

Agricultura de Precisión

Un nuevo concepto de agricultura

Por: Carlos Escribano*, David Nafría, Marta Nieto*, Avelino de Benito* y Aurora Sombrero.*

Desde hace poco más de 3 años el Servicio de Investigación y Tecnología Agraria (S.I.T.A.) de la Junta de Castilla y León puso en marcha un proyecto de investigación con los últimos avances tecnológicos en agricultura, se trata de la Agricultura de Precisión. Este Centro, junto con el Laboratorio de Teledetección de la Universidad de Valladolid (LATUV), el Laboratorio de Teledetección del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) y la empresa de maquinaria agrícola Massey Ferguson, perteneciente al grupo estadounidense Agricultural Corporation (AGCO), comenzaron a utilizar estas nuevas tecnologías en la finca La Ventosilla (Burgos). En la actualidad, la agricultura de precisión en España está en fase de experimentación en muy pocos centros de investigación y universidades, si bien, ya han empezado a surgir algunas empresas que ofrecen esta técnica a los agricultores.

¿Qué es la agricultura de precisión?

La agricultura de precisión puede definirse como una técnica que gestiona a escala muy reducida (microparcelas de 10-25m²) el manejo de los inputs en función de la diversidad del medio físico y del entorno ambiental en los que se desenvuelven los cultivos. Es decir, que dentro de una misma parcela habrá que aplicar distintas dosis de siembra, de fertilizantes, de herbicidas,... en función de las características de sus suelos, de las infestaciones de malezas, plagas o enfermedades, y de los criterios de producción establecidos por el agricultor, pudiendo llegar incluso a destinar zonas a otros usos, como el forestal, porque no sean capaces de generar una rentabilidad mínima o porque su cultivo suponga un peligro para el medio ambiente.

Con la introducción de esta técnica se pretende dar una respuesta a los problemas más importantes de la agricultura extensiva de hoy en día: competitividad y respeto con el medio ambiente. En una agricultura como la de Castilla y León, en la que el único aliado para seguir produciendo algunos cultivos extensivos son las ayudas de la PAC, y en la que los precios de los productos agrícolas son cada vez más bajos, la única manera de mejorar los márgenes disponibles es hacer un uso lo más racional posible de los factores de producción. No se puede seguir tratando por igual zonas de la misma parcela con diferencias en su capacidad productiva. Esto supone que, por ejemplo, en aquellas zonas que tengan un potencial productivo elevado, podamos utilizar dosis más altas de fertilizantes de las habituales, y por el contrario, en los suelos con menor capacidad productiva, haya que reducir las dosis de abono, evitando así pérdidas en mate-

rias primas, y sobre todo la contaminación de suelos y aguas por lixiviación de nitratos, herbicidas, fungicidas, etc.

¿Qué se requiere para hacer agricultura de precisión?

En primer lugar, y como elemento indispensable, es necesario un Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Hasta ahora estos aparatos eran muy caros y tenían fuertes restricciones por parte de los sistemas militares norteamericanos. Sin embargo, hoy día se puede disponer de GPS relativamente sencillos y de buena precisión. Estos aparatos, transportados por personas, o montados a bordo de la maquinaria agrícola, nos permiten obtener y almacenar la posición geográfica en cada instante. A esta información le podremos asociar el valor de las variables que estemos midiendo en cada punto del terreno: producción, características físicas y químicas de los suelos, estado de humedad, cantidad de malas hierbas, estado del cultivo, etc.

El primer paso que debe realizarse para la introducción de la agricultura de precisión en una explotación es, como se indica en el gráfico 1, obtener la información de la recolección de varias campañas, a partir de la cual se podrán observar distintas zonas de pro-



Detalle de un GPS con antena externa portado por una persona.



Cosechadora MF con el sistema Fieldstar recolectando en la Finca La Ventosilla.

