

# Perspectivas para la agricultura de precisión en España



## Factores condicionantes de su implantación y posibles sectores implicados

En esta última década y gracias a la disponibilidad de nuevas tecnologías geoespaciales y de la información –sistemas de posicionamiento global por satélite (GPS), sistemas de información geográfica, sensores de cosecha y de propiedades del suelo, maquinaria agrícola de aplicación variable, sistemas de guiado de vehículos por GPS– ha podido hacerse realidad un manejo “de precisión” de las explotaciones agrarias, optimizando el uso de los diversos insumos (fertilizantes, fitosanitarios, semillas).

**César Fernández-Quintanilla.**

Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC.

Las tecnologías y prácticas englobadas dentro de esta agricultura de precisión (AP) ofrecen el potencial de alterar fundamentalmente los sistemas de producción agraria, aumentando su rentabilidad económica y disminuyendo el impacto ambiental. Este potencial ya está siendo explotado con éxito en diversos países de agricultura avanzada. La adopción de la AP en los Estados Unidos continúa creciendo a buen ritmo (**cuadro I**). En el año 2001, el uso de monitores de rendimiento de cosecha fue aplicado a más de un 33% de toda la superficie cosechada de maíz, siendo de un 25% en el caso de la soja y de un 10% en el caso del trigo. El uso de los monitores de rendimiento de cosecha en algodón, recientemente introducidos en el mercado, se está extendiendo con gran rapidez. Aunque

el uso de otros equipos se está introduciendo más lentamente, también han llegado a adquirir una cierta importancia. Así, el uso de mapas georreferenciados de suelos alcanzó en el año 2000 un 22% de la superficie de maíz, un 17% de la soja, un 13% del algodón y un 11% del trigo. Un estudio de la Universidad de Purdue indica que un 60% de los agricultores que adoptan tecnologías de AP obtienen un resultado económico positivo.

En otros países caracterizados por sus sistemas extensivos de producción como Australia o Canadá, la AP está teniendo asimismo un desarrollo pujante. En Europa, aunque la adopción de estas técnicas ha sido más lenta hasta la fecha, está empezando a tener bastante importancia en algunos países nórdicos tales como Dinamarca o Alemania, frecuentemente en cultivos de trigo con muy altos rendimientos.

La pregunta clave que podemos plantearnos ahora nosotros es cuál es el potencial de la AP bajo condiciones españolas, con nuestros cultivos, con nuestros niveles de producción, con nuestras estructuras productivas. Y mi respuesta a la misma sería que depende.

## Factores condicionantes de la implantación de la AP

### Tipo de cultivos

En primer lugar, depende del tipo de cultivos. En los Estados Unidos se ha visto que los mayores éxitos de la AP han tenido lugar con cultivos de alto valor: maíz, soja y algodón. Aunque en ese país llevan ya bastantes años trabajado con los cereales

de invierno, hasta la fecha los resultados obtenidos no han sido tan favorables y la implantación de estas técnicas en estos cultivos es bastante baja (**cuadro I**).

En este sentido, en las condiciones típicas de nuestro país, es posible apostar por su implantación en cultivos de alta rentabilidad: algodón, remolacha, arroz, maíz, trigo de regadío y viña (en ciertas zonas). Más problemática puede ser su implantación en los cultivos de secano, tales como los cereales y el girasol. ¿A qué obedece entonces que la introducción de estas técnicas se esté llevando a cabo precisamente en este tipo de cultivos? Posiblemente este fenómeno tenga mucho que ver con el hecho de que la AP se suele introducir de la mano de los monitores de cosecha, equipos relativamente sencillos en el caso de estos dos cultivos. Sin embargo, es habitual que una vez obtenidos los mapas de cosecha esta información sea muy poco utilizada por parte de los agricultores.

**Patrón de variabilidad**

Otro factor importante a considerar es el patrón de variabilidad espacial de los rendimientos del cultivo dentro de un campo. Dentro de este patrón hay que distinguir dos aspectos diferentes:

a) La magnitud de las variaciones presentes en el mapa de cosecha.

b) La distribución de las áreas con diferentes niveles de rendimiento. Cuanto mayor sea el rango de variación en los rendimientos existente dentro de un campo, tanto mayor será el potencial de incremento de rendimientos o de ahorro de insumos. Por otro lado, es importante que la distribución de esa variabilidad permita una fácil zonificación del campo de cara a su manejo. No es lo mismo dividir un campo en tres grandes zonas a las que aplicar diferentes dosis de fertilizante que tener un damero de pequeñas manchas de suelo con diferentes necesidades.

