

## **Alcances y Precisión de los Monitores de Rendimiento**

*Autores: Ing. Agr. MSc. Mario Bragachini,  
Ing. Agr. Axel von Martini,  
Ing. Agr. Andrés Méndez.  
Proyecto Agricultura de Precisión - INTA Manfredi*

### **Comparación entre el monitor de rendimiento y una cosechadora de parcelas para evaluación de ensayos**

#### **INTRODUCCIÓN**

El monitor de rendimiento colocado en las cosechadoras y conectado a un posicionador en tiempo real DGPS, constituye una herramienta que permite crear mapas de rendimiento a color que reflejan la variabilidad espacial de rendimiento en los lotes o bien marcar en forma clara los factores de manejo y su respuesta en el rendimiento.

El mapa de rendimiento es la representación gráfica de una serie de datos geoposicionados de rendimiento y humedad de grano obtenidos mediante la utilización de una cosechadora equipada con monitor de rendimiento y un receptor DGPS.

Una de las aplicaciones inmediatas de la Agricultura de Precisión es la evaluación de ensayos a campo, teniendo en el mapeo de rendimiento una herramienta práctica, rápida y precisa para cosechar, pesar y grabar en forma georreferenciada, en una sola operación, todos los tratamientos y repeticiones realizados. Hasta ahora se indicó que el monitor de rendimiento presentaba una alta precisión en sus datos cuando las parcelas evaluadas fueran de un área no menor a un volumen cosechado de 2500 kg por pesada y en lo posible con no más de 2 entradas y salidas en la pesada o ensayo.

#### **OBJETIVO**

Evaluar la prestación del monitor de rendimiento con posicionamiento satelital a nivel de parcelas.

#### **OBJETIVO PARCIAL**

Encontrar los tamaños mínimos de parcela de acuerdo a los cultivos cosechados donde el mapa de rendimiento pueda entregar datos precisos para investigar factores de rendimiento.

Ajustar el consejo de extensión sobre el uso de la metodología de evaluación georreferenciada de rendimiento a nivel de ensayo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar la precisión del monitor de rendimiento se utilizó en el INTA Manfredi un ensayo de fertilización en trigo de secano sobre maíz en siembra directa.

Con anterioridad a la siembra se realizaron franjas de fertilización de 18,9 m de ancho, con una fertilizadora incorporadora de fertilizante líquido, en sentido transversal al de siembra. Los tratamientos fueron: 130 kg/ha de UAN; 100 kg/ha de Tiosulfato + UAN; 100 kg/ha de FDA + UAN y una franja testigo sin fertilización. Se utilizó UAN para igualar el contenido de Nitrógeno entre tratamientos. La siembra se realizó el día 24/6/99, con una sembradora Agrometal MX 23-21, con una densidad de siembra de 150 kg/ha y una fertilización de arranque de 100 kg/ha de Fosfato Diamónico. La variedad utilizada fué ProINTA Granar. En el momento de la siembra se dejó una franja de 19 m de ancho sin fertilización de arranque, cruzando las franjas realizadas anteriormente, formando un cuadrículado. Todos los tratamientos fueron georrefenciados con GPS.

En la cosecha se tomó una muestra de 18,9 m<sup>2</sup> de cada parcela con una minicosechadora Wintesteiger Elite de 1,3 m de ancho de corte cosechando 15 m de cada parcela, dejando 2 metros en cada extremo sin evaluar para evitar el efecto bordura entre tratamientos de fertilización. A continuación se cosecharon todas las parcelas en forma pareja con una cosechadora Don Roque 125 con cabezal Stripper Mainero de 17,5 pies de ancho, monitor de rendimiento AgLeader y un GPS Trimble 132 corregido mediante señal Beacon, trabajando a 8 km/h con un flujo de grano de 10 ton/h.

Una vez confeccionado el mapa de rendimiento, se superpusieron las parcelas marcadas con el GPS y se añadió a un lado de la franja de Fósforo cero, una franja de 19 m de ancho, que implica el tratamiento de 100 kg/ha de fosfato diamónico a la siembra. A continuación se promedió la cuadrícula resultante sobre el mapa de rendimiento y se obtuvo el valor de rendimiento seco para cada parcela. Estos valores se compararon con los obtenidos mediante la cosechadora de parcelas con la corrección de humedad.



