

Con esta técnica se permite la adecuada aplicación de insumos basada en las necesidades reales del cultivo

La monitorización del rendimiento de cosecha, un elemento clave para una gestión eficiente



La monitorización del rendimiento es la mejor opción para conocer la productividad potencial de cada cultivo en cada parcela, proporcionando gran cantidad de información y a un coste muy reducido. Se realiza durante la operación de cosecha por lo que se reduce mucho el coste y nos permite evaluar qué resultado han tenido las decisiones tomadas. En este artículo se detallan los componentes y las distintas operaciones realizadas por estos equipos.

Manuel Pérez Ruiz.

Área de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Sevilla.

Juan Agüera Vega.

Dpto. Ingeniería Rural. Universidad de Córdoba.

Actualmente una de las claves para una buena introducción en las técnicas de agricultura de precisión (como por ejemplo la distribución variable de insumos) y garantizar la imprescindible competitividad es disponer, bien en la explotación propia o bien de forma externa, de un soporte ade-

cuado por parte de técnicos que se encarguen de la recopilación, análisis y procesamiento de la información. La ejecución de este conjunto de tareas por parte del propio agricultor supone por lo general una carga excesiva, lo que ha dificultado en gran medida su uso generalizado.

Basándonos en nuestra experiencia, coincidente con la opinión de muchos expertos, podríamos decir que la implantación de la agricultura de precisión comienza con la monitorización del rendimiento de los cultivos. Para ello es necesario, en primer lugar, incorporar a una cosechadora un instrumento electrónico que mida y almacene los datos de producción por unidad de área y año. La creación de una base de datos de cada parcela es una herramienta fundamental para optimizar la toma de decisiones en un sistema productivo agrícola. Estos datos generan capas de información, tales como:

propiedades químicas de los suelos, compactación, plagas y enfermedades, humedad, conductividad eléctrica, etc., que posteriormente serán utilizadas para la adecuada interpretación de la variabilidad espacial (dentro de la parcela) y temporal (entre años) de los rendimientos.

La generación de mapas de distribución en sucesivas campañas es esencial para la delimitación de zonas de manejo homogéneo dentro de una misma parcela y para establecer las dosis adecuadas de los distintos tratamientos aplicados al cultivo. En el momento de realizar una distribución variable es fundamental conocer con exactitud nuestro sistema productivo, cuanta más información poseamos de nuestras parcelas, más acertadas serán las decisiones tomadas. Además toda esta información puede servir para llevar un control de las operaciones y una gestión adecuada de éstas, permitiendo comparar de forma precisa diferentes campañas.

Llegado a este punto es el momento de dar una respuesta diferenciada teniendo en cuenta la variabilidad intraparcularia. Para conseguir es-

ta respuesta es necesario la utilización de dispositivos apropiados y capaces de variar en continuo la regulación de las máquinas para la aplicación de una dosis variable dentro de la parcela, resultado de la estrategia decidida para su gestión. De todo lo anterior se deduce que los monitores de rendimiento de cosecha en la agricultura de precisión permiten conocer el resultado de las decisiones tomadas por la gestión de las parcelas y son fuente de información para la gestión de la campaña siguiente.

Componentes de los monitores de rendimiento

El objetivo básico del monitor de rendimiento es indicar la cantidad de producto cosechado por cada unidad de superficie que instantáneamente encontramos a medida que vamos cosechando.

Esta información, que varía de unos puntos a otros de la parcela, se actualizará a intervalos de tiempo regulares, normalmente un segundo, dos o tres. Pero la indicación en una pantalla

numérica del valor instantáneo de producción no resulta suficiente para un estudio pormenorizado en comparación con la distribución de otras propiedades. Es necesario que la información tomada quede registrada y pueda ser descargada después de la operación en un ordenador para su posterior análisis. De igual manera resulta básico asignar a cada dato del rendimiento instantáneo unas coordenadas (X,Y,Z) que permitan realizar el mapa de distribución espacial de la producción.

Para el almacenamiento de la información generada, los monitores de rendimiento disponen de tarjetas de memoria extraíbles que pueden ser leídas por los ordenadores o dispositivos de mano, mientras que las coordenadas para la localización se obtienen mediante un receptor del sistema de navegación global por satélite (GNSS), mejorando la precisión si se emplea tecnología diferencial. Hoy en día algunos sistemas más avanzados de monitorización del rendimiento utilizan sistemas de gestión remota o telemetría para el envío en tiempo real de los mapas de producción a un servidor, lo

X30 Fácil de manejar

Pantalla X30 - Control total en múltiples ventanas al mismo tiempo

Arrastra y Suelta: Única pantalla del mercado con diferentes soluciones de Agricultura de Precisión manejada con un solo dedo.

