

Field Test del Monitor de Rendimiento AGCO

Autores: Ing. Agr. M. Sc. Mario Bragachini, Ings. Agrs. Axel von Martini, Andrés Méndez

*Proyecto Agricultura de Precisión, INTA Manfredi.
Colaboración técnica de AGCO Argentina: Sr Diego Acuña*

AGCO presenta las cosechadoras Massey Ferguson 34 y 38, y las AGCO Allis 550 y 660, equipadas de fábrica con monitor de rendimiento. Este incluye el sensor de flujo en la parte superior de la noria, sensor de altura de cabezal y consola Data Vision de pantalla activa. Esta consola centraliza todas las funciones de información y monitoreo del funcionamiento de la cosechadora, teniendo la posibilidad de utilizar 13 idiomas, incluyendo por supuesto el castellano y toda la información se presenta en unidades métricas. La consola tiene incluido el manual de la cosechadora, con recomendaciones de regulación para cada cultivo, y conectado a una pequeña impresora en la cual se puede imprimir las regulaciones recomendadas, o la información de los lotes cosechados, etc. En las cosechadoras MF y AGCO Allis, para poder realizar mapas de rendimiento se debe actualizar el software del Data Vision con Fieldstar, que agrega a la programación de la consola las funciones de confección del mapa de rendimiento, un cable de comunicación (Buscan), una tarjeta de memoria y se debe adjuntar además un receptor GPS o DGPS. En la cosechadora 5650 el monitor de rendimiento se presenta como un opcional que se agrega a la máquina, incluyendo los sensores y una consola tipo Gleaner, con o sin GPS.

El equipo técnico del Proyecto Agricultura de Precisión del INTA, con sede en la EEA Manfredi realizó una prueba a campo del funcionamiento del monitor, en la localidad de Carhué, provincia de Buenos Aires, el día 19 de Diciembre de 2001, en el establecimiento "Las Oscuras" de Ponto S.A. Los datos del lote son los siguientes:

Potrero: Matita 1

Superficie: 140 has

Laboreos:

12-06-01 excéntrica
15-06-01 repaso de excéntrica en los bajos
24-06-01 100 kg de urea al voleo
25-06-01 siembra, variedad Pegaso 100 kg/ha con 45 kg/ha de FDA
16-08-01 150 cc 2-4 D, 75 cc Tordon 24K, 6 gr Metsulfurón, con 80 l/ha de agua
10-09-01 50 kg/ha de urea, 20 kg/ha de sulfato de amonio
24-10-01 Folicur 750 cc/ha, con avión

Cosechadora utilizada durante el ensayo

Marca: Massey Ferguson modelo MF 38
Propiedad: AGCO Argentina

Motor: Cummins 6CTA, 280 CV DIN
Transmisión: hidrostática, 0-26 km/h, 3 velocidades
Doble tracción: hidrostática
Neumáticos: 30,5 x 32 delantero
16/70/18 traseros
Mecanismo de trilla: cilindro trillador
Ancho: 1680 mm
Diámetro: 600 mm
Variador: hidráulico, 390 a 1120 rpm

Cóncavo: 13 barras, 117 ° de envoltura
Área del cóncavo: 1,06 m²
Separación: 6 sacapajas, 4,4 m de largo
Limpieza: zarandón y zaranda ajustable
Ventilador: doble con desviación de aire (separación neumática), variador de 450 a 1150 rpm
Retrilla: independiente
Tolva de grano: 7.900 l

Equipamiento: sensor de pérdida, triturador de paja y esparcidor de granza de accionamiento hidráulico.
Data Vision: monitor de pantalla activa multifunción, con monitoreo de rendimiento FieldStar



Fig 1: vista del lote donde se realizó la prueba.



Fig 2: cosechadora Massey Ferguson 38, equipada con monitor y GPS.

La evaluación fue realizada con una cosechadora Massey Ferguson 38, cabezal de 30 pies de ancho, equipada con Fieldstar y GPS, o sea el equipamiento completo para realizar mapas de rendimiento. El trigo utilizado durante la evaluación presentó una variación de rendimiento entre 24 a 38 qq/ha., con un promedio de 27 qq/ha. La velocidad de evaluación fue 6,7 km/h, con un índice de alimentación IAG de 15 a 22 tn/h, con una humedad promedio de 12,3%. Las pérdidas por cosechadora evaluadas fueron en promedio de 35,4 kg/ha, considerado excelente.

