, se puede determinar con todo rigor la zona de aplicación, dosis, solape de pasada, etc. para evaluar el coste y eficiencia del proceso.

Se hace hincapié en todo este proceso sobre la interface de la aplicación. Un piloto de avión agrícola monoplaza debe atender de forma simultánea varias tareas bastante complejas: pilotaje, seguimiento de la pasada de vuelo y aplicación del insumo.

El equipamiento de navegación tiene que permitirle un manejo rápido e intuitivo que no disminuya la atención del resto de sus cometidos.

El Servicio de Protección Vegetal de la Junta de Extremadura realiza aplicaciones a un bajísimo volumen de diversos productos especialmente formulados, destinados a controlar toda una serie de plagas endémicas o recurrentes en nuestra comunidad.

- Procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*, Shiff).

La accidentada orografía en la que se encuentran por lo general nuestros pinares, supone una dificultad adicional para las aplicaciones aéreas debido a la continua variación en altura que hay que efectuar para mantener la trayectoria de la pasada. Este inconveniente se evita realizando las pasadas por curvas de nivel y el sistema interrumpe automáticamente la aplicación de manera selectiva fuera del área de pinar suministrada por los técnicos de la Junta.

- Langosta (*Dociostaurus maroccanus*).

En una primera fase se prospectan en campo los nidos o focos, identificándolos mediante puntos GPS, para luego actuar desde el avión sobre los rodales.

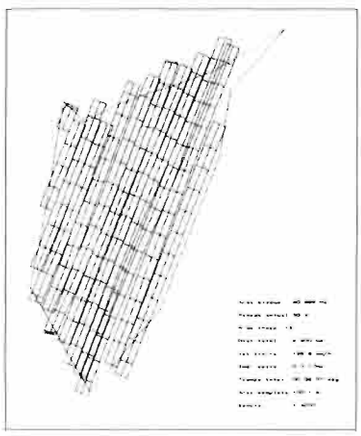

Figura 2. Informe de pasadas de aplicacion.

- Mosca de la aceituna (*Dacus oleae* Gml.)

En los tratamientos masivos a nivel de término municipal quedan definidas las áreas de olivar con sus límites administrativos. Se plantea la ventaja de la exclusión de aquellas parcelas de olivar ecológico que de otra forma tendrían que marcarse por las señales o banderolas oportunas.

- Pudenta del arroz (*Eusarcoris* sp.).

La nivelación característica del cultivo del arroz permite alturas de vuelo de un metro frente a los 6 ó 7 de otros cultivos, lo que hace muy efectivas las aplicaciones.

De cara al agricultor particular, las aplicaciones en áreas utilizando la AP le permiten acotar las actuaciones dentro de los límites de su parcela y supervisar los resultados mediante los informes que se suministran en cada aplicación (dosis, superficie, cobertura, etc.).

- Siembra directa del arroz.

Para conseguir una distribución homogénea de la semilla y otros sólidos, se utilizan esparcidores (spreader) a la salida de la tolva que, fabricados en acero inoxidable para evitar alteraciones y con un diseño interior especial de vanos o alvéolos, permiten distribuir el producto y regular el volumen de salida.

- Aplicaciones aéreas de herbicidas.

No sólo se puede seleccionar el área de tratamiento, sino, además, la dosificación de la misma merced a un monitor que controla la dosificación de la aplicación. Una turbina de flujo mide el volumen de salida en función de la orden recibida de un microprocesador y lo canaliza a los atomizadores de aplicación.

- Abonado de cobertera sólido o líquido.

Si es abonado líquido se puede controlar automáticamente la dosificación. En el caso de tratarse de un abonado sólido hay que utilizar el esparcidor y regular su flujo manualmente realizando una pasada de calibración.

Control por teledetección de las ayudas a cultivos herbáceos y forrajeros

La Junta de Extremadura, en colaboración con el Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA) a través de una empresa especializada como TRAGSATEC, realiza anualmente trabajos de control sobre el terreno por sistemas de teledetección-satélite de las superficies de determinados cultivos herbáceos.

Anualmente, la administración regional selecciona una zona objeto de control, normalmente superior a las 130.000 ha, de acuerdo con la información de las declaraciones del año precedente. De la zona se recopila toda la información necesaria, consistente en una muestra de las declaraciones, ortofotos, parcelas catastrales y, lo que resulta fundamental, imágenes multiespectrales en función del calendario de los cultivos de la zona.