**CUADRO I.**  
**NIVELES DE ADOPCIÓN DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS RELACIONADAS CON LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN LOS ESTADOS UNIDOS EN EL AÑO 2000 (USDA AGRICULTURAL OUTLOOK, 2002).**

|                         | Maíz | Soja | Trigo |
|-------------------------|------|------|-------|
| Monitores de cosecha    | 30%  | 25%  | 10%   |
| Mapas de cosecha        | 11%  | 8%   | 2%    |
| Mapas de suelos         | 22%  | 17%  | 11%   |
| Fertilización variable  | 11%  | 6%   | 3%    |
| Fitosanitarios variable | 3%   | 1%   | <1%   |

**CUADRO II.**  
**USO DE MONITORES DE COSECHA EN RELACIÓN AL VOLUMEN DE VENTAS DEL AGRICULTOR. PORCENTAJE DE SUPERFICIE EN CADA TIPO DE AGRICULTOR (USDA AGRICULTURAL OUTLOOK, 2002).**

|               | Maíz | Soja | Trigo | Algodón |
|---------------|------|------|-------|---------|
| < 100.000 _   | 14%  | 12%  | 7%    | 1%      |
| 100-500.000 _ | 27%  | 24%  | 11%   | < 1%    |
| > 500.000 _   | 47%  | 44%  | 16%   | 2%      |

**Tamaño de las explotaciones**

Un tercer factor a considerar es el tamaño de las explotaciones. En principio, la AP se ajusta mejor a las explotaciones de gran tamaño, con mayor capacidad inversora, con unos riesgos más diversificados y una mayor capacidad de asumirlos, con mayor inquietud por probar nuevas tecnologías, con parcelas individuales de tamaño superior, etc. Las estadísticas norteamericanas nos muestran que este atributo es bastante determinante en la adopción de estas nuevas prácticas (**cuadro II**). En España el tamaño medio de las explotaciones es bastante pequeño, no muy favorable para la AP. Sin embargo, si miramos con más detalle la estructura de la propiedad, nos encontramos con dos hechos interesantes. Uno es que España es posiblemente el país de Europa con mayor número de explotaciones de gran tamaño (>500 ha). En Andalucía, Extremadura y ciertas zonas de Castilla y Aragón existen bastantes explotaciones muy grandes, con un elevado potencial para la introducción de estas técnicas. Por otra parte, no podemos olvidar que según se van despoblando grandes zonas de nuestro país, los pocos

agricultores que quedan tienen que manejar más tierras (suyas o alquiladas).

**Capital humano**

La adopción de tecnologías tales como la AP, con un uso intensivo de tecnologías de la información, sistemas de geoposicionamiento, maquinaria sofisticada, etc., exige disponer de un importante capital humano, es decir, de profesionales bien formados y al día en las últimas tecnologías. Esto puede suponer en muchas zonas un freno importante para el desarrollo de estas técnicas. La experiencia de otros países nos dice que, ante la dificultad de muchos agricultores de incorporar y dominar esos conocimientos, han sido las empresas de servicios y las de consultoría agroambiental las que se han hecho con el mercado de la AP, experimentando un rápido desarrollo en esas zonas.

En España se observa ya un patrón parecido, y si exceptuamos algunos agricultores muy innovadores y con afición a las nue-

**LAS VENTAJAS DE LA BIOLOGÍA CELULAR**

BIOAGA USA CORP.  
Celluler Biology Laboratory  
Los Angeles, Cal. USA  
www.bioaga.com

Rte. BERLIN BIOTEC.  
(BIOAGA) Tudela  
Fax. 948 82 84 37  
Tel. 902 154 531

BIOAGA a la cabeza de la alta tecnología con sus abonos CEN conocidos internacionalmente por sus excelentes resultados: producción y calidad

**CEN FERTILIZANTE CIENTÍFICO**  
**Óptimo para Producción Integrada**  
**Registrado en USA nº F-1417**

**RECORDS DE PRODUCCIÓN CON CEN:**

- 9.000 kg. de TRIGO por Ha. Peso espe. 82
- 6.500 kg. de AVENA por Ha.
- 11.500 kg. de CEBADA por Ha. Peso espe. 73
- 22.000 kg de MAÍZ por Ha. con 155 mg. por kg. de triptófano
- 14.500 kg. de ARROZ por Ha. y 2,1 mg/kg Vitamina A más 400% Vitamina E más 4% proteína
- 215.000 kg. de TOMATE por Ha. con 11% BRIX
- 145 kg. de CLEMENTINA por árbol, 90% 1º A
- 72.000 kg de CLAUSELLINA por Ha.
- 80.000 kg. MARISOL Ha. (80% extra. 19% 1º)
- 44.000 kg. de UVA DE VINO por Ha. con 11,3º en riego
- 80.000 kg. de PATATA por Ha. + 46% Vit. A
- 415 kg. de ACEITUNA por árbol con 28% de rendimiento y 15% menos de acidez
- 110.000 kg. de REMOLACHA por Ha. con 19º