Evaluación de pérdidas

Si bien el objetivo de la evaluación no fueron las prestaciones de la cosechadora MF 38, sino el monitor FieldStar en el cultivo de trigo, se consideró oportuno realizar mediciones de pérdida.

Una vez puesta a punto la cosechadora y elegido el rango de velocidad normal de trabajo con un índice de alimentación de grano de 15 a 22 toneladas por hora, se procedió a arrojar los aros de pérdida con 2 repeticiones, obteniendo los siguientes valores promedio de pérdidas:

Pérdida de precosecha: 0 kg/ha 0%
 Pérdida de cabezal: 24 kg/ha 0,87%
 Pérdida de cola: 11,4 kg/ha 0,42%
 PÉRDIDA TOTAL: 35,4 kg/ha 1,29 %

Rendimiento potencial promedio: 2735,4 kg/ha

Humedad promedio: 12,3 %

Porcentaje de pérdida total evaluada: 1,29% del rendimiento potencial, nivel muy por debajo de los niveles de tolerancia, por lo que la capacidad de la cosechadora estuvo muy por debajo de la máxima.

Promedio de pérdida a nivel nacional y tolerancias en trigo, según INTA Manfredi

Trigo	Pérdidas		Tolerancia para 3500 kg/ha	
	Tipos de pérdidas	Kg/ha	%	Kg/ha
1. Precosecha	20	0.57	0	0
2. Cosechadora	105	3	90	2.6
2.1 Cabezal	52	1.5	40	1.15
2.1.a Desgrane	8			
2.1.b Espigas caídas	44			
2.2 Cola	53	1.5	50	1.45
2.2.a Zarandon (limpieza)	14			
2.2.b Sacapajas (separación)	25			
2.2.c Espiga mal trillada (cilindro)	14			
Total de Pérdida	125	3.6	90	2.6

Fuente: INTA Manfredi

Aclaración: En caso de que el trigo evaluado tenga un rendimiento mayor a 3.500 kg/ha. las tolerancias en kg/ha no se aumentan o sea que las pérdidas tolerables por cosechadoras máxima seguirá siendo 90 kg/ha. cualquiera sea el rendimiento al igual que sucede para rendimiento inferiores a 3.500 kg/ha.

Descripción de la evaluación

La cosechadora viene equipada de fábrica con sensor de flujo de grano, que en este caso se realiza por medio de una celda de carga ubicada en la parte superior de la noria elevadora de grano limpio, la velocidad es medida por un sensor de vuelta de rueda, el sensor de altura de cabezal entrega la información del momento de inicio y final de cosecha, la consola Data Vision que recibe y procesa toda la información de los sensores visualizándose en la pantalla activa, contando

además con el software Fieldstar, una tarjeta de memoria Flash de 2 Mb de capacidad, y un receptor GPS Garmin conectado a una antena CSI que recibe la corrección diferencial Beacon. En este caso la cosechadora evaluada no contaba con sensor de humedad, el cual será incorporado dentro del equipamiento adicional para Agricultura de Precisión para la cosecha gruesa 2002, debido a la importancia de cuantificar el rendimiento corregido a un valor constante de humedad.



Fig 3: ubicación y detalle del sensor de flujo por celda de carga, acoplado en la parte superior de la noria



Fig 4: GPS Garmin y antena receptora de corrección diferencial CSI.

Fig 5: sensor de altura de cabezal, ubicado en la parte inferior de la cabina y unido al embocador



Adicionalmente la máquina cuenta de fábrica con un sensor de flujo de grano de retorno por placa de impacto, esta información no contribuye al mapa de rendimiento, pero es de suma utilidad para la regulación y control del funcionamiento de la cosechadora (Figura 6).



Fig 6: sensor de flujo de retorno por placa de impacto.

Se comenzó la prueba realizando el control de calibración de distancia, lo cual es posible realizar de dos maneras, a) indicando al monitor el tamaño del neumático delantero, b) a través de distancia medida en el terreno y corroboración de la distancia por el monitor. Esta operación es de suma facilidad presentando además una calibración exacta desde fábrica sin necesidad de modificar el valor original.



