

Tractor John Deere. Muchos agricultores españoles se han decidido por las ayudas guiado para tractores como primera aproximación a la agricultura de precisión.



Control de enfermedades de cultivos aplicando técnicas de agricultura de precisión

Evaluación de la precisión de un sistema de ayuda al guiado de tractores por GPS

Sensores para la caracterización del suelo agrícola usados en agricultura de precisión

Aplicaciones de la agricultura de precisión a la protección de cultivos ¿nada nuevo bajo el sol?

# Agricultura de precisión, en las primeras fases del proceso

Constantino Valero. Departamento de Ingeniería Rural. Universidad Politécnica de Madrid.

La adopción de las tecnologías que forman la agricultura de precisión está en las primeras fases del proceso, en la mayoría de los casos. Fabricantes e investigadores deben hacer más esfuerzo en la integración de los componentes, en la facilidad de uso, en la mejora de su fiabilidad y, sobre todo, en la ayuda eficiente al agricultor para que tome decisiones rápidas y concretas. Los siguientes artículos de este dossier mostrarán diversas tecnologías y equipos que sin duda tienen una utilidad demostrada, pero a los que les queda todavía una fase de desarrollo final para poder convencer con los hechos a los "remolones tecnológicos".

En estas líneas se hace una reflexión sobre el uso de estas tecnologías en el momento actual por parte de los agricultores. No se trata de buscar culpables de su baja implantación, sino que únicamente se intenta hacer una reflexión fundamentada en las opiniones de expertos internacionales, escrita por un investigador que dedica su labor profesional al desarrollo de estas técnicas.

**H**ace pocos días oía a José Luis Sampedro en una entrevista en televisión, a raíz del nuevo libro que ha escrito, *Sobre política, mercado y convivencia*, con Carlos Taibo. Entre otras muchas cosas interesantes, recordaba la máxima de comportamiento de bastantes empresas modernas: «primero se inventa un producto nuevo; luego ya se creará la necesidad y se fomentará su consumo». Es lógico plantearse si éste es el caso también de todas las tecnologías empleadas en la agricultura de precisión (AP): ¿son realmente necesarias o estamos creando una moda consumista?

El ejemplo de los GPS empleados en los automóviles es igualmente aplicable al coche que al caso agrícola, ya que la tecnología es casi la misma (si bien difiere su modo de uso); existe ya toda una nueva raza de conductores que no saben responder cuando un amigo les pregunta por dónde se va al sitio X. A ellos les da igual: se lo dice su pantallita. Mal que me pese, mi memoria carece de la fiabilidad necesaria, pero me da servicio para aprenderme unas pocas calles o carreteras y ofrecerme herramientas de decisión para que sea yo el que decide cómo ir al sitio X. Léase "cómo hacer la tarea agrícola X" y estamos en el campo con un equipo de AP. ¿Es entonces la tecnología una ayuda o un servilismo embrutecedor? Intentemos recabar las opiniones de expertos y llegar a una conclusión.



Tractor Deutz con sembradora Pottinger. La siembra con dosis variable está empezando a usarse en nuestros campos, ya que requiere más conocimientos que otras tecnologías.

## El perfil de los usuarios de la agricultura de precisión

David Lamb, de la Universidad de New England (Australia), hace una interesante reflexión en un artículo reciente sobre el proceso de adopción de la AP en el mundo. Aunque muchas de las tecnologías de la AP existen desde la década de los ochenta, han sido los investigadores los que las han fomentado, intentando caracterizar a escala subparcelaria el campo para mejorar los rendimientos. En los últimos años se ha echado la culpa del escaso uso de la AP a que realmente no existen herramientas de ayuda a la decisión para los agricultores. De una forma u otra, el proceso parece estancado debido a la falta de acuerdo entre la oferta técnica y los deseos de los agricultores.

El proceso de adopción de cualquier tecnología ha sido explicado con la teoría de "difusión de la innovación" (figura 1); hay unos pocos (3% de los usuarios) que se lanzan a comprarla en cuanto está disponible, un 13% de usuarios tempranos, un 34% que formarían la gran mayoría temprana, otro 34% de la gran mayoría tardía y, finalmente, los "remolones" (16%). En agricultura, los "lanzados" suelen ser los amantes del riesgo, a los que no les importa colaborar con un centro de investigación o con el fabricante para innovar en su finca. Los usuarios tempranos compran ya tecnología más consolidada, pero siguen siendo pioneros tecnológicos en su zona. La gran mayoría se espera, antes o

después, a que los anteriores hayan aprendido topando y a que de paso la tecnología se haya pulido un poco más. Los remolones sólo confían en el boca a boca tras un largo proceso de desarrollo.