**NOS APROXIMAMOS A LOS RECORDS MUNDIALES**

**VARIAS MEDALLAS DE ORO, PLATA Y BRONCE CONSEGUIDAS EN VINO POR CLIENTES CEN**

**FERTILIZANTES Y PIENSOS ECOLÓGICOS:**  
EKOLOGIK Fertilizante natural  
Autorizado en la UE para agricultura ecológica

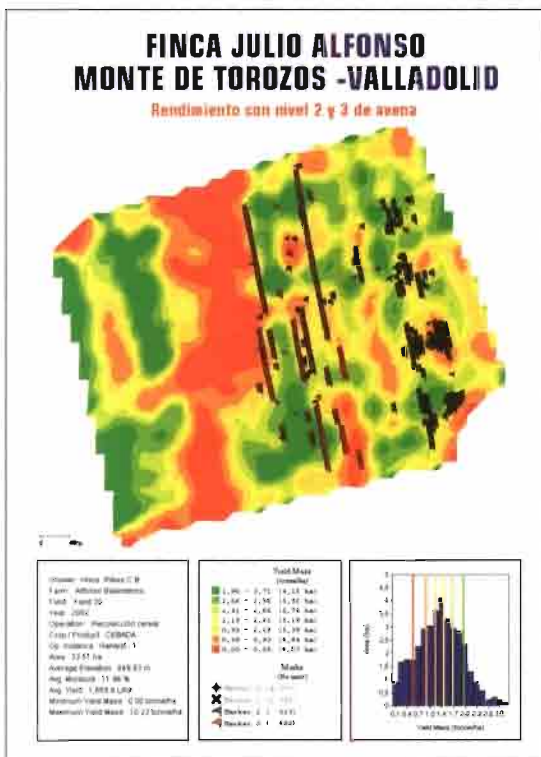
Empresa ganadora de DOS ESTRELLAS INTERNACIONALES DE ORO.  
Una a la TECNOLOGÍA y otra a la CALIDAD. TROFEO al PRESTIGIO COMERCIAL



vas tecnologías, la mayoría de los trabajos en esta línea los están llevando a cabo empresas de servicios. Este hecho, unido al ya mencionado de despoblamiento de nuestros campos, parece abrir unas buenas perspectivas a este tipo de empresas. Dentro de este contexto, parece importante hacer notar la gran responsabilidad que tiene el sector público en la formación de profesionales con un buen dominio en estas nuevas tecnologías. Este es uno de los medios de suprimir los frenos que dificultan su introducción.

**Costes**

En último término, todo es una cuestión de costes. Si se consigue que los costes adicionales necesarios para implantar estas técnicas sean inferiores a los beneficios obtenidos, bien sea en forma de ahorros en los insumos o bien en aumentos en las producciones, entonces su futuro estará asegurado. Hoy por hoy, los costes no son elevados pero pueden detener a los más conservadores o a los que juegan con unos márgenes de beneficios muy reducidos (la mayoría de los agricultores de secano). El coste estimado en EE.UU. para el uso de un



Mapa de cosecha de cebada con marcas en las zonas infestadas por avena loca.

monitor de cosecha es de 3 €/ha; para la aplicación de fertilizantes a dosis variable, 5 €/ha; para el muestreo de suelo con una malla de 1,5 ha, 10 €/ha. La recepción de imágenes de satélite a lo largo de toda una campaña puede suponer un coste de casi 80.000 €. Sin embargo, empresas dedicadas al suministro de imágenes para un campo específico (en lugar de para varios kilómetros cuadrados) están ofreciendo ese servicio por costes próximos a los 15 €/ha. Es previ-

sible que estos costes se reduzcan notablemente en los próximos años, según van apareciendo nuevas tecnologías y va aumentando el número de clientes.

Dado que uno de los mayores costes de la AP es la obtención de datos sobre los diversos parámetros del medio (topografía, física y química del suelo, desarrollo del cultivo, incidencia de plagas), cuanto menor sea el coste de estas medidas o mayor la utilidad de las mismas, tanto más probable es que el sistema resulte atractivo. En este sentido, algunos parámetros tales como la topografía o el tipo de suelo tienen una utilidad a largo plazo. Por tanto, las inversiones que se realicen para obtener esta

información se podrán amortizar a lo largo de muchos años. Otros parámetros tales como la disponibilidad de P o K en el suelo, la presencia de patógenos del suelo o la infestación de malas hierbas perennes son relativamente estables. Por consiguiente, la información sobre estos factores puede ser útil durante dos o tres años. Por último, parámetros tales como la humedad del terreno, la disponibilidad de N o los ataques de insectos móviles fluctúan rápidamente, siendo más

complicado rentabilizar los costes de evaluación. ¿Qué implicaciones tiene esto? Que será mucho más probable que los agricultores adopten prácticas de AP dirigidas a manejar la variabilidad existente en topografía, tipos de suelo o rodales de malas hierbas perennes que adopten prácticas para el manejo del N o de las poblaciones de insectos.