Fig 7: consola DataVision de pantalla activa, ubicada dentro del cabina de la cosechadora.

A continuación se programó el ancho de corte de cabezal, ingresando el valor en ancho en metros, indicando un ancho menor de 9,14 m (30 pies), debido a que la media de los operarios no trabaja con el cabezal lleno, en esta versión del programa del monitor está incluida la opción ancho de corte reducida, ajustando el ancho de ingreso de cultivo a la del cabezal para lograr precisión en el mapa cuando se cosechan pasadas menores a las usuales de cabezal lleno. También se programó la altura de corte de cabezal acorde al cultivo y a la forma de operar del maquinista para que al llegar a las puntas del lote el monitor deje de grabar datos de rendimiento. En este caso el monitor graba datos de rendimiento cuando se dan las siguientes condiciones: altura de cabezal por debajo del nivel indicado como corte, funcionamiento de cabezal y sistema de trilla, velocidad superior a 1 km/h, y presencia de señal GPS o DGPS si está indicado en la configuración, sin embargo si se desea cosechar alguna franja extremadamente fina, o diagonales en el caso de cosechar en redondo, que pueden afectar la precisión o estética del mapa, se puede suspender el grabado de datos de rendimiento a través de una función específica en el monitor.

Para comenzar la cosecha se abre una tarea nueva en el monitor, que posteriormente se nombrará en el software de la computadora, en el momento de bajar los datos, indentificando el lote, productor, etc., en la versión posterior del FieldStar para la consola Data Vision se puede nombrar los lotes, productor, etc, directamente en la cosechadora antes de comenzar la cosecha. Otra de las configuraciones necesarias es el intervalo de grabado de datos cuyas opciones van de 1 a 15 segundos, siendo la diferencia la densidad de puntos lograda en el mapa de rendimiento y el tiempo de duración de la tarjeta, con un intervalo de 1 segundo la tarjeta puede almacenar datos de aproximadamente 2 días de cosecha. Una vez comenzada la cosecha se realizó la calibración de peso del sensor de flujo de grano, que se realiza a través de la comparación de una pesada con una balanza de precisión conocida. Para ello se llenaron 3 tolvas de la cosechadora y se descargaron en un carro tolva que fue pesado en la báscula existente en el casco del establecimiento. En la primer pesada el error del monitor fue de 3% por encima del peso real, y con este valor se realizó la calibración, para ello existe un factor de calibración en el monitor que se debe modificar en función del nuevo peso obtenido por la balanza y por el monitor. Una vez calculado el nuevo valor se ingresó y se cosechó nuevamente 3 tolvas de la cosechadora, totalizando aproximadamente 12.000 kg de grano, obteniendo una precisión de la calibración del 1%, de manera sencilla, a través de una sola pesada.



Fig 8: realizando la calibración del sensor de flujo de grano. Se logró una precisión de medición del peso del 1%.

Posteriormente se continuó cosechando a la mitad del flujo de grano utilizado para la calibración, y se controló el peso de una tolva de la máquina en una tolva autodescargable con balanza tipo Pioneer perteneciente a ASP, donde se comprobó una precisión de la medición de flujo de 1,6%. Para controlar el peso parcial dentro del monitor existen dos maneras, a) por diferencia a partir de los kilogramos cosechados en esa tarea antes y después de realizar la cosecha para la pesada (se toma la lectura de los kg cosechados en ese lote antes de comenzar a cosechar la carga de calibración, y una vez terminada la carga se vuelve a timar la lectura, obteniendo el dato por diferencia), b) el monitor presenta como dato los kg de grano que contiene la tolva de la cosechadora, poniéndose en cero cada vez que se descarga la tolva, si sumamos los parciales de cada tolva que fuimos descargando en el carro, obtenemos el dato del monitor para esa cantidad de grano.

El monitor cuenta además con una función para señalar posiciones seleccionadas en el terreno. Estas pueden ser señales transitorias, por ejemplo indicando un obstáculo específico en el terreno, o señales continuas para resaltar ciertas áreas como por ejemplo un sector del lote que sea propenso a inundarse o con presencia de malezas o enfermedades. Se pueden seleccionar hasta ocho señales, y el usuario puede crear sus propios nombres para cada señal, una vez bajados los datos en la PC.