Pantalla X30 todo-en-uno, guiado visual con barra de luces integrada, autoguiado, pulverización, abonadoras, entrada ISO BUS, visualización de área tratada, gestión de datos, plantación, y mucho más ...

Pídale a su distribuidor Topcon una demostración del Sistema 350 con la nueva pantalla X30. Vea lo fácil y rápido que un simple toque se convierte en precisiones y resultados espectaculares en el campo.

Sistema 350 con dirección eléctrica AES-25 opcional



TOPCON
Precision Agriculture

www.topconpa.com

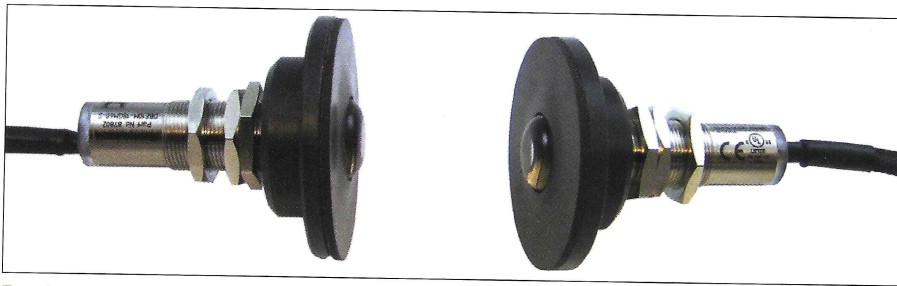


Foto 1. Fotoemisor y fotosensor integrado en el conducto de canchales para cuantificar el flujo de cosecha.



Foto 2. Sensor de humedad capacitivo.

que permite el procesamiento inmediato por parte de un técnico o de la empresa especializada (figura 1).

Los principios básicos de medida del rendimiento podemos clasificarlos en volumétricos y gravimétricos, según la medida se realice sobre el volumen o sobre la masa respectivamente,

del producto cosechado.

Entre los medidores volumétricos, los sistemas más utilizados son dos:

- Conteo del número de veces que un receptáculo de volumen conocido, una vez lleno, vuelca sobre la tolva de la cosechadora.
- Métodos ópticos, donde el flujo de cosecha se hace pasar entre un fotoemisor y un fotosensor, midiéndose la proporción de tiempo en que la luz es bloqueada, lo que resulta un buen indicador del volumen de cosecha entrante (foto 1).

Los métodos de medida del flujo gravimétrico se basan igualmente en dos principios básicos:

- La fuerza que se genera cuando el flujo de producto impacta sobre una superficie, para lo cual se emplean células de carga que son dispositivos capaces de generar una señal eléctrica variable con dicha fuerza.
- La atenuación que sufre una radiación de rayos gamma o rayos X cuando atraviesa el flu-

jo de cosecha que se hace pasar entre la fuente y el detector de la radiación.

Además del flujo de cosecha que entra en la máquina, es necesario medir la superficie por unidad de tiempo que cubre la cosechadora, resultado del producto de la velocidad a la que se desplaza por el ancho de trabajo. La velocidad de avance puede determinarse mediante un sensor que mide la velocidad de giro de algún eje de la transmisión o de la propia rueda, aunque también puede calcularla el propio receptor GNSS y suministrarla como un dato más al monitor. Por otra parte, el ancho de trabajo es una información que hay que suministrar al monitor en el momento de su configuración para trabajar sobre una determinada máquina.

Otra medida que necesitan realizar los monitores de rendimiento es la altura respecto al suelo a la que se encuentra el cabezal de corte. Este valor resulta fundamental para reconocer los momentos en que la cosechadora sale del borde de la parcela cuando termina una pasada y comienza otra, o las zonas improductivas dentro de la misma. Las medidas de flujo de cosecha y superficie cubierta durante estos momentos no son contabilizadas para no influenciar los valores de rendimiento global y superficie que se van acumulando.