Dentro de la UE hay otros factores a tener en cuenta además de los costes/beneficios inmediatos. Cada vez más, el agricultor no vive de los ingresos directos, sino de las ayudas indirectas. En este sentido, el futuro de la AP estará muy condicionado a las regulaciones oficiales. Si, debido a su potencialidad para reducir el consumo de agroquímicos o para facilitar la trazabilidad de las producciones, la UE decide incluir la AP entre las prácticas objeto de ayudas agroambientales, su futuro estaría igualmente asegurado.

Posibles sectores implicados

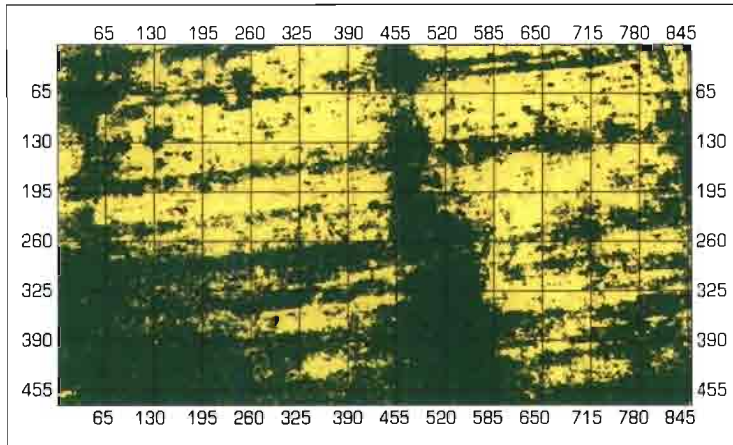
Son varios los sectores empresariales que pueden verse beneficiados por la implantación de estos sistemas. El primero, lógicamente, el de los empresarios agrícolas. Como ya se comentó anteriormente, la aplicabilidad de estas técnicas depende en cierta medida del tamaño de las explotaciones y de los campos, por lo que es de prever que los primeros en incorporarlas serán aque-







## Para fertirrigación Apuesta por la calidad



Mapa de distribución de avena loca (zonas verdes) en un campo de trigo (zonas amarillas) obtenido mediante teledetección.

Los empresarios que explotan grandes superficies.

También se ha comentado que las empresas de servicios, dotadas de equipos y del capital humano necesario, tienen un enorme campo a desarrollar en este ámbito. Estas empresas pueden ofrecer servicios de recogida de información (sobre la cosecha, el suelo, etc.), almacenamiento, procesamiento y utilización de la misma, apoyando al agricultor en su proceso de toma de decisiones. Como ya se ha visto en otros países, estos consultores constituyen un elemento clave en el desarrollo de estas técnicas, dejando al agricultor liberado de muchas tareas y concentrado en llevar el día a día de su explotación.

Las fabricantes de maquinaria agrícola, como suministradores de cosechadoras de precisión, equipos de aplicación de fertilizantes o de herbicidas a dosis variable, equipos de guiado de vehículos por GPS, etc., tienen un nuevo mercado a desarrollar. Todos los principales fabricantes mundiales de maquinaria agrícola están ya profundamente involucrados en estos temas. Pero todavía queda lugar para pequeñas y medianas empresas nacionales que pueden explotar segmentos de mercado no alcanzados por las grandes.

El desarrollo de *software* para este tipo de aplicaciones está también, en cierta medida, dominado por las grandes em-

presas de maquinaria. Éstas suministran junto con sus cosechadoras los programas necesarios para procesar los datos obtenidos por los sensores de cosecha y para dar respuesta a las principales preguntas derivadas de los mapas de cosecha. Pero aquí también hay campo para pequeñas empresas que aporten aplicaciones más especializadas o más sencillas de usar.

Precisamente es en este campo donde, quizás, puede haber más oportunidades. La agricultura de precisión no es otra cosa que transformar datos en decisiones. La tendencia actual en este ámbito es combinar la información contenida en los mapas de cosecha de varios años (¿cuántos?), con la información sobre los principales atributos del terreno (pendiente, posición) y sobre las características físicas del suelo y con la información experimental obtenida por el propio agricultor en ensayos en su campo, etc., en la definición de diversas zonas de manejo (¿de qué tamaño?) dentro de un campo.

La integración de toda esta información y la obtención de conclusiones a partir de ella es un terreno todavía muy poco desarrollado y necesitado de aportaciones originales.

La AP acaba de hacer su entrada en España. Todavía es pronto para saber hasta dónde puede llegar. Pero las promesas están, sin duda, ahí presentes. ■