Fig. 8: Cosechadora de parcelas vs Don Roque cosechando ensayos

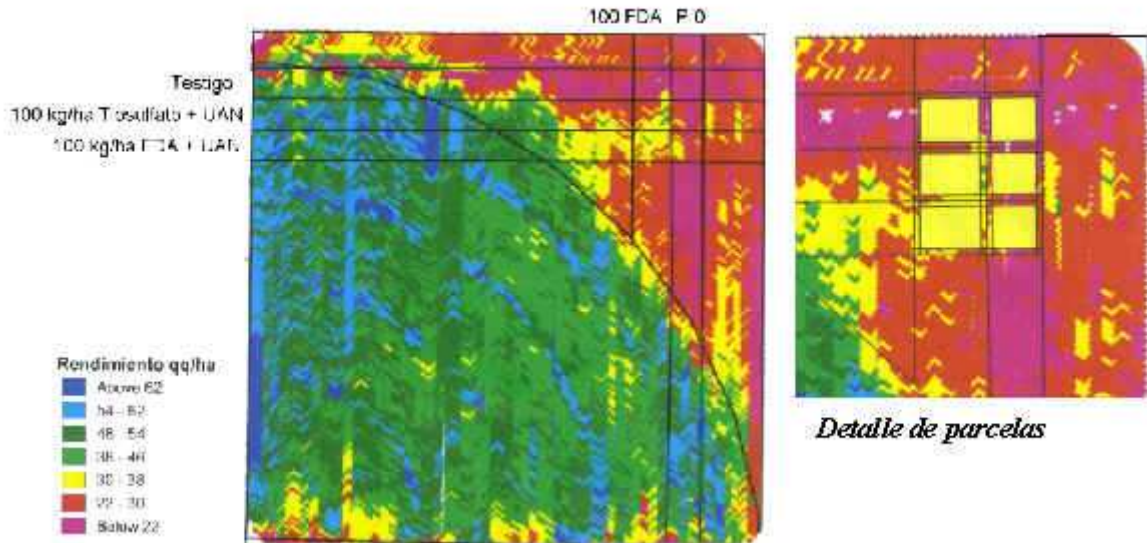


Fig. 9: Mapa de rendimiento del lote del ensayo con las parcelas de los distintos tratamientos.

## RESULTADOS

Se utilizó como patrón de comparación a la cosechadora de parcelas por ser la metodología más difundida y aceptada para evaluar ensayos en parcelas pequeñas, sin embargo los resultados arrojados por ésta contienen un error intrínseco debido al tamaño y ubicación de la muestra que se toma dentro de la parcela. A diferencia, el monitor de rendimiento pesa la población.

### Resultados obtenidos por la cosechadora de parcelas para cada tratamiento.

	Franja con 100 kg/ha FDA	Franja de P 0
Testigo	2119	1699
Tiosulfato de amonio	2703	2658
Fósforo	3053	2718

Valores de rendimiento en kg/ha corregidos a 14 % de humedad

### Resultados obtenidos del mapa de rendimiento para cada tratamiento.

	Franja con 100 kg/ha FDA	Franja de P 0
--	--------------------------	---------------

Testigo	1716	1396
Tiosulfato de amonio	2913	2767
Fósforo	3116	2957

Valores de rendimiento en kg/ha corregidos a 14 % de humedad

**Diferencia en porcentaje entre el dato recogido por el monitor y el de la cosechadora de parcelas.**

	100 FDA	P 0
Testigo	19%	18%
Tiosulfato de amonio	-8%	-4%
Fósforo	-2%	-9%

Para realizar esta comparación se tomó, en el mapa de rendimiento, la parte central de la parcela, dejando 2 metros de bordura hacia los cuatro límites de la parcela. Ver figura.

El nitrógeno fue aplicado como UAN (32% de N en peso), el fósforo como Fosfato Diamónico (18-46-0) y el azufre como Tiosulfato de amonio líquido (12-0-0-26S)

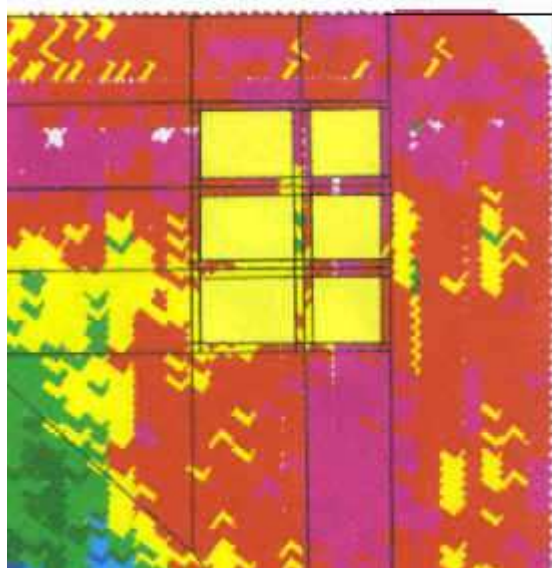


Fig. 10: Parcelas superpuestas en el mapa de rendimiento

Cuando se sembraron los ensayos se marcaron los puntos que determinaban los límites de las parcelas con el programa Farm Site Mobile (FSM) que se conecta al GPS que le da la georreferencia-ción, posteriormente se pasan estos puntos al programa Farm Works (FW) para poder graficar las líneas divisorias de cada parcela, lo cual no se puede hacer en el (FSM).

Durante la cosecha se guardan los datos geoposicionados en la tarjeta PCMCIA que se encuentra en el monitor de rendimiento. Para luego de cosechar, bajar los datos de la tarjeta a una PC que tiene el programa (FW) y realizar el mapa de rendimiento.

Lo cual permite superponer el mapa de líneas sobre el de rendimiento para poder determinar los rendimientos de cada parcela a comparar.