(*)Servicio de Investigación y Tecnología Agraria Junta de Castilla y León

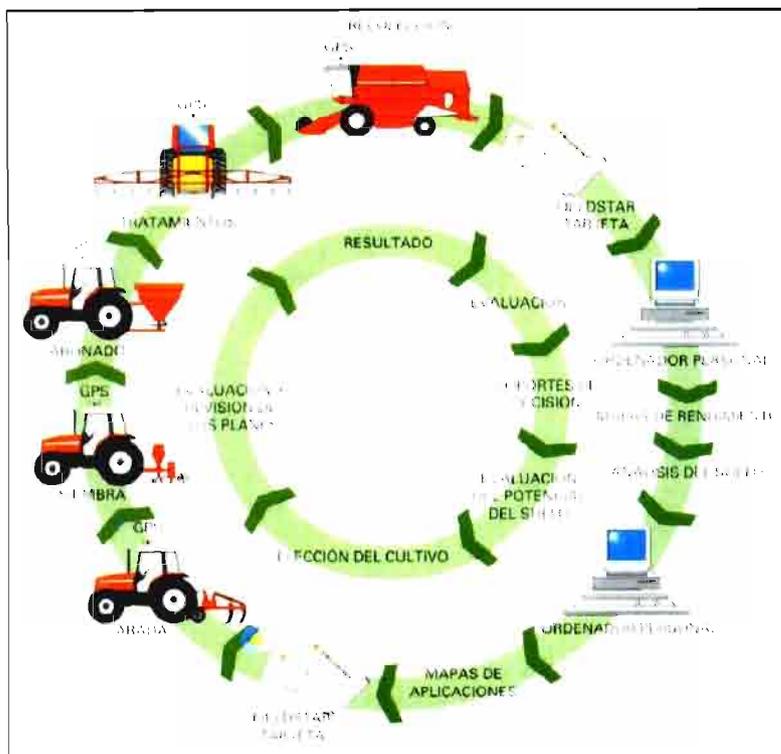


Gráfico 1. Proceso de introducción de la Agricultura de Precisión en una explotación.

jo, el área cosechada hasta ese momento, etc. (tabla I), y así, al finalizar la parcela se puede obtener el tiempo total empleado, la superficie de la parcela, la producción total recolectada, la producción media, las producciones máxima y mínima,... además de un mapa de la parcela con los rendimientos obtenidos en cada punto de la misma.

Como puede observarse en los mapas, la variabilidad dentro de la parcela de Las Tasugueras, con una superficie de 20 ha, fue muy alta. En las campañas 97/98 y 99/00 se cultivó trigo, con unos rendimientos medios de 3.260 y 3.330 kg/ha, respectivamente, y unos rangos de producción comprendidos entre los 1.200 y 5.400 kg/ha, en la primera campaña, y 1.400 y 5.000 kg/ha en la última. En la campaña intermedia, el cultivo fue de girasol en regadío, con una producción media de 900 kg/ha, con zonas donde apenas se superaron los 200 kg/ha y otras donde se sobrepasaron los 2.500 kg/ha. La distribución de las zonas de producción fue prácticamente igual en los tres cultivos, aunque la similitud fue mayor en las campañas del mismo cultivo. Resultados similares se han obtenido con cultivos de cebada y leguminosas, en secano y regadío, en las otras tres parcelas en las que se aplica esta técnica, lo que hace pensar que la principal

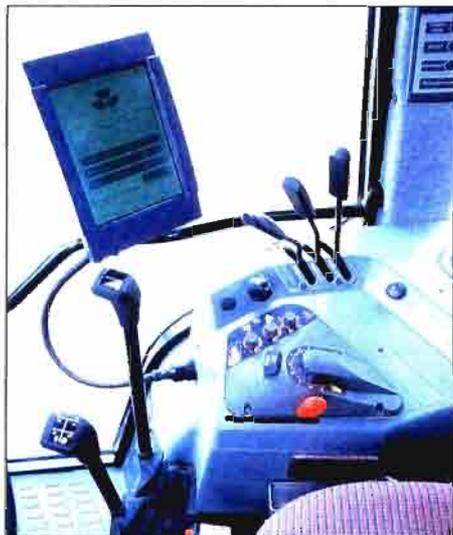
ducción dentro de una misma parcela. El siguiente paso consiste en determinar las razones por las que se produce esa variabilidad en la producción. La presencia de malas hierbas, plagas, enfermedades, encharcamientos, y/o las características físicas y químicas de los suelos, suelen ser las causas más comunes de la variabilidad en la producción de un cultivo. Toda la información que se vaya almacenando servirá para ayudar a decidir la estrategia a seguir en el futuro: corrección de problemas, labores a realizar, productos y dosis a suministrar,

