

Agricultura de precisión en EE.UU. y Argentina: dos ejemplos a seguir

En España diversos grupos de investigación trabajan en equipos de AP para las condiciones españolas

Antes de entrar en detalle en estos dos ejemplos de agricultura de precisión, es importante dejar algunos conceptos claros o por lo menos repasar ideas. Una cosa es la "gestión de cultivos específica del sitio" (Site Specific Management) y otra la verdadera "agricultura de precisión". Según Lowenberg-DeBoer, la gestión o «Manejo Sitio-Específico de los Cultivos consiste en hacer el manejo espacial con o sin ayuda de la electrónica realizando el manejo correcto, en el lugar indicado y en el momento oportuno». Es decir, observar las distintas zonas de terreno de nuestro campo y aplicarles diferentes insumos (laboreo, abonado, herbicida, riego, semilla...) según su problemática específica o su potencial de producción diferenciado. En otras palabras, lo que viene haciendo tradicionalmente el agricultor empleando los medios de siempre: dar más abono en aquella zona, labrar más o menos profundo o ajustar el cuerpo de siembra.

Por otro lado, la «agricultura de precisión consiste en automatizar el Manejo Sitio-Específico de los Cultivos, usando computadoras, sensores y otros equipos electrónicos» para llevar a cabo las mismas tareas antes indicadas, y otras más que sólo son posibles usando tecnologías avanzadas, y todas ellas de forma automática.

Coinciden muchos investigadores de EE.UU. que la puerta de entrada a la agricultura de precisión (AP) es a través de los mapas de rendimiento. El mapa de rendimiento es la representación gráfica de datos geoposicionados de rendimiento y humedad de grano, obtenidos mediante una cosechadora equipada con un monitor de rendimiento y un receptor D-GPS. Para que estos datos sean útiles es necesario em-

El empleo de las técnicas que constituyen la agricultura de precisión en otros países está mucho más avanzado que en España, donde afortunadamente unos pocos ingenieros y agricultores españoles, apoyados por fabricantes y universidades, van abriendo camino a esta vía de modernización de la agricultura que sentará las bases para el futuro del sector. En este artículo se recogen algunos datos que ilustran la implantación de la agricultura de precisión en EE.UU. y Argentina, para mostrar la rápida evolución de estas técnicas, y con objeto de que sirvan de ejemplo en nuestro caso.

Constantino Valero.

Dpto. Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica, Madrid.

plear un sistema GPS y un software de creación y análisis de mapas que haga uso de sistemas de información geográfica (SIG) y facilite la toma de decisiones sobre los datos obtenidos (**figura 1**). El GPS (Sistema de Posicionamiento Global) utiliza satélites que transmiten constantemente información de posicionamiento mientras orbitan y están disponibles en cualquier parte del mundo las 24 hs. Su utilidad en AP es doble: posicionar una máquina exactamente en el campo en tiempo real, (por ejemplo, elaboración de mapas de rendimiento), y segundo, moverse por la parcela ubicando los sitios, o sea que nos permite llegar a un punto con precisión (muestreo de suelo dirigido), o ubicar una máquina en movimiento variando la dosis al llegar a un determinado punto, marcado a través de un mapa de aplicación.

Precisamente para poner en práctica el mapa de aplicación, una vez analizadas las diferencias de rendimiento y tomadas las decisiones, es necesario emplear máquinas con tecnología de dosis variable (DV o en inglés "variable rate technology", VRT). La DV

se basa en ajustar la dosis de aplicación de productos para los diferentes sitios de un campo, empleando la información contenida en un mapa electrónico del lote. Las máquinas para aplicación automática de VRT deben disponer de elementos dosificadores con variación continua y teleoperada, bien incluido por el fabricante o bien añadido por el usuario instalando dispositivos como el de la **figura 2**.