Durante el proceso de ajuste del monitor, antes de iniciar la campaña de recolección, habrá que determinar cuál es el valor umbral de altura del cabezal de corte que mejor discrimina una situación y otra. En determinados monitores son necesarias otras medidas para el cálculo del rendimiento instantáneo, como en el caso de la velocidad a la que se desplaza el producto dentro de la cosechadora (monitor de algodón) o su contenido de humedad (monitor de grano), empleándose para este último sensores capacitivos, sensibles a los cambios de la constante dieléctrica del producto que fluye entre dos placas metálicas (foto 2). Aunque la función principal de estos monitores es medir, visualizar y registrar el rendimiento de cosecha y su variabilidad espacial, también suministran datos calculados a partir de la información que manejan. Así, la mayoría de los modelos existentes nos permiten configurar la pantalla de visualización para mostrar la velocidad de trabajo, superficie cubierta por unidad de tiempo (tanto en valor instantáneo como medio), superficie pendiente por cosechar, o el tiempo que emplearemos manteniendo las condiciones medias previas, entre otras.

FIGURA 1

En la parte central de la imagen envío remoto instantáneo de mapas de producción a un servidor (Fuente New Holland).

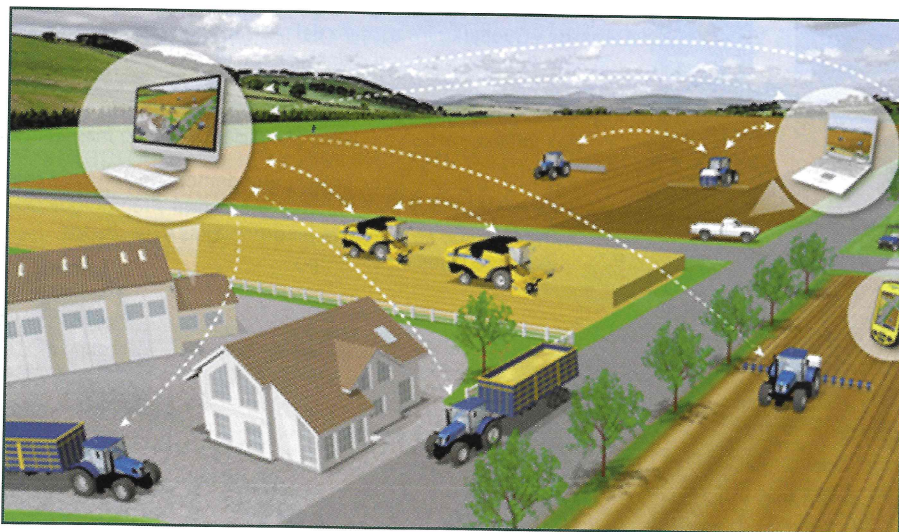


FIGURA 2

Mapa de rendimiento (trigo) en la parcela en estudio. Medidas normalizadas a % sobre la media.

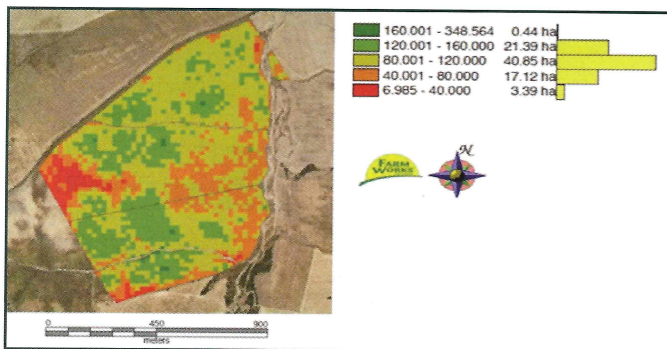


FIGURA 3

Mapa de CE del suelo en la parcela en estudio. Unidades en dSm^{-1} .

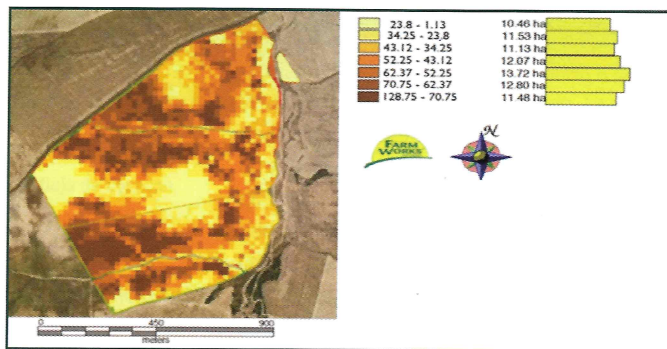


FIGURA 4

Mapa correspondiente al abonado nitrogenado líquido aplicado. Unidades en $l\ ha^{-1}$.