Es necesaria una encuesta dirigida de campo con el objeto de recoger la información necesaria para la realización de la clasificación de las imágenes, prestando especial atención a los cultivos minoritarios que puedan dar lugar a confusiones.

Con la ayuda de ortofotos, parcelario e imágenes se procede a la definición de áreas homogéneas y su fotointerpretación. Con estos datos se procede a la evaluación a cuatro niveles: parcela catastral, parcela agrícola, grupo y expediente. En este proceso de evaluación se asignan usos y superficies en dos fases diferenciadas: en una primera fase para los cultivos de invierno, y en segunda fase para los de verano y para ratificar algunos usos como barbechos de la fase anterior.

Con la relación de parcelas catastrales dudosas se realiza una visita rápida a campo para efectuar su comprobación.

Toda la documentación generada, consistente en listados por expediente y polígono, informe de resultados y documentación gráfica, es entregada a la Administración para realizar las comprobaciones oportunas con GPS en campo. ■

CUADRO I. FASES DEL CONTROL ASISTIDO POR TELEDETECCIÓN

SELECCIÓN ZONA
RECOPILACIÓN DE DOCUMENTACIÓN
ENCUESTA DE CAMPO
AJUSTE DE POLÍGONOS Y PARTICIONES: ORTOFOTOS
PARTICIÓN Y FOTOINTERPRETACIÓN IMÁGENES
EVALUACIÓN Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS
VISITA RÁPIDA DE CAMPO
EVALUACIÓN Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS
CONTROLES POSTERIORES: GPS

CONCLUSIONES

Los agricultores extremeños se han acercado tímidamente a la AP de la mano de la Administración, pero, como en todo proceso productivo, el beneficio será mayor cuanto mayor sea la escala productiva. Las grandes explotaciones agrícolas de nuestra región demandarán pronto estas técnicas para la mejora de su rentabilidad.

Las instituciones tienen que auspiciar la investigación de proyectos de AP para acercar estas técnicas al agricultor.

Por su parte, las empresas de maquinaria agrícola tienen que prestar la cobertura necesaria para que esta tecnología de última generación, y por tanto costosa, sea digerida por el proceso productivo.

Los profesionales tienen que asesorar a los agricultores en la confección de mapas de rendimiento para que se pueda evidenciar la variabilidad existente en la parcela e implementar la tecnología de dosis variable que permita adaptarse a los actuales aperos para dar un tratamiento diferenciado.

Para una incorporación efectiva de la teledetección a la AP son indispensables imágenes de alta resolución espacial que saquen a la luz la heterogeneidad de la parcela. Con bajas resoluciones sólo será posible discriminar diferencias de usos del suelo de cara al control de ayudas por superficie.

Bibliografía

Bragachini M, Martellotto E, Bianchini A, Bongiovanni R. (1998). Nuevas herramientas para el ajuste del diagnóstico agronómico y aplicación precisa de insumos. INTA http://www.agriculturadeprecision.org/

Grenón D.(1994). Agromática. Aplicaciones informáticas en la empresa agropecuaria. Ed. Subsecretaría de Informática y Desarrollo. República de Argentina.

Fernandez-Quintanilla, C. (2000). ¿Qué es la Agricultura de Precisión? Centro de Documentación de desarrollo rural (CEDERUL).

http://www.cederul.unizar.es/semh/docs

John Deere Iberica (2001) El desarrollo de la mecanización se acelera. Revista Campo y Mecánica, otoño

Norton, G. W., and S. M. Swinton (2001) "Precision Agriculture: Global Prospects and Environmental Implications." Forthcoming in G. H. Peters, and P. Pingali, ed.,Tomorrow's Agriculture: Incentives, Institutions, Infrastructure and Innovations. Aldershot, U.K.: Ashgate.

Pearce, D., Barbier, E. & Markanda, A. (1988). Sustainable development and cost-benefit analysis. Paper 88-01. London Enviromental Economics Centre, UK

Valero, C (2002) Agricultura de precisión en EE.UU. y Argentina: dos ejemplos a seguir. Vida Rural nº 151