

NUEVAS TECNOLOGÍAS

Agricultura de precisión: ¿verdad o humo?

Quizá el término Agricultura de Precisión, AP, es ya familiar para casi todos los agricultores. No es, sin embargo, del todo seguro que aquellos comprendan su significado completo. El concepto de AP sigue siendo el mismo que cuando se aplicó en su comienzo, pero, las técnicas actuales (últimos desarrollos de software, sensores de “cantidad” y “calidad” más precisos...) hacen que cada vez se esté más cerca del concepto “puro” de AP. Hoy, se entiende que la AP es aquella que ha hecho uso de una tecnología que puede llegar a revolucionar el mundo agrícola y que puede conseguir al agricultor un ahorro de dinero, tiempo y recursos con el fin último de aumentar la eficiencia y la productividad.

R. Cabrero Sopena
Ingeniero de Telecomunicación

Heliodoro Catalán
Doctor Ingeniero Agrónomo

Algunos agricultores tradicionales “sonríen” cuando se les habla de AP y esto es así porque un agricultor tradicional ya aplicaba, desde hace años, quizá sus abuelos, “tratamiento diferenciado” que en realidad es el objeto de la AP.

Un agricultor tradicional conoce perfectamente sus parcelas, las diferencias de “calidades” de su tierra, los problemas de los cultivos en cada zona y actúa en consecuencia. Eso es agricultura de precisión.

En este artículo los autores pretenden “desmitificar” la AP y dar a entender que son técnicas antiguas con herramientas modernas.

ADAPTARSE O CERRAR EL CAMPO

Es cierto que la realidad del campo español ha cambiado tanto en los últimos años, y además se avecinan incertidumbres tan grandes como los nuevos productores (léase China, Rusia...), los cambios en las “reglas alimentarias”, que el agricultor se debe adaptar si no quiere sucumbir con los cambios.

El enorme encarecimiento de la energía, fertilizantes y fitosanitarios, obliga a optimizar el uso de los mismos. Además una normativa cada vez más exigente en materia de

impacto ambiental y protección del medio ambiente brega en la misma dirección que el encarecimiento de insumos e incrementa la necesaria “adaptación” del agricultor, que deberá poner especial atención en el estudio de costes y el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

// EN ESPAÑA EL COSTE DE LA ENERGÍA HA AUMENTADO EN 25 AÑOS MÁS DE UN 400 % CON RESPECTO AL PRECIO DE LOS CEREALES BÁSICOS //

En España el coste de la energía ha aumentado en 25 años más de un 400 % con respecto al precio de los cereales básicos.

La agricultura española de los 70 ha desaparecido. La inmigración masiva a las ciudades, la superproducción, la incorporación a la UE... acabó con la explotación familiar. Corren otros tiempos, ahora el agricultor no es un mero productor, es un empresario.

No piense el lector, llevado por una primera impresión, que hay “vencedores y vencidos”, que la ciudad ha ganado al campo. Nadie se engañe, esto no es así, simplemente el “equilibrio” ha cambiado la posición del fiel. Si la balanza se desequilibrase estaríamos abocados al desastre.

El secreto del éxito como nación, no está en “la milla de oro madrileña” o en la Pza. de la Lealtad donde se negocia los valores del Ibex 35. El futuro está relacionado directamente con el valor que se le da a nuestra agricultura.

Sólo ha cambiado la forma de “experimentar” la agricultura, la forma de rentabilizarla, de hacer una gestión eficaz. Por todo ello es por lo que los organismos oficiales se preocupan por reorientar a los productores en nuevas técnicas como la agricultura de precisión, pero también con técnicas como el mínimo laboreo, o la siembra directa.

¿QUÉ ES LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN?

La AP es un concepto agronómico para la gestión de parcelas agrícolas con el fin de aumentar la productividad desde los pilares de la sostenibilidad ambiental.

// HETEROGENEIDAD EN EL CAMPO DEBE SIGNIFICAR TRATAMIENTO DIFERENCIADO //

Obsérvese que la definición no incluye las “nuevas tecnologías”. En realidad es así, la AP no tiene por qué incorporar alta tecnología. Pero sí que es cierto que en cualquier foro agrícola se entenderá, o sobreentenderá, que la nueva AP incluye posicionamiento por satélites, sistemas de información geográfica... y deja el concepto de AP “tradicional” como prácticas agrícolas de agricultura de conservación (AC).