Una vez terminada la cosecha se extrajo la tarjeta del monitor conteniendo la información para confeccionar el mapa de rendimiento. Utilizando una computadora notebook, conteniendo el programa FieldStar, cuya instalación no es directa sino se deben realizar



Fig 9: tarjeta de memoria utilizada para ingresar los datos del monitor a la computadora

algunos pasos que incluyen la generación de una carpeta donde se almacenarán los datos. Esta operación se realiza solo una vez en el momento de la instalación. Para bajar los datos de la tarjeta se debe contar con un lector especial, que solamente provee la firma AGCO, que puede ser conectado a cualquier computadora, de instalación sencilla y de fácil operación. El lector de tarjetas especial junto con el programa FieldStar el programa Surfer, denominado kit de escritorio, se adquieren por separado del equipamiento para mapeo de rendimiento de la cosechadora, debido a que no es poco común que un contratista o productor tenga dos o más cosechadoras de una misma marca y solo necesita un kit de escritorio.

El sistema de mapeo FieldStar puede utilizarse para representar de manera visual los datos recogidos por la cosechadora en el campo. El rendimiento puede visualizarse en forma de mapas de rendimiento, mapas de margen bruto o gráficos de distribución. El mapa de margen bruto permite calcular con el rendimiento los costos del mismo y el precio del cultivo, y luego trazar un mapa. Posee también la función de realizar un mapa que exprese el rendimiento en porcentajes con respecto al rendimiento máximo medido, es decir un mapa de rendimiento normalizado con respecto al máximo valor registrado. De esta manera la escala de valores permanece dentro de un intervalo de 1 a 100%. Otro tipo de mapas que permite confeccionar el programa son los que denomina mapas de índice, en los que se toma el promedio del lote como 100%, y cada valor de rendimiento se expresa como porcentaje del promedio, lo que posibilita comparar el rendimiento de un campo durante varios años, inclusive entre cultivos con diferentes rendimientos promedio. El hecho de que esta operación se realice en forma sencilla y automática en el programa es de suma importancia, debido a que esta es la metodología de análisis recomendada cuando se acumulan datos de rendimiento de diferentes cultivos a través de los años de un mismo lote, o inclusive mapas del mismo cultivo de diferentes años con distintos rendimientos promedio. La distribución de los datos de rendimiento también pueden verse en forma de gráficos de barras o circulares.

Antes de poder crear un mapa de rendimiento se debe ingresar los datos del campo, lote y cultivo. Cuando se lee la tarjeta desde el programa, aparecen en la misma los datos crudos de las distintas tareas iniciadas, se indica un directorio de destino, y una vez abierto el archivo aparece en la pantalla un mapa de puntos con cada dato registrado por la cosechadora. Si el lote se cosecha por primera vez, se debe trazar los límites del lote ya sea a mano o en forma automática a través de una función específica. Posteriormente se debe indicar al programa que procese los datos de rendimiento y de esta forma se pueden visualizar como mapa de rendimiento, de margen bruto, o gráficos de barra o torta.

Una vez confeccionado el mapa de rendimiento se puede determinar sobre el mismo el rendimiento en distintos sectores del lote, editar los rangos y colores de la escala, agregar texto, superponer sobre el mismo las diferentes señales utilizadas y darle un nombre y símbolo distintivo, además se puede editar los valores utilizados para calcular el margen bruto, especificar las predeterminaciones para la confección de gráficos, etc. Todos los datos que utiliza el programa pueden ser exportados, ya sea a una planilla de cálculo a través de archivos ASCII, o a otros programas GIS como por ejemplo:

Farm Works Site y Farm Site, Agris Ag-Link, Red Hen Farm, SST Toolbox

De esta manera se pueden conjugar datos de diferentes fuentes.