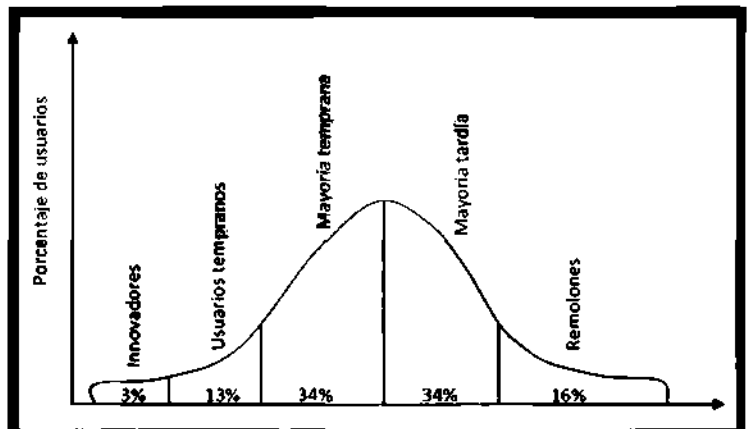
En la AP muy pocas tecnologías han llegado más allá de los usuarios tempranos. Algunos expertos lo achacan a que hay un vacío entre los tempranos y la mayoría. Los primeros se fían de la información directa del fabricante, o de revistas técnicas, y no tienen miedo a componer ellos mismos su equipo completo de AP

a partir de componentes sueltos; en muchas ocasiones son ellos los que ayudan a desarrollar finalmente un producto. Sin embargo, la mayoría de usuarios sólo se fía de la información y experiencia de otros agricultores y escarmienta en cabeza ajena. Si el boca a boca lleva un mensaje con pocos éxitos, la gran mayoría adoptará una actitud muy cauta y no adquirirá la tecnología AP.

Otros autores usan el ciclo Gartner hype para explicar el proceso. En él, tras el lanzamiento de una innovación, se genera tal expectación que se crea una ilusión de utilidad para esa tecnología, más allá de sus posibilidades reales. Es el boom tecnológico, que infla artificialmente las bondades de ese nuevo producto. En el período siguiente las expectativas se desinflan bruscamente, lo cual frena a los usuarios potenciales. Tras un tiempo, la utilidad real del producto queda clara y los consumidores tienden a adquirirla sin falsas expectativas de por medio (figura 2). En AP da la impresión de que muchas de las tecnologías están en el período de auge repentino del interés por parte del agricultor, o como mucho en la etapa siguiente de desencanto, en algunos ejemplos. Tal es el caso de los sistemas de autoguiado. Hay una cierta moda a la hora de adquirir un nuevo tractor o de poner al día el que compramos hace poco para que incorpore el GPS y podamos "conducir sin manos". Ni esta tecnología sirve para que el tractor vaya sólo por el campo (falsa expectativa), ni funciona bien en todos los casos (desilusión tras su uso), ni siquiera es aconsejable para todas las labores (error en la adquisición).

Figura 1.

Curva de adopción de nuevas tecnologías (modificado de Lamb).