Estados Unidos: el espíritu pionero sigue dando fruto

Si nos fijamos en el caso de Estados Unidos, debemos tener en cuenta que las primeras iniciativas importantes de uso de tecnologías



Figura 1. Los ordenadores de mano tipo PocketPC ya han llegado al sector agrícola, gracias a los programas de información geográfica para localizar las parcelas (ArcPad, ESRI).

en torno a la AP se suelen fechar alrededor de 1991. El Centro de Manejo Sitio-Específico de Cultivos de la Universidad de Purdue (Indiana, EE.UU.), dirigido por el profesor Jess Lowenberg-DeBoer, ha sido uno de los mayores impulsores en la implantación de estas técnicas. Según sus estudios, la aplicación que mayor éxito ha tenido de la AP en EE.UU. ha sido el uso de los monitores de rendimientos instalados en cosechadoras.

La mayoría del uso de ordenadores aplicados a la agricultura en el pasado estaba destinada a tareas que los productores encontraban aburridas y desagradables (ej. impuestos, contabilidad, pagos). Sin embargo, los monitores brindan información sobre algo en que los productores tienen un interés apasionado: el rendimiento de los cultivos. El uso de monitores de rendimiento ha crecido rápidamente desde las pruebas a campo realizadas con algunos equipos en 1992 (Lowenberg-DeBoer 1998). Durante la cosecha de 1997, había unos 17.000 monitores de rendimiento en uso en EE.UU. y Canadá (Mangold, 1997). Esto representa aproximadamente el 4% del total de cosechadoras.

Los monitores tienden a estar instalados en cosechadoras modernas, más grandes, por eso se estima que se utilizaron en aproximadamente el 8% de la superficie cosechada de cereales y oleaginosas en EE.UU. y Canadá en 1997. Según datos del USDA el 18% de la superficie cosechada de maíz y soja se cosechó con monitorización de rendimiento en 1998 (Norton y Swinton, 2000). Se debe hacer notar que sólo la mitad de los monitores en EE.UU. y Canadá son usados con GPS.

Sin un GPS es imposible generar mapas de rendimiento y usar efectivamente los datos de rendimiento para un manejo. Además



Figura 2. Accionamiento para la aplicación de dosis variable. Puede ser instalado en sembradoras, abonadoras e incluso pulverizadores y se encarga de ajustar automáticamente la dosis según el mapa de aplicación y el GPS (ACU-Rate, Rawson)

es destacable que el uso de monitores de rendimiento es sustancialmente mayor en el llamado "cinturón maicero" de norteamérica central y en campos grandes, lo cual da pistas sobre su rentabilidad, a la hora de extrapolar los datos a las condiciones europeas. La **tabla 1** resume los datos sobre la cantidad de monitores operativos en la campaña 1999/2000 tanto en Estados Unidos como en otros países.

Otras dos tecnologías de AP que han tenido una alta implantación en EEUU han sido la confección de mapas de suelos mediante

la combinación de GPS y el muestreo selectivo del suelo, y la tecnología de aplicación de dosis variable. En 1996, el 29% de los proveedores de servicios en EE.UU. ofrecían algún servicio de muestreo de suelo en cuadrículas utilizando GPS (Akridge y Whipker, 1996). Para 1999, el 45% ofrecía este servicio (Akridge y Whipker, 1999). La aplicación variable con controladores tuvo un crecimiento similar, en 1996 el 13% de los vendedores de fertilizante ofrecía este servicio, y para 1999 el porcentaje llegaba al 37%.

Tanto en EE.UU. como en Canadá, la adopción de la siembra con densidad variable, la aplicación de agroquímicos en forma variable, la percepción remota, los banderilleros satelitales y otras tecnologías GPS es más irregular. La **figura 3** muestra la evolución en el uso de las más significativas de estas tecnologías para el caso estadounidense; se observa que la tasa de adopción ha aumentado de forma rápida y permanente para todas ellas.

Encuestas realizadas a productores y vendedores de insumos agrícolas muestran una tendencia a la transformación de la AP, en breve, en una práctica estándar en EE.UU. Khanna et al. (1999) indican que los productores de Iowa, Illinois, Indiana y Wisconsin esperan que se utilice monitoreo de rendimiento y aplicación variable en más del 45% de las explotaciones para 2001. Akridge y Whipker (1999) muestran expectativas similares entre vendedores de fertilizantes y pesticidas.

Argentina no se duerme

En Argentina, una de las Estaciones Experimentales que más ha ayudado a la implantación de la AP ha sido la de Manfredi, en la provincia de Córdoba, que depende del Nacional Instituto de Tecnología Agrícola (INTA).