Yieldmap [T/ha]

20010001

Farm : Las Oscuras
Field : 23
Field area [ha] : 140
Date : 12/19/01
Area harvested [ha] : 21.8
Crop : Wheat
Variety : -
Avg. yield [T/ha] : 2.7
Min. yield [T/ha] : 1.1
Max. yield [T/ha] : 3.8
Avg. moisture [%] : 0

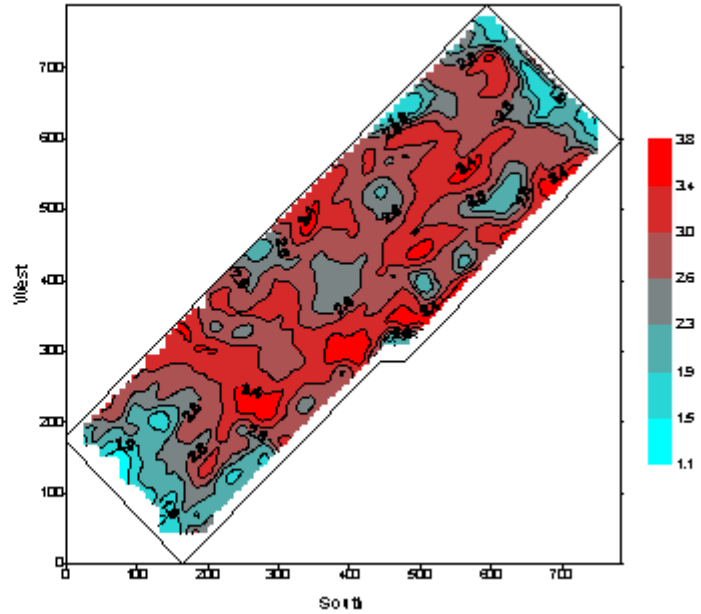


Fig 10: mapa de rendimiento interpolado, con el listado de la información del lote cosechado durante la prueba.



Bar chart

20010001

Farm : Las Oscuras
Field : 23
Field area [ha] : 140
Date : 12/19/01
Crop : Wheat
Variety : -
Avg. yield [T/ha] : 2.7
Min. yield [T/ha] : 1.1
Max. yield [T/ha] : 3.8
Avg. moisture [%] : 0

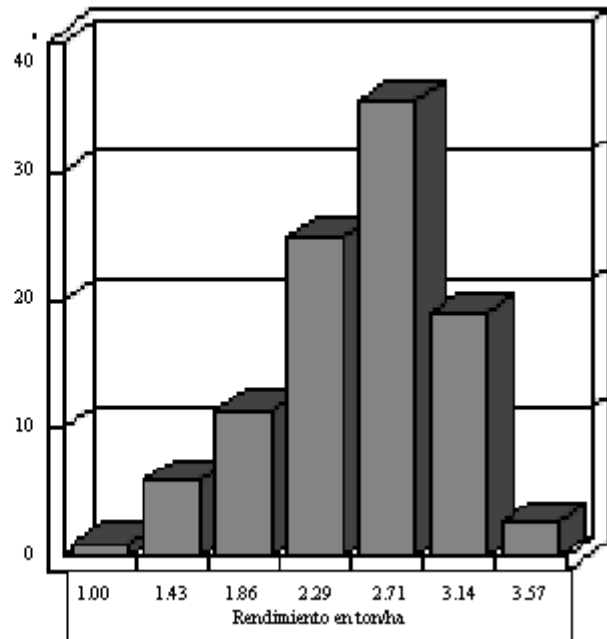


Fig 11: gráfico de barras de frecuencia o de distribución del rendimiento por rangos, del lote cosechado durante la prueba.



Yield index map

20010001

Farm : Las Oscuras
Field : 23
Field area [ha] : 140
Date : 12/19/01
Crop : Wheat
Variety : -
Avg. yield [T/ha] : 2.7
Min. yield [T/ha] : 1.1
Max. yield [T/ha] : 3.8
Avg. moisture [%] : 0

