

ma, y por error o falta de información una tolva de maíz supera el 19% de humedad, debido a que en algún lugar del lote está más verde el cultivo o que se está cosechando a horarios inapropiados, se puede arruinar toda una partida. Con este sensor, el monitor de rendimiento y una estrategia de comunicación podemos evitar estos problemas en el almacenaje de granos.

Novedad en Monitor de Rendimiento

Este año la firma Ag Leader de E.E.U.U., mostró como novedad el modelo de Monitor de rendimiento denominado Insight (Figura 3), de pantalla activa de 10.4", con la primicia para el mercado de realizar el mapa de rendimiento en colores, en tiempo real. Sumado a esto, tiene la opción de superponer capas de información en la misma pantalla del monitor, como por ejemplo, tener un mapa de variedades o híbridos de fondo sobre el cual se va desplegando el mapa de rendimiento a medida que se cosecha el lote. La importancia de esta característica es que el productor que está cosechando sus lotes, pueda observar en el momento la variabilidad que manifiesta el rendimiento del cultivo y realizar de manera simultánea observaciones y anotaciones de lo que se identifica a campo; un paso más para desentrañar las diversas causas y combinaciones responsables de la variabilidad de rendimiento de un lote.

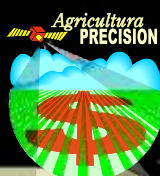
Ag Leader también presenta en este monitor la tecnología de cableado Can bus, a veces llamada también cable inteligente, que a través de un solo cable comunica a todos los sensores del monitor, cada uno de los cuales envía su información con un identificador del tipo de dato. Además cada sensor es responsable de parte del procesamiento de la información que genera, liberando capacidad de la consola para otras funciones. Las ventajas de este sistema son la mayor simplicidad de cableado e instalación y principalmente la posibilidad de agregar sensores sin la necesidad de agregar cableado ni reprogramaciones complejas de la consola.



Figura 3. Pantalla del nuevo monitor Insight de Ag Leader, mostrando la confección de un mapa de rendimiento en colores en tiempo real, superpuesto a un mapa de híbridos de Maíz.



Proyecto Nacional Agricultura de Precisión ... hacia una agricultura sustentable



Referentes:

Ing. Agr. Mario Bragachini, M.Sc. (Coordinador)
 Ing. Agr. Andrés Méndez
 Ing. Agr. Fernando Scaramuzza
 Ing. Agr. María Celeste Gregoret
 Lic. Federico Proietti
 Ing. Agr. Ricardo Melchiori, M.Sc., INTA Paraná
 Ing. Agr. Alejandro Saavedra, INTA M. Juez, AERJ. Posse.
 Ing. Agr. Daniel Damen, INTA Oliveros, UEEA V. Tuerto.

Unidad ejecutora

E.E.A. INTA Manfredi

Proyecto Agricultura de Precisión
 INTA Manfredi
 Tel./Fax: (03572) 493039/53/58/61
 Ruta 9 km 636, (5988) Manfredi,
 Córdoba, Argentina

Correos

agripres@onenet.com.ar
 agprecision@cotelnet.com.ar
 bragach@correo.inta.gov.ar

Para más información

Visite la página web de Agricultura de Precisión de habla hispana más consultada en el mundo:
www.agriculturadeprecision.org

Imprenta: MAITA - Oncofivo - Tel. 03572-461031

Consulte la web: www.agriculturadeprecision.org



Proyecto Nacional Agricultura de Precisión ... hacia una agricultura sustentable



Hoja Informativa Agricultura de Precisión N° 5
 Reimp. Febrero 2006

Agricultura de Precisión

Monitor de Rendimiento y Conocimientos de Calibración

Monitor de rendimiento

El monitor de rendimiento para funcionar debe poseer una serie de sensores que van instalados en la cosechadora, y su objetivo es medir y grabar el rendimiento y la humedad del grano a medida que se cosecha el cultivo. Si a su vez se le adiciona un GPS podemos obtener los datos de rendimiento geoposicionados o lo que llamamos mapa de rendimiento.

- Datos necesarios y componentes para el cálculo del rendimiento:

1. Flujo de grano por unidad de tiempo.
2. Humedad del grano.
3. Velocidad de avance de la cosechadora.
4. Ancho de corte del cabezal.
5. Señal GPS si queremos obtener la georreferenciación de los datos para hacer el mapa de rendimiento.

- Componentes necesarios en la cosechadora para realizar mapas de rendimiento.

1. Sensor de flujo de grano.
2. Sensor de humedad de grano.
3. Sensor de velocidad de avance.
4. Switch de posición del cabezal.
5. Consola del monitor, Ag Leader de CASE / New Holland, Green Star de John Deere, Field Star de Massey Ferguson y AGCO Allis, etc.
6. Receptor GPS o DGPS.