## **CONCLUSIONES**

### **Agricultura de Precisión**

Los datos extraídos a partir del mapa de rendimiento de cada parcela cotejados con la muestra de 18,9 m<sup>2</sup> extraídos con la cosechadora de parcelas arrojaron una diferencia promedio de 10%, indicando una buena precisión del mapa de rendimiento aún en parcelas de este tamaño. Cabe destacar que la diferencia entre los dos sistemas es solo de 5,75% si se descartan las parcelas que dan sobre la cabecera, independizándose de esta forma del error de entrada y salida de la cosechadora. Cuando la cosechadora se va llenando a medida que comienza una nueva pasada y se va vaciando cuando la termina, el monitor incurre en errores pequeños tanto en la medición de flujo como en el tiempo de retardo, lo que se puede observar en los resultados del ensayo en la magnitud de la diferencia entre las parcelas que están sobre la cabecera y las que la cosechadora atravesó con un flujo normal de grano. A partir de lo antes mencionado concluimos que cuando se realicen tratamientos en sentido transversal al de cosecha, estos deben estar por lo menos a 40 m de la cabecera, para que la máquina ingrese y egrese de la parcela con un flujo estabilizado de grano.

Desde el punto de vista agronómico queda demostrada la utilidad de esta herramienta (monitor de rendimiento) para evaluar ensayos a campo georreferenciados aún en parcelas de hasta 357 m<sup>2</sup>, siempre que la cosechadora entre y salga llena de la parcela, teniendo ubicadas espacialmente las coordenadas de la parcela con anterioridad.

### **Respuesta a la fertilización**

Si bien el objetivo del trabajo no es concluir sobre la respuesta a la fertilización se expresan los resultados agronómicos obtenidos sin que ello signifique más que una experiencia particular de fertilización en trigo en seco.

Agua Inicial	<b>180,4 mm</b>
Lluvias Efectivas durante el ciclo	<b>248,6 mm</b>
Agua Final	<b>80,3 mm</b>
Agua Consumida por el cultivo	<b>348,7 mm</b>

En el siguiente cuadro se sintetizan las características del suelo en el sector donde se realizó el ensayo.

	<b>0- 20</b>	<b>20- 40</b>
<b>Materia Orgánica %</b>	1,45	1,07
<b>Nitrógeno total</b>	0,088	0,071
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (ppm)</b>	2,5	2,0
<b>P Bray (ppm)</b>	17	10
<b>S soluble (ppm)</b>	3,5	2,5

Si bien a la siembra había un buen contenido de agua en el suelo, la lluvias durante el ciclo fueron escasas y limitaron los rendimientos. Desde la siembra (24 de Junio) hasta el 25 de Octubre solo se registraron 54 mm.

Aún con esa limitante se destacó el efecto combinado de la aplicación de fósforo y nitrógeno. En cuanto al azufre aunque no se obtuvo un aumento significativo del rendimiento se evaluará el posible efecto residual en el próximo cultivo de soja que presenta mayor probabilidad de respuesta a este nutriente. En la dosis de alto fósforo se espera un efecto de resi-dualidad inclusive mayor que para el azufre.

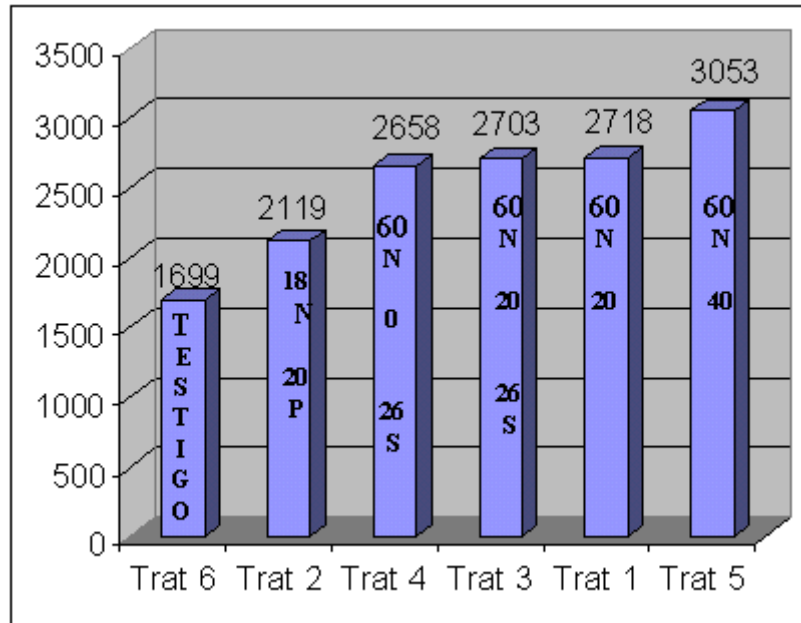


Fig. 11: Cuadro resumen de los resultados obtenidos con la minicosechadora

Si bien económicamente algunos tratamientos de fertilización no tuvieron un gran impacto, si hubo diferencias de rendimiento, lo que implica un mayor volumen de rastrojo, mejorando la cobertura con todos los beneficios que ello acarrea. Mil kilogramos por hectárea adicionales de rendimiento significan aproximadamente 800 kg/ha más de rastrojo.