TABLA 1. USO DE LOS MONITORES DE RENDIMIENTO EN DIVERSOS PAÍSES, 1999/2000
(BRAGACHINI Y LOWENBERG-DEBOER 2000)

País	Cantidad de Monitores	% del Área Monitorizada
EE.UU.	25.000	18
Australia	800	
Alemania	500	
Argentina	370	2
Gran Bretaña	350	
Brasil	83	
Sudáfrica	15	
Uruguay	15	
Chile	4	

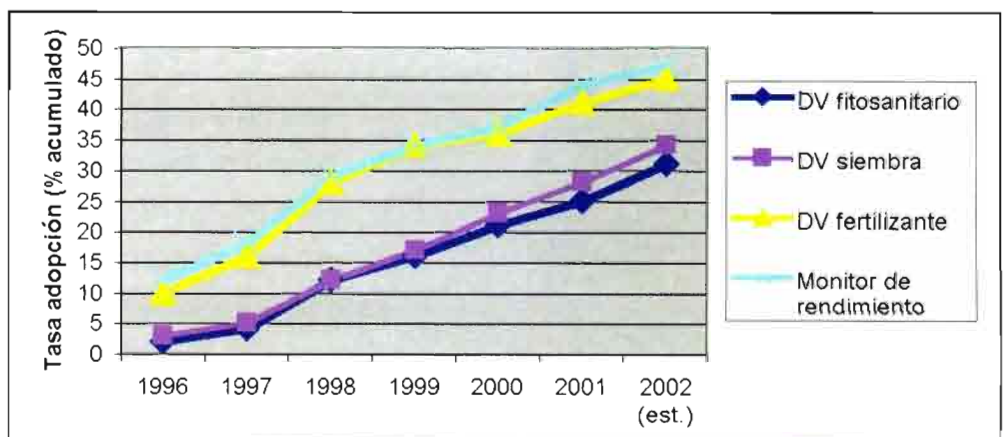


Figura 3. Las tecnologías de Agricultura de Precisión más usadas en EEUU son el empleo de monitores de rendimiento y la aplicación de dosis variable (DV) de abono (Khanna et al., Review of AgEcon, 1999).

TABLA 2. ADOPCIÓN Y EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN ARGENTINA (BRAGACHINI 2001)

	1997	1998	1999	2000	2001 (estim.)
Monitores de rendimiento en cosechadoras	50	200	300	450	560
Monitores de rendimiento con GPS	25	75	155	270	400
Sembradoras y abonadoras con DV	3	4	5	6	10
GPS para tratamientos aéreos	35	60	100	160	200
GPS para tratamientos terrestres	0	10	70	200	400
Sensor de clorofila para aplicación de N con DV	0	0	2	2	4

Los primeros trabajos se realizaron ya en 1994-95, bajo la dirección de ingenieros agrónomos como Mario Bragachini, y desde entonces la colaboración entre productores, fabricantes y centros agrícolas no se ha detenido. El nivel de adopción de las técnicas de AP es bajo si se compara directamente con EE.UU., pero equiparable al de países notables en Europa como Alemania o Gran Bretaña. En 1999 un 2% de las cosechadoras de cereales argentinas disponían de monitores de rendimiento, especialmente en las máquinas más nuevas y de mayores dimensiones, lo que facilita que la superficie cosechada en años sucesivos con monitorización de la producción sea cada vez mayor.

El empleo de sistemas de guiado mediante GPS para maquinaria de pulverización se está generalizando rápidamente. Unos 300 equipos dotados de GPS se emplearon en Argentina en la temporada 1998-99, según Bragachini, de los cuales el 40% eran pulverizadores terrestres. Los sistemas de guiado para pulverización se han hecho populares porque ayudan a reducir las zonas doblemente tratadas en el campo o aquellas que quedan sin pulverizar por error. Además facilitan la pulverización nocturna y reducen sustancialmente las necesidades de mano de obra. Antes de que se empleara GPS, las pulverizaciones normalmente requerían una cuadrilla de dos o tres personas auxiliando en el marcado de la parcela. Con GPS únicamente se necesita al conductor y se elimina el riesgo para la salud de los ayudantes.