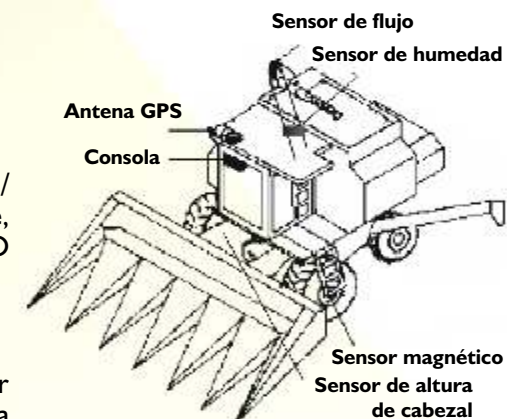


Fig. 1: Representación esquemática de los componentes de un monitor de rendimiento con posicionamiento satelital y su ubicación en la cosechadora.

Los mapas de rendimiento permiten cuantificar la variabilidad de rendimiento existente durante la cosecha de un cultivo dentro del lote, quedando grabada espacialmente.

Datos que ingresan a la tarjeta PCMCIA (latitud y longitud GPS) y a la consola del monitor para obtener el mapa de rendimiento

Lat.	Long.	Velocidad Km/h	Flujo de grano (ton/hs)	Ancho de corte (m)	Rend. Húmedo (kg/ha)	% de Humedad	Rend. Seco (kg/ha)
GPS		Sensor	Sensor	Dato Ingresado	Calculado	Sensor	Calculado

Ediciones
 Instituto Nacional de
 Tecnología Agropecuaria



La variabilidad de los lotes es uno de los factores que pueden justificar la realización de dosis variable en la siembra, fertilización, pulverización, etc. y gracias al GPS y algunas herramientas de la Agricultura de Precisión, entre ellas el monitor de rendimiento, podemos conocer el área que ocupa cada sitio y cuantificar sus diferencias de rendimiento.

Los tipos de variabilidad que pueden presentarse son la variabilidad natural e inducida. Es natural cuando depende del clima, del suelo (génesis del suelo y propiedades físicas y químicas), del relieve, etc., y es variabilidad inducida cuando se refiere al manejo (historia del lote, insumos agregados, prácticas culturales, etc.).

Conociendo la variabilidad existente en los lotes y debido al grado de avance tecnológico alcanzado por los productores argentinos, no se puede seguir analizando datos promedios, desperdiciando al menos 800 datos por hectárea que nos brinda el monitor de rendimiento (datos puntuales). Los datos provistos por el monitor de rendimiento más GPS conforman un mapa de rendimiento que nos permite conocer los rendimientos del cultivo en cada parte del lote y los factores que intervienen en la expresión del rendimiento, dado que podemos ir a cada lugar con un GPS y corroborar a qué se debió el mayor o menor rendimiento de los cultivos.

Cosechar datos de rendimiento no insume más pasadas sobre el lote, ni maquinaria específica, sólo un mínimo costo de equipamiento de la cosechadora. Ya existen 1.500 cosechadoras con monitores de rendimiento en Argentina, de las cuales 1100 son capaces de realizar mapas de rendimiento dado que poseen GPS (aproximadamente el 6% del área cosechable). Los beneficios de las nuevas tecnologías son aprovechados por los primeros adoptantes. No es necesario comprar un equipo (monitor de rendimiento, GPS, software, más todo lo referido a capacitación de los operarios y usuarios) para aprovechar las ventajas de esta tecnología, sólo hay que buscar, contratar y valorar los prestadores de servicio con equipos de cosecha que la ofrezcan.

Calibración de los Monitores de Rendimiento

Los tipos de calibración que son requeridos por el sistema de monitoreo de rendimiento varían según el tipo de monitor. De cualquier modo, a pesar de los diferentes tipos de monitores, el rendimiento no es medido directamente sino que es calculado. Este cálculo de rendimiento el monitor lo realiza teniendo en cuenta mediciones de fuerza, desplazamiento, o volumen, velocidad del flujo de material, contenido de humedad del grano, velocidad de cosecha y ancho de labor, todos son combinados para producir la estimación de rendimiento del cultivo. La calibración se realiza para asegurar que el dato que brinda el sensor de flujo y otros datos ingresados (como ancho de cabezal, humedad de grano, distancia, etc) sean utilizados apropiadamente por el monitor para producir el dato final en unidades de kilogramos por hectárea, y que estos datos sean precisos y confiables. Todo esto se realiza cuando se comienza a cosechar.