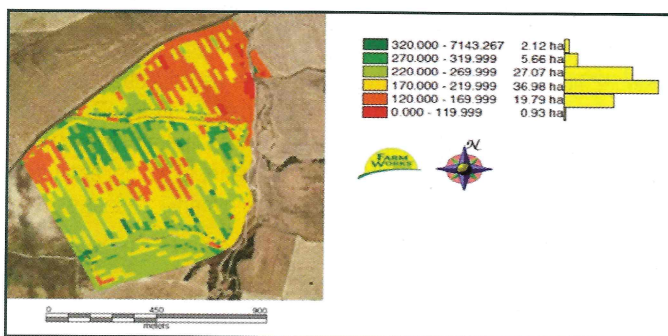
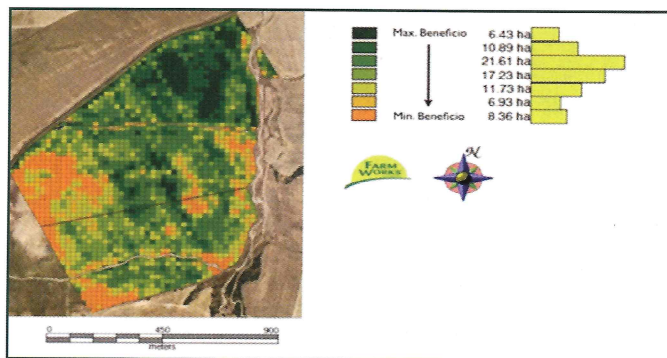


FIGURA 5

Mapa de beneficio económico de trigo al final de campaña.



Otras informaciones

La información referente al rendimiento de cosecha (figura 2) en combinación con otro tipo de información sobre el suelo y el cultivo, reunida de la forma más eficiente posible, son un buen punto de partida. Entre las técnicas recomendadas para la adquisición de esta información complementaria tenemos:

Para el suelo:

- Sensor arrastrado para la medida de la conductividad eléctrica (CE) que proporciona una gran cantidad de información a bajo coste superficial. Muy útil para diferenciar zonas de manejo dentro de la parcela que tienen características similares y de las que se espera un comportamiento homogéneo (figura 3).

- Análisis físico-químico de muestras de suelo. No permite mucha resolución de la información debido a su alto coste, lo que limita el número de muestras a analizar, pero resulta muy recomendado a la hora de elegir qué tipo de abono utilizar. Si poseemos un mapa anterior de zonas de manejo, podremos dirigir la to-

ma de muestras y de esta forma obtener unos análisis más representativos.

Para el cultivo:

- Mapas de vigor del cultivo, tales como las imágenes satélite o desde sensores aerotransportados u obtenidas a nivel de cultivo. Los más utilizados son los mapas NDVI, índice vegetativo relacionado con el contenido en nitrógeno del cultivo. Permiten una gran cantidad de información y de gran utilidad para conocer el estado del cultivo, además de un bajo coste superficial.

Mapas de prescripción

Reuniendo toda esta información y teniendo en cuenta los requisitos del cultivo, las preferencias y experiencia del agricultor y cualquier otro dato de interés, se realizan los mapas de prescripción. Éstos serán utilizados bien en los abonados de fondo o posteriormente en cobertura. Aunque debieran ajustarse con la mayor precisión posible a la realidad, veremos que existe una componente muy importante debi-

da a la naturaleza mecánica de la máquina de aplicación, por lo que debemos tener en cuenta sus limitaciones: ancho de trabajo, dosis mínimas, máximas y tiempo de ajuste de las válvulas. Otra posible fuente de errores son los vinculados con las características del material aplicado, por ejemplo su densidad y fluidez que pueden cambiar a lo largo de la jornada. Por todo ello, es muy importante que los equipos de a bordo estén muy bien regulados.

Una vez realizada la aplicación es fundamental recoger los mapas de post-aplicación grabados en el equipo (figura 4) con los que podremos visualizar las diferencias entre lo planificado y lo realizado, permitiéndonos además realizar el análisis económico de la campaña (figura 5) haciendo uso de aplicaciones SIG (Sistemas de Información Geográfica). ●

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración en labores técnicas y de campo de la empresa SERFICA S.L. y Soluciones Agrícolas de Precisión S.L.