La recolección con cosechadoras de cereales que dispongan de este equipamiento es una actividad que es posible realizar ya en nuestro país, si bien, en otros como en Estados Unidos está muy extendida entre los agricultores, donde más de un tercio de las máquinas que se venden en la actualidad cuentan con esta tecnología. Estas máquinas disponen de un sistema de medida localizado al final del elevador del grano, que determina, por métodos volumétricos o basados en el flujo de masa de grano, la cantidad de mies que está entrando en la máquina en ese momento. Además, también requieren de un sensor de humedad del grano para poder determinar el rendimiento instantáneo. Es decir, que estas cosechadoras son capaces de ir informándo-

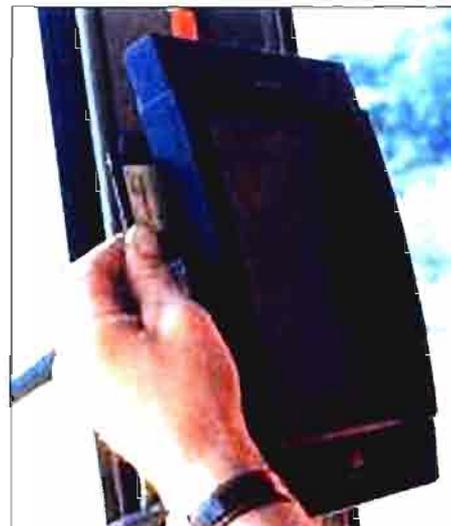
nos a través de un ordenador que llevan a bordo e ir almacenando en una tarjeta, variables como: la posición exacta de la máquina en la parcela, la velocidad de avance, la producción de grano que está entrando en la máquina, la humedad del grano, el peso de grano en la tolva, la anchura de traba-

Tabla I. Datos registrados por la cosechadora durante la recolección en una de las parcelas de la Finca La Ventosilla (Burgos).

| PARCELA: Tasugueras (La Ventosilla) | | CULTIVO: Trigo | | | |
|-------------------------------------|-----------|----------------|-----------|----------|----------------|
| Coordenadas Geográficas: WGS84 | | | | | |
| Latitud | Longitud | Altitud | Fecha GPS | Hora GPS | Produc.(kg/ha) |
| 41.702174 | -3.842377 | 789.4 | 20000712 | 183547 | 1334 |
| 41.702168 | -3.842372 | 789.4 | 20000712 | 183548 | 1743 |
| 41.70215 | -3.842352 | 789.4 | 20000712 | 183551 | 2075 |
| 41.702133 | -3.842349 | 789.5 | 20000712 | 183553 | 2307 |
| 41.702113 | -3.842346 | 789.5 | 20000712 | 183555 | 2277 |
| 41.702096 | -3.842339 | 789.5 | 20000712 | 183558 | 2563 |
| 41.702076 | -3.842332 | 789.5 | 20000712 | 183559 | 2619 |
| 41.702054 | -3.842327 | 789.5 | 20000712 | 183601 | 2807 |
| 41.702034 | -3.84232 | 789.6 | 20000712 | 183603 | 2757 |
| 41.702014 | -3.842314 | 789.6 | 20000712 | 183605 | 2851 |
| 41.701983 | -3.842307 | 789.7 | 20000712 | 183608 | 2852 |
| 41.701973 | -3.842304 | 789.7 | 20000712 | 183609 | 2764 |
| 41.701951 | -3.842299 | 789.7 | 20000712 | 183611 | 2594 |
| 41.701933 | -3.84229 | 789.8 | 20000712 | 183613 | 2737 |
| 41.701913 | -3.842284 | 789.8 | 20000712 | 183615 | 2647 |
| 41.701881 | -3.842272 | 789.9 | 20000712 | 183618 | 2611 |
| 41.701871 | -3.842267 | 789.9 | 20000712 | 183619 | 2650 |



Detalle del terminal DATAVISION II instalado en una cosechadora Massey Ferguson (izquierda) de donde se extrae la tarjeta con los datos (centro) que se utiliza para transportarla a un ordenador de la explotación y posteriormente al terminal de un tractor Massey Ferguson (derecha)



fuente de variabilidad es debida a las características físicas y químicas de sus suelos.