Por lo tanto, se entenderá como la AP aquella que basa sus decisiones en la ayu-

→ LA CLAVE

Se mejora la precisión de siembra, se evitan pérdidas, por solape, en la recolección, se limita el uso indebido de fitosanitarios...

Cosechadora y tractor trabajando en paralelo y ambos con sendos receptores de señales de posicionamiento



EN DEFINITIVA, SE ENTIENDE COMO AP

- Aquellas prácticas culturales que intentan reducir los impactos ambientales y que incrementan la eficiencia al tratar la parcela de forma selectiva.
- Es la agricultura capaz de integrar la denominada “tecnología de la información”: fotografía digital, Sistemas de posicionamiento Global (GPS), mapas de campo, Sistema de Información Geográfica (SIG), software y técnicas de análisis, sensores remotos...
- La AP se convierte en el “abanderado” de la trazabilidad en la producción agroalimentaria.

da de sensores, Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y Sistemas de Información Geográfico (SIG) y maquinaria agrícola capaz de regular de forma continua las dosis de siembra, fertilizantes, etc., en cada área

particular de una parcela. De esta forma no es necesario realizar una operación agrícola igual en toda la parcela si no que se pueden hacer tratamientos diferenciales, optimizando los medios de producción.

► ¿Cómo se implementa la AP?

En realidad la AP se basa en que las máquinas conocen su posición exacta y por ende se puede llegar a controlar los desplazamientos de la misma.

1. El proceso comenzaría durante la recolección. Una máquina como una cosechadora, vendimiadora, o recolectora de patatas, leguminosas... o incluso detectores de clorofila en un paso previo de un técnico por la parcela. En cualquier caso la máquina recolectora debe ir equipado con sensores de caudal, masa, etc., para determinar la cantidad de producto recolectado. Además se debe relacionar la cantidad recolectada con la posición en la parcela, por eso se dota a la máquina de un receptor



Posibilidad de tratamiento diferenciado en cultivos leñosos



Toma de datos



GPS. El GPS utiliza transmisiones vía satélite para determinar una posición exacta en el planeta.

Ojo con el GPS. Se puede obtener un guiado semiautomático, pero la AP es mucho más que eso, por eso se dota a la recolectora de unos sensores de producto, capaces de determinar un "mapa" de producción por áreas en la parcela recolectada, para ello se cuenta con sensores como por ejemplo un medidor de rendimiento en la cosechadora capaz de medir la cantidad de grano que se recolecta por m².

2. Con los datos de la recolección se pueden hacer los primeros "inventarios" de la parcela. A estos datos se les debe sumar otros como son las características del terreno y del cultivo.

Existen programas de ordenador capaces de originar un conjunto de "capas" sobre la parcela, originando multitud de datos: análisis químico y físico del suelo, pluviometría, datos de clorofila, producción.... El sistema origina una especie de superposición de "capas" y el conjunto de capas es capaz de relacionar contenidos.

En realidad este punto es el más difícil y es donde más tienen que intervenir los técnicos agrónomos. Hay que recoger multitud de información y hay que tener en cuenta incluso particularidades locales, variedades de cultivo, clima, tipos de suelo...

3. Diferentes técnicas de análisis, como la geostadística, confeccionarán un sistema de toma de decisiones donde se puede llegar a decidir los "planos" o "mapas" de guiado para la siembra, dosificación, tratamientos, etc. Estos esquemas serán fácilmente interpretables por el agricultor y serán, incluso, capaces de dar fechas y dosis de los tratamientos

4. Las máquinas usadas en la AP serán capaces de regularse rápida y automáticamente según esté posicionada en una u otra zona de la parcela (recuérdese que hay que hacer tratamiento diferenciado). Todas las máquinas deberán hablar todas "el mismo idioma" para una correcta comunicación. Se trata del "ISO-BUS" (norma ISO 11783) para la comunicación oportuna del conjunto tractor-sembradora o tractor-abonadora.

El proceso se retroalimenta y en la siguiente cosecha se vuelve a repetir el ciclo. Los nuevos datos son una capa más para los datos ya existentes, así se contrastan y se ven las desviaciones con históricos.

SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO: GNSS

→ LA CLAVE

El objetivo se consigue cuando el receptor localiza un mínimo de tres satélites de los que recibe señales

GNSS son las siglas inglesas de *Global Navigation Satellite System* y se refieren a un sistema de posicionamiento local, es decir, sistemas capaces de posicionar una máquina receptora de señal en un lugar exacto.