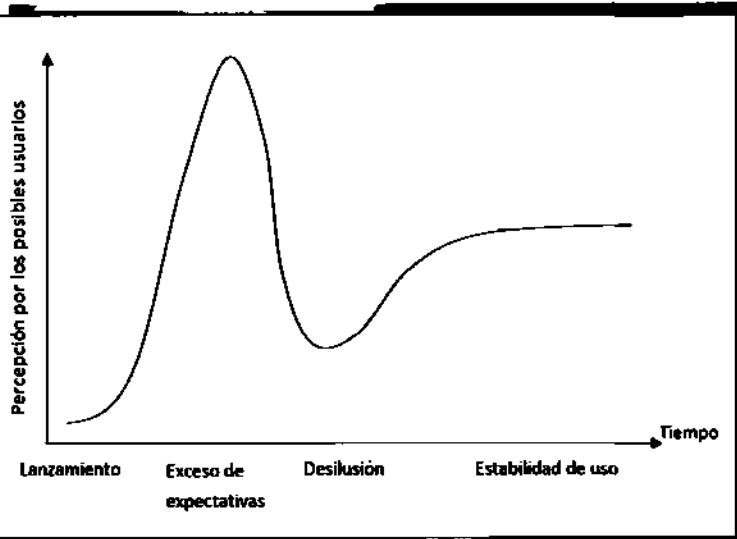


En los últimos años se ha echado la culpa del escaso uso de la AP a que realmente no existen herramientas de ayuda a la decisión para los agricultores. De una forma u otra, el proceso parece estancado debido a la falta de acuerdo entre la oferta técnica y los deseos de los agricultores

En la AP de los últimos años se ha avanzado en la tecnología, pero en ocasiones no se han llegado a tomar decisiones mejores con la información almacenada. Algunos autores llegan a la siguiente conclusión: la información generada por la AP será útil siempre y cuando la captura de datos, su procesado y la toma de decisiones estén asociadas

Figura 2.

Curva de apogeo y desilusión en el proceso de adopción de una tecnología (adaptado de Lamb).



## Uso y abuso de información

Otro gran problema de la AP es la cantidad de información generada. El profesor Kitchen, de la Universidad de Missouri, expone este hecho de una forma clara. Hasta hace poco las decisiones en agricultura eran relativamente sencillas y las soluciones permitían cierta "manga

ancha". Ahora las tecnologías de la información han llegado a la agricultura con sus sensores, ordenadores y redes inalámbricas. La capacidad para registrar datos de diversos tipos, de forma simultánea y con alta frecuencia es enorme en la actualidad. Podemos medir parámetros de la planta, del suelo, del ambiente, de las máquinas, del tractor, tomar fotos aéreas por satélite, descargar información de Internet, etc. Los discos duros de los ordenadores se colapsan y nos han llevado a una penosa situación: «nos ahogamos en información, pero estamos sedientos de conocimiento» (R.D. Roger).

Si la información generada con la AP no lleva asociada ninguna utilidad real, ninguna ventaja al agricultor, éste dejará de usar estas tecnologías. En un mercado abierto como el existente, si una innovación no produce un beneficio económico, se desestima.

En realidad, parte de (o toda) la culpa de que la AP se haya dirigido hacia el "coleccionismo de datos" es de los investigadores y desarrolladores de estas tecnologías. Hemos añadido a las máquinas muchos sensores y hemos plantado antenas en los campos para recoger información, pero ¿y luego qué? Sólo después nos hemos dado cuenta de que «no es bueno saber más, a no ser que puedas hacer más con ello» (R.K. Bergethon). En la AP de los últimos años se ha avanzado en la tecnología, pero en ocasiones no se ha llegado a tomar decisiones mejores con la información almacenada. Algunos autores llegan a la siguiente conclusión: la información generada por la AP será útil siempre y cuando estén asociadas la captura de datos, su procesado y la toma de decisiones.

## La opinión del usuario

Debido a lo anterior, el usuario quiere saber que una nueva tecnología ha sido implementada, pero no necesariamente cómo funciona o los detalles de cada pizca de información almacenada. En su lugar prefiere un aparato con la tecnología integrada pero oculta, que realice su trabajo de forma callada y automática. Dado que la empresa agrícola es cada vez más compleja, el usuario necesita tecnologías que faciliten su tarea, en lugar de incrementar la complejidad.

El equipo ideal de AP por parte del usuario sería aquél que:

- Tenga sensores in situ: la teledetección suele ser embarazosa.
- Esté automatizado para poder tomar decisiones en tiempo real: procesar los datos a posteriori en el ordenador es lento y menos efectivo.
- Sea compacto, de forma que integre la captura de información (sensores) y el procesado para llegar a la decisión final.
- Sea transparente al operario en la toma de decisiones.

En muchos casos el agricultor no quiere una tecnología que le suplante, sino una fuente de información fiable que le aconseje, aunque él siga teniendo el control final. Además, en algunos casos la tecnología puede fallar y es el operario el que debe tomar las decisiones.