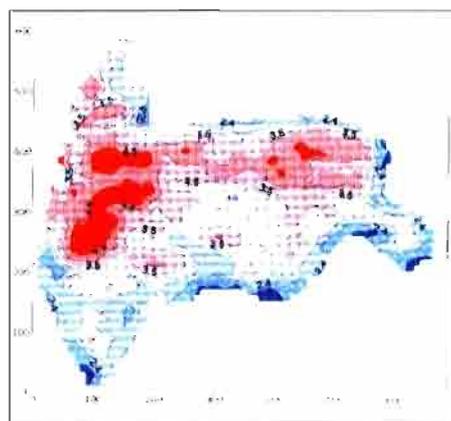
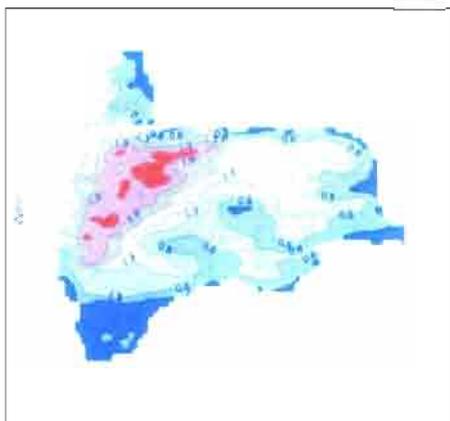
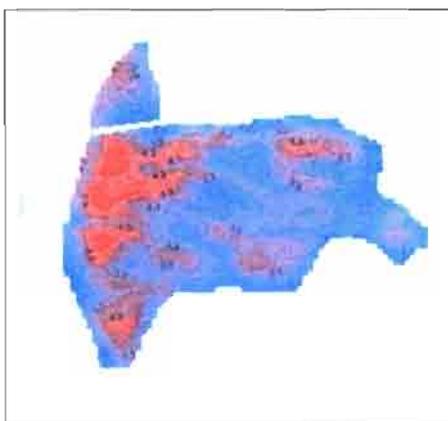
Los análisis de los suelos de estas parcelas justifican en gran medida la variabilidad en los rendimientos de los cultivos. Variables como el pH, la materia orgánica, la textura y el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio de los suelos de las diferentes zonas productivas, fueron determinados en el laboratorio. Los resultados, una vez tratados por métodos geoestadísticos, han sido representados en mapas, como los que se muestran en la figura 1. Si se observan los mapas del contenido en arcilla y materia orgánica, se observa que existe también una alta variabilidad dentro de la parcela, y que además, las zonas más ricas en arcilla y sobre todo en materia orgánica coinciden con las de mayores rendimientos de los cultivos. Por el contrario, aquellas zonas pobres en materia orgánica tienen como resultado rendimientos muy bajos en los culti-

vos. Una respuesta similar se ha encontrado en el caso del contenido de nitrógeno. Sin embargo, otras variables como el pH, con muy baja variabilidad espacial, o el contenido de fósforo, con niveles altos en toda la parcela, son independientes del rendimiento de los cultivos.