El uso de tecnologías de aplicación de dosis variable ha aumentado lentamente en Argentina. Según datos de Bragachini sólo 10 equipos de DV, tanto abonadoras como aplicadores de fitosanitarios, se emplearon en la campaña 1998/99, si bien algunos fabricantes como Agrometal están adaptando sus equipos a la técnica DV. Una de las aplicaciones para las que se espera mayor éxito en la DV es el uso de dosis de siembra variable en parcelas rectangulares irrigadas parcialmente por un pivot, en las que la den-

sidad de población en las esquinas no regadas debe ser menor que en el centro del pivot. Sin embargo, a pesar de la lenta adopción en Argentina, se observa una evolución creciente y continua, que pronostica un buen futuro para estas técnicas (tabla 2).

Y en España ¿qué?

En nuestro país existen ya varios grupos de investigación poniendo a punto equipos de AP para las condiciones españolas, y promoviendo la colaboración entre productores y fabricantes. Incluso algunos agricultores pioneros han tecnificado completamente sus explotaciones convirtiéndolas en empresas agrícolas "de precisión", como se ha mostrado en anteriores números de **Vida Rural**. Sin embargo la implantación de estas técnicas está todavía muy lejos del nivel de otros vecinos europeos, y mucho más si pensamos en el otro lado del Atlántico.

La pregunta que se hacen nuestros productores es la misma que la de todos los agricultores en el resto del mundo ¿Alguna de estas nuevas técnicas me puede resultar práctica y rentable para mi explotación? Dejando a un lado los cálculos de rentabilidad (que constituyen todo un tema de discusión en sí mismos), de las experiencias estadou-

nidense y argentina se pueden sacar algunas conclusiones útiles a la hora de adoptar la AP:

- Como cualquier otro proceso productivo, el beneficio será mayor cuanto mayor sea la escala productiva: se demuestra que la AP es más rentable en grandes explotaciones.

- Dado que la AP se basa en tener en cuenta la variabilidad del suelo a la hora de realizar las labores de cultivo, en terrenos con muy poca variabilidad no compensa adoptar soluciones de AP. Esto no quiere decir, por otro lado, que las diferencias entre los suelos sean siempre obvias: precisamente empleando monitores de rendimiento se pueden descubrir zonas de una explotación con problemas de sustrato, difíciles de detectar de otra forma.

- Cuantos más factores se manejen a la hora de poner en práctica la técnica de aplicación de dosis variable, mayores serán los rendimientos diferenciales y la rentabilidad general.

- Por el mismo motivo, cuanto más elevados sean los niveles de empleo de insumos (grandes dosis de abonado, herbicidas, densidad de población, etc) mayor será la rentabilidad obtenida al ajustar, para cada zona del terreno, las dosis de cada uno de ellos más acordes con su potencial real.

- Se ha comprobado que la tasa de adopción de las tecnologías de AP ha sido más lenta de lo esperado, incluso en EE.UU. Esto se debe, en gran medida, a que en su momento los fabricantes pusieron en el mercado un conjunto de técnicas poco cohesionadas y sin el nivel de desarrollo suficiente. ■

BIBLIOGRAFÍA

Bragachini, M. "Nivel de adopción actual y potencial de la agricultura de precisión en el mundo y en Argentina" Proyecto Agricultura de Precisión INTA Manfredi 2000

Lowenberg-DeBoer, J. "Precision Agriculture in Argentina" Purdue University 2000

Lowenberg-DeBoer, J. "La Agricultura de Precisión en EEUU y su potencial en países en desarrollo" Universidad de Purdue- INTA Manfredi. 2001

Estos y otros textos están disponibles en la página internet del INTA argentino: <http://www.agricultura-deprecision.org/> . y la del Site-Specific Management Center, School of Agriculture, Purdue University: <http://mollisol.agry.purdue.edu/SSMC/> .

Otras páginas de interés:

<http://www.precisionfarming.com/>
<http://www.precisionag.com>
<http://precision.agri.umn.edu>
<http://www.silsoe.cranfield.ac.uk/cpf/>

Como cualquier otro proceso productivo, el beneficio será mayor cuanto mayor sea la escala productiva: se demuestra que la AP es más rentable en grandes explotaciones