## La opinión de la empresa fabricante

En general, cualquier empresa busca el máximo beneficio por definición. En el caso de las innovaciones tecnológicas, que son costosas en tiempo de desarrollo y recursos financieros, existe el riesgo de que una empresa ponga en el mercado un producto demasiado rápido, sin el acabado final ni las pruebas exhaustivas necesarias. Inmediatamente llegará a las manos de esos usuarios lanzados, fervorosos de la innovación, que acabarán desencantados con su funcionamiento real. Tal noticia llegará a oídos del resto de usuarios y la reputación de dicha nueva tecnología habrá quedado dañada irremediablemente.

**Los fabricantes de equipos agrícolas son los que están más en contacto con los usuarios en muchos casos, y por ello ven los problemas reales e identifican las necesidades de los agricultores. Son esas empresas las que, en muchas ocasiones, dan un tirón de orejas a científicos e ingenieros para que dejemos de inventar grandes maravillas poco prácticas y resolvamos los problemas reales del campo**

## Cuadro I.

### Encuesta de uso de tecnologías de agricultura de precisión en una asociación de agricultores australiana.

(datos de 2006; modificado de D.C. Jochinke).

Tecnología de AP	Todos los agricultores	Agricultores que ya usan AP
<b>AYUDAS AL GUIADO</b>		
Auto-guiado (2 cm de precisión)	16%	32%
Auto-guiado (10 cm)	13%	25%
Auto-guiado (<100 cm)	2%	4%
Ayuda visual al guiado (<1 m, barra de luces)	27%	53%
<b>OTRAS</b>		
Mapas de rendimiento	14%	28%
Fotos aéreas	3%	7%
Mapas ind. electromagnética	3%	7%
Siembra con dosis variable	2%	4%

Por otro lado, las nuevas tecnologías necesitan en muchos casos de un período de pruebas reales, en campo, y son algunos agricultores los que trabajan mano a mano con la compañía en las fases finales del desarrollo. En este contexto, el riesgo es que no se descubra la mejor aplicación para esa tecnología, la cual quedará relegada a una estantería hasta que alguien descubra una nueva forma de aplicarla al cabo de unos años.

No debemos olvidar, tampoco, que los fabricantes de equipos agrícolas son los que están más en contacto con los usuarios en muchos casos, y por ello ven los problemas reales e identifican las necesidades de los agricultores. Son esas empresas las que, en muchas ocasiones, dan un tirón de orejas a científicos e ingenieros para que dejemos de inventar grandes maravillas poco prácticas y resolvamos los problemas reales del campo.

### Un ejemplo reciente

David C. Jochinke, investigador australiano, ha hecho públicos hace pocos meses los datos de una reciente encuesta sobre AP realizada a agricultores de su país. Dada la escasez de datos de este tipo, es interesante reproducir aquí un resumen del estudio. La encuesta se realizó entre los socios de la asociación de agricultura de conservación de la región de Wimmera, que agrupa unos dos millones de hectáreas de cereal de secano y oleaginosas. Los agricultores fueron preguntados por las tecnologías de AP que usaban en sus campos, y el resultado fue el que se muestra en el **cuadro I**.

Aunque la estructura agraria australiana sea diferente a la española, los resultados son coincidentes en muchos casos: la mayor parte de los usuarios que han empezado a utilizar algún equipo de AP se han decantado hacia las ayudas al guiado y el monitor de rendimiento durante la cosecha. Es de destacar en esta encuesta la ausencia de otra tecnología de la AP: la aplicación de fitosanitarios en dosis variable (DV), ya sean abonos, herbicidas o fungicidas. Quizá la razón sea que la correcta aplicación de estos productos con DV requiere la integración de mucha información diversa y la toma de decisiones agronómicas conjuntas, lo cual no es una tarea fácil ni automatizada, por ahora, como se comentaba al principio.

## Bibliografía

Lamb, D.W., et al., Improving pathways to adoption: Putting the right P's in precision agriculture, *Comput. Electron. Agric.* (2007), doi:10.1016/j.compag.2007.04.009

Kitchen, N.R., Emerging technologies for real-time and integrated agriculture decisions, *Comput. Electron. Agric.* (2007), doi:10.1016/j.compag.2007.06.007

Jochinke, D.C., et al. The adoption of precision agriculture in an Australian broadacre cropping system: challenges and opportunities. *Field Crops Research* 104 (2007) 68-76