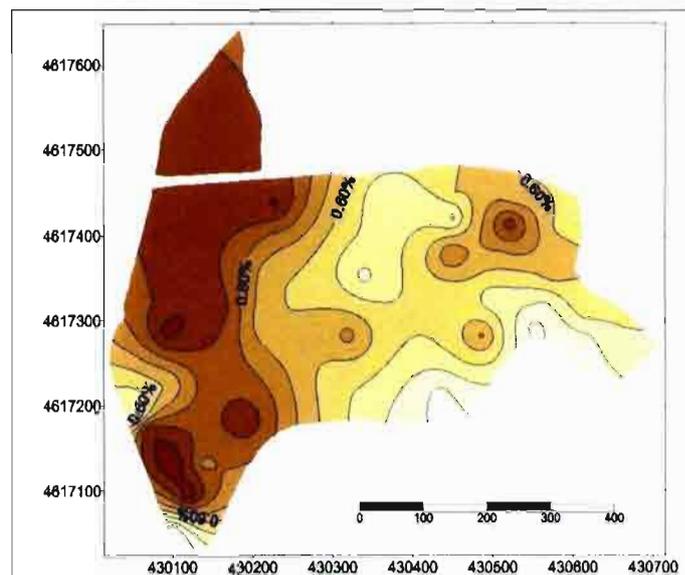
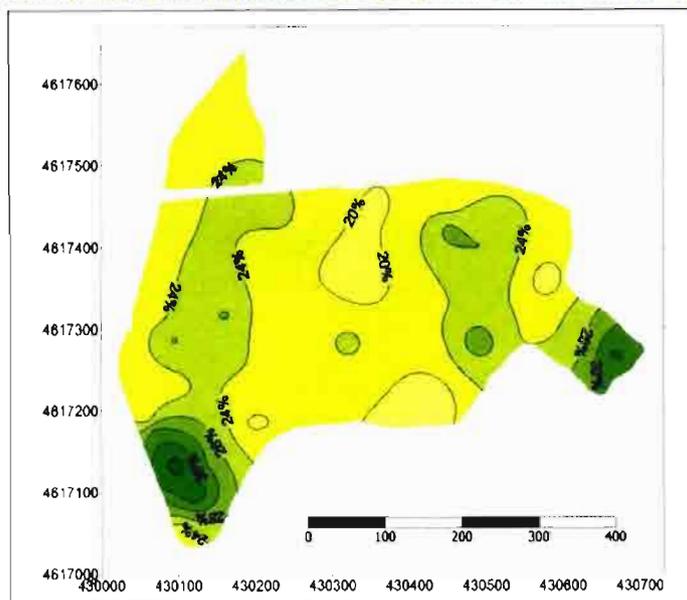
Otras causas en la variabilidad de la producción pueden ser debidas a la presencia de plagas, enfermedades, malas hierbas, daños climatológicos (heladas, pedrisco, etc.), y/o daños de animales (gusanos, pájaros, conejos...), etc, durante el desarrollo de los cultivos, por lo que es aconsejable realizar un seguimiento de los mismos durante la campaña. Esta es una de las actividades que está realizando este equipo de investigación, mediante muestreos en campo y teledetección. Los muestreos de campo consisten en la realización de medidas de humedad y compactación de los suelos, y medidas de parámetros del desarrollo de los cultivos:

biomasa, índice de área foliar, contenido de humedad y determinación del estado fenológico. Posteriormente, se desarrollarán técnicas que permitan correlacionar los valores de estos parámetros con aquellos obtenidos de las imágenes de satélite. El uso de la teledetección o la fotografía aérea en la agricultura de precisión es de gran utilidad para la realización de estudios espaciales y temporales de los cultivos de una parcela concreta o de una amplia zona. Además esta técnica permite integrar los resultados en un Sistema de Información Geográfica (SIG), con los que se pueden determinar nuevas variables y sobre todo obtener una ayuda en la toma de decisiones.

Entre las líneas de trabajo a desarrollar por este equipo en la próxima campaña está la aplicación diferenciada de fertilizantes nitrogenados en sembradura. Para ello se dispondrá de un tractor y una abonadora equipados con esta tecnología. El tractor, suministra-



Mapas de rendimiento de una de las parcelas de la Finca La Ventosilla correspondientes a las campañas 97/98, 98/99 y 99/00 de trigo, girasol y trigo, respectivamente.



Mapas de contenido en arcilla (izquierda) y materia orgánica (derecha) de la parcela "Las Tasugueras" correspondiente al muestreo realizado durante la campaña del año 2000.

do por la casa comercial Massey Ferguson estará dotado de un GPS y de un ordenador a bordo en el que se introducirá una tarjeta con los datos de abonado a suministrar en cada punto de la parcela. La abonadora también dispondrá de un sistema específico para la regulación de la dosis que le proporcione la información del ordenador. Esta aplicación permitirá optimizar las dosis de nitrógeno en función de las necesidades de los futuros cultivos y de la capacidad productiva de los suelos. Uno de los últimos avances que se han

producido en este sentido es el desarrollo de un equipo denominado N-Sensor, que montado en la parte superior de la cabina del tractor, determina en tiempo real el nivel de nutrición de las plantas a partir de la reflectancia de la cubierta vegetal. Esto permite determinar in situ las necesidades de nitrógeno de las plantas en el abonado de cobertura a la vez que se va realizando éste.