Además interviene "el tiempo" de la medida, para ello los satélites incorporan relojes atómicos, de máxima exactitud, para la sincronización del GNSS y medir el tiempo empleado por cada señal desde cada satélite hasta el receptor y así deducir la distancia. Conocidas las distancias, en un instan-

te dado se determinan las coordenadas (x, y, z, t) en un sistema de referencia en la esfera terrestre.

► ¿4 para qué sirve un GNSS en la agricultura?

En principio servirá para poco a un tractor con una sembradora por muy buenos que sean ambos equipos. Sin embargo, sí al sistema se le implementa con datos de otros sensores que hayan sido capaces de determinar, por ejemplo, la cantidad de cosecha que ha habido en esa área la cosa cambia.

La interacción de ambos sistemas, sensores de cosecha y posicionamiento, puede proporcionar una valiosísima herramienta al agricultor que será capaz, con el software adecuado, de producir mapas de cosecha de sus parcelas.

Al final, esa interacción de técnicas se podrá plasmar en:

- Conseguir pasadas totalmente paralelas incluso en laboreo a nivel. La máquina podrá seguir, de forma automática, la línea marcada eliminando solapes, con el consiguiente ahorro de combustible, fitosanitarios o fertilizantes.
- Reducción de la fatiga del conductor gracias al guiado semiautomático.
- Incrementar el número de horas disponibles de trabajo pues se puede trabajar día y noche, con niebla o polvo...

SISTEMAS GNSS

Aunque a nivel popular los sistemas GNSS se conocen como GPS, en realidad este sólo es el sistema norteamericano y que denomina así por ser las siglas del *Global Positio-*

ning System. Pero hay otros sistemas y que son incluso mejores como son el GLONASS Ruso (*Global Navigation Satellite System*, y que da nombre a todos ellos como GNSS) y el GALILEO que es el sistema Europeo y que, si bien muy avanzado, está aun en fase de implantación.

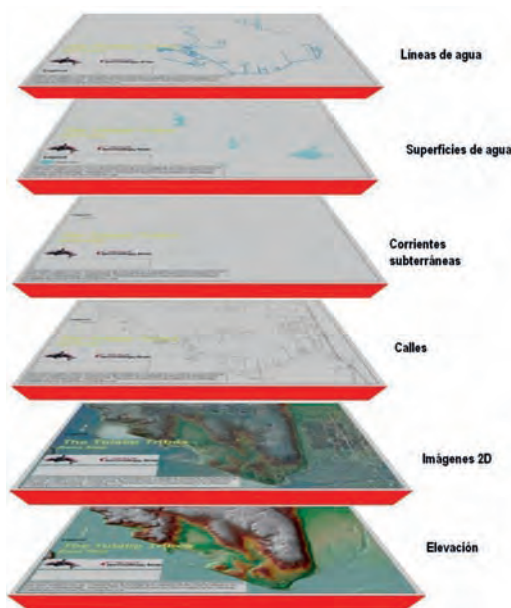
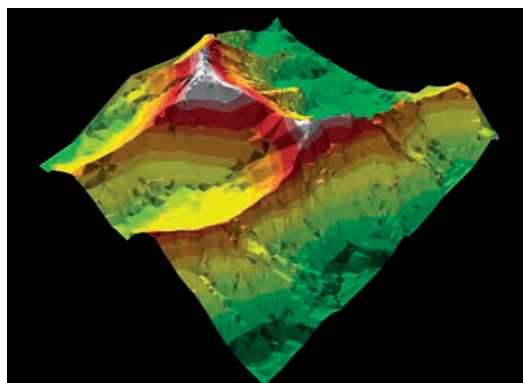
► Errores del sistema

Existe una serie de errores que reducen la precisión del GPS hasta en 20 m. Esta cifra de "exactitud" no es válida para una agricultura que se denomina de "precisión" por eso se requiere disminuir el error mediante corrección diferencial.

► ¿Qué es el GIS?

GIS, acrónimo de *Geographic Information System*, o SIG, Sistemas de Información Geográfica, es un sistema capaz de realizar una representación espacial unida a una base de datos con el fin de lograr una información geográficamente referenciada y ser así un soporte a la decisión que ayude en problemas complejos de planificación y gestión.