La calibración consiste en ingresar el peso del grano cosechado y que fue controlado por una tolva balanza (básicamente el peso que marca la balanza se ingresa como dato al monitor). En algunos monitores hacen falta 5 controles (o calibraciones) y en otros con un solo dato se hace una curva de calibración que estima los rendimientos a distintos flujos de cosecha (los flujos pueden variar por velocidad de la máquina o por mayor rendimiento de los cultivos). De esta manera la placa de impacto puede estimar los rendimientos con mayor preci-

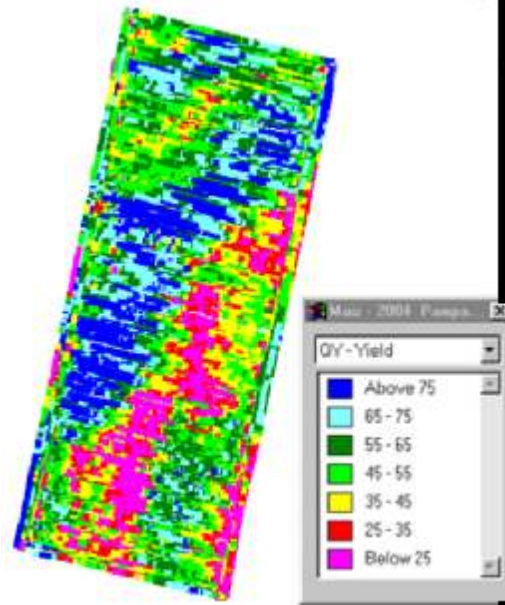


Fig. 2: Se puede observar en este mapa de rendimiento la variabilidad que posee el cultivo de maíz, debido a la génesis de suelo: Zonas de mayores rendimientos (colores azules suelos profundos y bien desarrollados) y Zonas de menores rendimientos (colores rojos donde poseen pH alto en superficie debido a problemas de sodio). Los rendimientos varían desde los menores a 25 qq/ha (colores rojos) de maíz a mayores de 75 qq/ha (colores azules).

sión en base a cuanto grano impacte en la placa, también depende del peso hectolitro del grano (más pesado el grano más fuerte es el impacto y estima mayor rendimiento). La placa de impacto transfiere los datos al monitor por medio de impulsos eléctricos y estos son traducidos a kg/ha.

Calibraciones previas a la cosecha

- Calibración por vibración (hay que controlarla cada vez que se repare o modifique la máquina pero básicamente es una vez por campaña).
- Calibración de distancia (cuando se cambia el rodado o bien cuando las condiciones de piso de cosecha cambian bruscamente, pero por lo general es una vez en la campaña).

Calibraciones durante la cosecha

- Calibración del sensor de altura del cabezal (cada vez que se cambia de cultivo).
- Calibración de humedad de grano.

Se debe comparar la medida determinada por el monitor de rendimiento con respecto a determinaciones de otro medidor externo de humedad cuyas medidas hayan sido verificadas en su precisión. Se controla cuando varía mucho la humedad del grano.
- Calibración del peso del grano.

Antes de realizar esta operación se debe haber realizado la calibración de humedad. El monitor se calibra sobre la base de pesos actuales que se le ingresan; estos se obtienen pesando el grano cosechado en una carga, en una balanza precisa. Para realizar la calibración de peso son de suma utilidad las tolvas autodescargables con balanza electrónica; de esta manera se independiza de la existencia de una báscula cercana al lugar de cosecha. Esta calibración se realiza para cada cultivo independientemente y debe repetirse cuando se note que la precisión haya excedido el 5% del error comparado con las básculas.

Si todos estos pasos son realizados correctamente estaremos en un nivel de precisión del rendimiento corregido por humedad menor al 2%, lo que ubica a los datos obtenidos como muy útiles para ser utilizados en el diagnóstico del gran cultivo. Se considera aceptable una precisión del monitor de hasta el 5%. Esta calibración debe realizarse cada vez que se cambia de cultivo, cuando el cultivo varía mucho en la humedad del grano (sale de lo normal, o sea, que está por arriba del 20 o 25%).

Existen diferentes marcas y modelos de monitores de rendimiento, y entre los mismos varían los sistemas de medición de flujo, la forma y lugar de medir la humedad, la interfase con el operador en la consola, la manera de calibrar, etc., pero los principios y el objetivo son coincidentes para todas las opciones del mercado.

Control de pérdidas con monitor de rendimiento por medio del flujo de granos (t/h)

Las cosechadoras poseen un nivel de eficiencia de trabajo (trilla, separación y limpieza) en cada cultivo, que depende directamente de la capacidad de alimentación (t/h) y procesamiento de grano. Si el operario toma la precaución de evaluar ese límite de capacidad de procesamiento de la cosechadora (t/h/niveles de pérdida para el cultivo cosechado), puede regular la velocidad de trabajo mediante el uso del monitor de rendimiento. Con esa información el operario podría avanzar más rápido en los lugares de menor rendimiento del cultivo y más lento en los lugares de mayor rendimiento, manteniendo constante el flujo de alimentación de grano de acuerdo a la capacidad ideal de la cosechadora.

El sensor de humedad también puede usarse para evitar problemas puntuales de humedad del grano durante el almacenaje, ej: maíz en bolsa con 16% de humedad máxi-