Otra de las actividades que se plantean en el futuro es el desarrollo de un remolque de precisión en colaboración con varias empresas de Valladolid, ca-

paz, al igual que la cosechadora de cereales, de generar mapas de rendimiento en aquellos cultivos como la remolacha y la patata. Este equipo, en fase de desarrollo y perfeccionamiento en otros países, es necesario para poder aplicar la agricultura de precisión en este tipo de cultivos.

Aunque desde el punto de vista económico no se han realizado todavía estudios, los beneficios que aportaría la introducción de esta técnica en Castilla y León serían muy grandes, consiguiendo que nuestra agricultura esté a la altura de la de otros países tecnológicamente más desarrollados. Estudios realizados en explotaciones de Estados Unidos han llegado a la conclusión de que se incrementa la productividad en un 33%, lo que supondría, no solo un aumento de las rentas de nuestros agricultores, sino también un efecto considerable en el PIB de esta Comunidad, donde gran cantidad de empresas dependen, directa o indirectamente, de

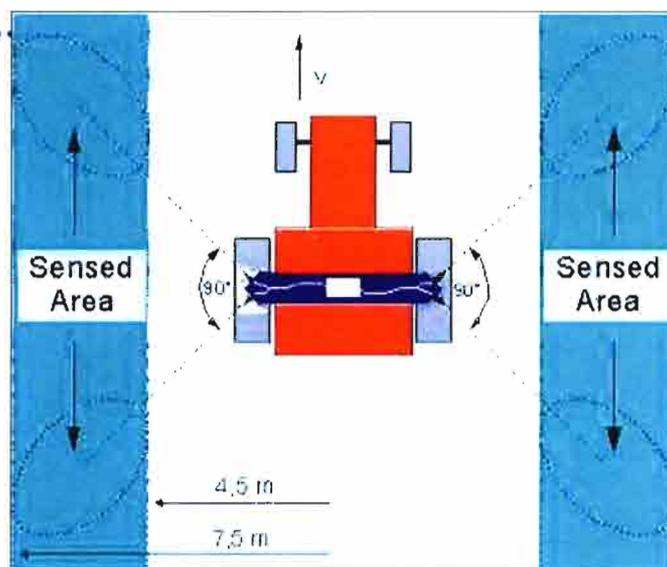


Ortofoto de la Finca La Ventosilla (septiembre/99).



Detalle de funcionamiento de un equipo N-Sensor para abonado en cobertura.

Castilla y León



Detalle de funcionamiento de un equipo N-Sensor para abonado en cobertera.

la agricultura. Por lo tanto, el sector servicios podría verse beneficiado, ya que el volumen agrícola de Castilla y León es suficiente como para poder soportar y desarrollar nuevas empresas locales, capaces de gestionar la agricultura.

No debe olvidarse un aspecto muy importante: la protección del medio

ambiente, cuyos beneficios, aunque son difícilmente cuantificables, poseen una gran trascendencia. El uso de la agricultura de precisión permitirá al agricultor una dosificación exacta de los fertilizantes y de los productos fitosanitarios, con la consiguiente reducción de la contaminación de suelos y aguas.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Finca La Ventosilla por la colaboración en los ensayos con la cesión de parcelas y equipos técnicos y humanos, al grupo AGCO por la prestación de su maquinaria, y al MEC por la financiación del proyecto IFD97-1385-C05-02.

A GRANDES MALES... PEQUEÑOS REMEDIOS



MUCHOS PÁJAROS YA TEMEN AL CAÑÓN ZON MARK-4 DE **DIVASA-FARMAVIC**



- + **FIABILIDAD DE ENCENDIDO** Sistema electrónico
- + **PRÁCTICO** y cómodo de llevar + ligero: 7,26 kg. + pequeño (63 x 35 x 14 cm.)
- + **SEGURO** contra el viento + Protección de la Cámara de gas aislada
- + **POTENTE** Cañón telescópico (125 decibelios)
- + **ECONÓMICO - CONSUMO** 17.000 detonaciones por cada 10 kg de gas butano
- + **VERSÁTIL** Disponibilidad de accesorios (trípode y temporizador)

**SERVICIO POST-VENTA
GARANTIZADO**

Para más información no dude en llamarnos
93 886 01 00

**DIVASA
FARMAVIC, S.A**