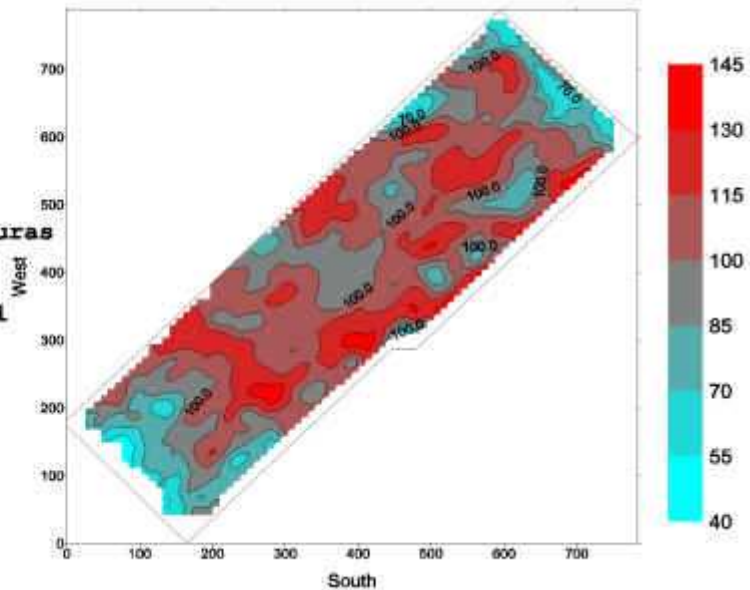


Fig 12: mapa de índice con respecto al promedio del lote, los valores de rendimiento se expresan en forma de porcentaje con respecto a la media.

Resumen y Conclusiones

El monitor de rendimiento FieldStar de AGCO presenta las siguientes características:

- Consola de pantalla activa amigable, de fácil utilización, con una ubicación cómoda y de buena visibilidad dentro de la cabina. La consola muestra toda la información de la cosechadora además de la información del monitor de rendimiento.
- La consola se encuentra en español y en unidades métricas.
- Facilidad de calibración de distancia y de peso, con una sola pesada.
- Buena precisión del sensor de flujo, del orden del 1% para flujos normales y de 1,6% a flujos de grano de la mitad de lo normal (valores que representan una muy buena precisión evaluada, para trigo en las condiciones testeadas).
- Fácil acceso al sensor de flujo para control y limpieza de las aletas.
- El software para la computadora es completo y amigable, permitiendo la confección de mapas de rendimiento, normalizados, de índice, de margen bruto, como así también gráficos de distribución de barras y de torta.
- Destacable utilidad de la confección de mapas de índice con respecto al promedio del lote, de gran utilidad para realizar comparaciones de mapas de rendimiento de diferentes años de un mismo lote. Esto último resulta también útil para adicionar la información de diferentes mapas de un mismo lote y ajustar la precisión de la variabilidad del potencial productivo de cada sitio del lote, para aislar áreas de muestreo de suelo dirigido caracterizando ambientes y analizando la mejor solución agronómica y económica en forma sitio específica.
- Se puede exportar la información a los programas de GIS de uso más común.
- El sensor de humedad será incorporado para la próxima campaña dentro del equipamiento adicional para agricultura de precisión.

- La tarjeta puede ser leída solamente por un lector especial externo.
- La posibilidad de imprimir registros de tareas directamente en la cabina de la cosechadora es de suma utilidad, fundamentalmente para entregar una documentación de lo realizado en cada lote, como por ejemplo la superficie cosechada, el rendimiento medio, fecha, horas trabajadas, y en un futuro la humedad promedio, además de los parámetros recomendado de regulación de la cosechadora, equipamiento ofrecido casi en exclusividad en el mercado.

Aspectos destacables y por mejorar del equipo evaluado

El equipamiento evaluado mostró facilidad de calibración, muy amigable manejo para el operario, muy buena precisión del sensor de flujo de grano en rangos de índice de alimentación de grano normales e inferiores a los normales. Es imposible opinar sobre la permanencia de los valores de precisión de la calibración ya que la evaluación se realizó en un solo día.

Entre los aspectos a mejorar se destaca la falta de sensor de humedad, información necesaria y útil para ajustar el rendimiento real de cada sitio del lote al eliminar la variabilidad de la humedad del grano. Este aspecto será solucionado para la campaña de grano grueso 2002.

El monitor de rendimiento FieldStar reúne todas las posibilidades para trabajar en las condiciones de cosecha de nuestro país, y para generar la información necesaria en Agricultura de Precisión, tanto a nivel de productor como de contratista. El hecho que los mismos vengán instalados de fábrica en las cosechadoras, y que con poca inversión adicional se esté en condiciones de realizar mapas de rendimiento precisos y de utilidad, va a facilitar que los usuarios adopten rápidamente esta tecnología al comenzar a visualizar las utilidades que brinda dicha información.

Participaron de este ensayo: Proyecto Agricultura de Precisión, INTA Manfredi, AGCO Argentina, Establecimiento "Las Oscuras" de Ponto S.A. y ASP.