Los GIS están estructurados en múltiples capas independientes y funcionan como una base de datos con in-



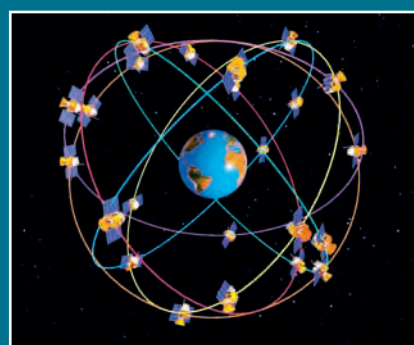
Capas de un sistema GIS

EL SISTEMA GPS-NAVSTAR
(NAVIGATION BY SATELLITE TIMING AND RANGING)

Fue creado, a mediados de los 70, por el Ministerio de defensa de los Estados Unidos y declarado completamente operacional el 27 abril 1995. Previo al GPS se usaba el sistema TRANSIT que usaba métodos doppler. Pero incluso podría decirse que un precedente mucho más antiguo era cuando se utilizaba la diferencia de tiempos de llegada del sonido de un disparo a 3 observadores diferentes y con ello se podía localizar la posición de una pieza de artillería. En un principio se implementó para facilitar la navegación de las fuerzas militares en EE.UU. Hoy el servicio se presta de forma gratuita, aunque en una escala de precisión "baja", al mundo civil.

El sistema es capaz, mediante triangulación con tres o más satélites, de ubicar las coordenadas geográficas en cualquier lugar del planeta e independientemente de la hora (coordenadas x, y, z, t, siendo t el instante).

El sistema está formado por 24 satélites, cada uno orbita la tierra 2 veces al día. Los 24 satélites se dividen en 6 órbitas con 4 satélites cada una colocados a aproximadamente 20.000 km de altura. Esta distribución garantiza que al menos 4 satélites estarán en línea de un receptor en cualquier parte del mundo las 24 h.



Órbitas de satélites

¡YA HABÍA GIS HACE 15.000 AÑOS!

Parece que así es, puesto que en algunas cuevas que fueron habitadas por hombres de Cro-magnon se pintaban en las paredes los animales cazados asociados con unos trazos lineales que parece, podrían representar las rutas de migración de los mismos. Eso es un GIS, una imagen asociada a un atributo con información.

Con la fotolitografía, principios del XX, se separan los mapas en "capas".

En 1962 se ve la primera utilización real de un SIG en Canadá para manipular datos de las tierras de aquel país en mapas a escala 1:50000.

Son los años 90 los del auge comercial del SIG debido a la proliferación de ordenadores personales.



FERCAM 2011

FERIA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA, RIEGOS, AUTOMOCIÓN, OBRAS PUBLICAS Y MUESTRAS EN GENERAL DE CASTILLA LA MANCHA en Manzanares (Ciudad Real)
del 13 al 17 de Julio en Horario de 10h. a 14h. y de 20h. a 24h.

[http:// www.fercam.manzanares.es](http://www.fercam.manzanares.es)
e-mail: fercam@manzanares.es

formación geográfica. Si se señala un objeto se conocen sus atributos.

Una de las fuentes principales de datos para los SIG es la teledetección. La captura de datos y la introducción de información en el sistema consumen la mayor parte del tiempo de los profesionales de los SIG. Hay una amplia variedad de métodos utilizados para introducir datos en un SIG y almacenarlos en formato digital: datos impresos en papel o mapas que se digitalizan o escanean, coordenadas del GPS, interpretación de fotografías aéreas, análisis multispectral...

Con la digitalización se producen datos vectoriales a través de programas de vectorización que automatizan la labor.

Con toda la información ya tratada por programas adecuados, se obtiene la denominada geolocalización de la parcela, que significa superponer sobre la misma parcela todas las "capas" informativas que se disponen (análisis de suelo, histórico de cosechas, contenido en clorofila de las hojas, etc.).

LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN EL MUNDO Y EN ESPAÑA

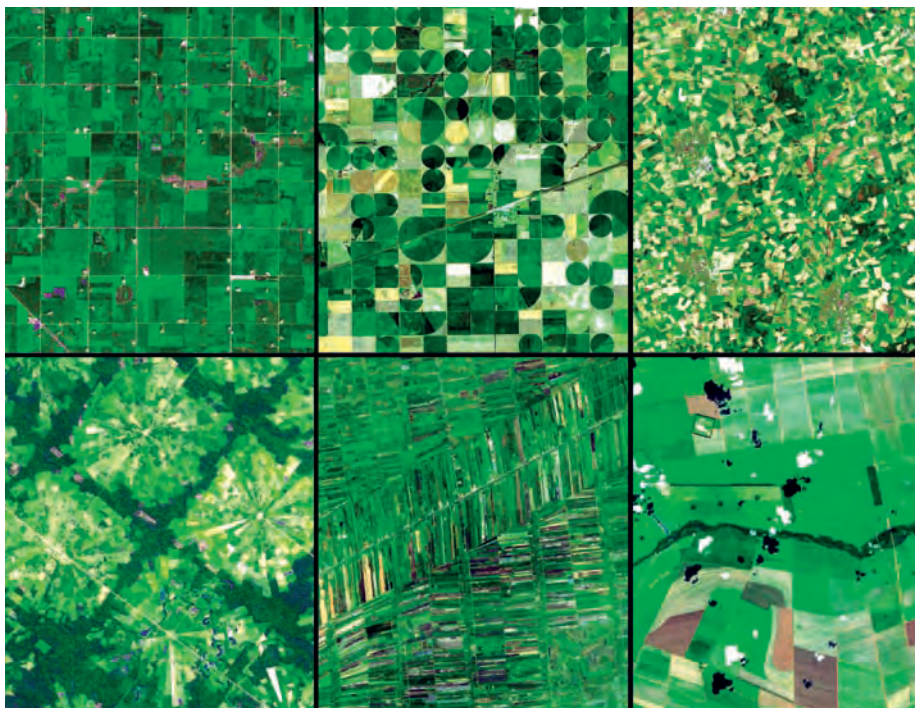
El concepto "moderno" de AP aparece en EE.UU. a principios de los 80. Su nacimiento está directamente ligado al rápido crecimiento de tecnologías en el campo de los sensores, unido al uso "civil" del GPS.

Hoy, todavía, la AP "habla inglés". El uso de técnicas de AP está más desarrollado en países anglosajones como EE.UU., Canadá y Australia. Los países que les van a la zaga son, quizá, latinos, como Argentina y Brasil. En Europa, son Francia, Inglaterra y Alemania los que abanderan la AP.

Pero no parece que la AP se rija por problemas de "idioma", más bien se trata de un problema de superficies agrícolas. No es en absoluto equiparable las superficies tratadas en países como EE.UU., Argentina, Australia o Brasil con Alemania o Francia.

En España es incluso fácil encontrar tractores con guiado automático y también, incluso, cosechadoras con sensores para elaborar mapas de rendimiento. Algo más difícil será encontrar abonadoras y equipos de tratamiento con sistemas de dosificación variable según órdenes recibidas desde el ordenador del tractor.

Además, seguimos centrándonos en nuestro país, apenas



Montaje de fotos aéreas

existen empresas u organismos que ofrecen servicios de teledetección. Es cierto que hay algunos cultivos más adelantados como puede ser el olivar o incluso el algodón.

En realidad las empresas de teledetección que confeccionan los SIG y preparan los "mapas de ruta" son la piedra angular del conjunto, pues son ellas las que deben ofrecer a los agricultores los programas precisos.

CONCLUSIONES

No es oro todo lo que reluce en la AP. Tiene limitaciones como por ejemplo su alto coste.

Las cifras macroeconómicas no engañan y en realidad esas cifras dicen que el sector agrario en la UE es marginal ya que aporta poco al PIB (¡ojo! Que nadie se confunda, la

cantidad es diferente a la calidad y por eso nos posicionamos en el mismo renglón que cuando al comienzo del artículo se hablaba del fiel de la balanza).

El agricultor debe aprovechar sus oportunidades. Ahora, la población es cada vez más "urbanita", eso significa que llega a "obsesionarse" con la "cultura verde". Esto es bueno para la AP pues siempre se puede "vender" como ecológica y preservadora del Medio Ambiente. Si el agricultor encuentra "ventaja" en esa idea, la debe explotar.

En España apenas se hace AP. En realidad las máquinas existen, pero su ventaja competitiva es difícil de amortizar. Por eso, aunque la AP "suene bien" dista mucho de ser aplicable en un país como el nuestro. Por ejemplo y para terminar, una muestra de la afirmación anterior. Sí bien hasta hace pocos años el tractor "estrella" era siempre el más grande, el más especificado, ahora el tractor que con diferencia más se vende, y parece que las tendencias irán por ahí en los próximos años inmediatos, es el tractor fiable y desespecificado.

¿Agricultura de Precisión?, el futuro lo dirá.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Conceptos relacionados con la agricultura de precisión: www.agr.kuleuven.ac.be/aee/amc/research/precag/precagen.htm
 Universidad KVL de Dinamarca. Curso de Agricultura de precisión: www.agrotechnology.kvl.dk/teaching/phddanetpft/pdf/.



Empacando y tomando datos