

Evaluación de Respuesta Sitio Específico de dos Espaciamiento entre Hileras en Soja de 2º sobre Trigo

*Autores: Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini ⁽¹⁾, Ing. Agr. Andrés Méndez⁽¹⁾, Ing. Agr. Axel von Martini⁽¹⁾
Ing. Agr. Mario Tula ⁽²⁾*

⁽¹⁾ Integrantes del Proyecto Agricultura de Precisión, INTA Manfredi.

⁽²⁾ Técnico con pasantía en el Proyecto Agricultura de Precisión.

El manejo sitio específico (MSE) consiste en tratar áreas menores dentro de lotes de una manera distinta a la que se manejaría el lote entero. El MSE reconoce e identifica variaciones en tipo de suelo, textura, color, ubicación en el relieve y productividad de los lotes (mapas de rendimiento), luego trata esa variabilidad en una escala menor que en las prácticas normales. Incluye recolectar interpretar y manejar gran cantidad de datos agronómicos detallados, de lugares precisos en los lotes en un intento de ajustar y mejorar la eficiencia productiva de los cultivos.

Con el objetivo de evaluar el comportamiento del espaciamiento entre hileras en 2 ambientes muy diferentes en soja de 2º sobre trigo, se diseñó un ensayo en la campaña 2000 / 2001 en el campo de la Universidad Católica de Córdoba , Manfredi. Para tal fin se eligió un lote con variabilidad conocida por mapas de rendimiento anteriores, presentando suelo serie Oncativo en las lomas y serie Manfredi en los bajos.

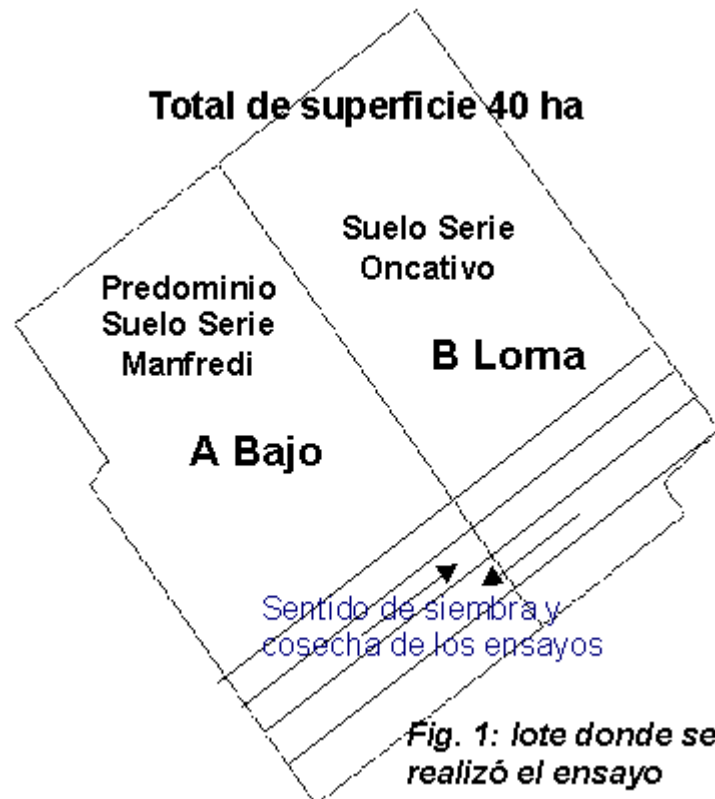


Fig. 1: lote donde se realizó el ensayo

La serie de suelo Manfredi (zona A) son suelos ligeramente cóncavos (bajos suaves) bien drenados, profundos, de textura franco limosa, con horizonte superficial de buen espesor, bien provistos de M.O 2,9% y bien estructurados. El subsuelo (horizonte B2) presenta enriquecimiento de arcillas no muy marcados.

La napa freática se mantiene profunda, por lo que está libre de sales y álcalis. En general poseen buena retención de agua, pH neutro y un contenido de fósforo suficiente para no constituirse en limitante del rendimiento para soja.

La serie de suelo Oncativo (zona B) son suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre material franco limoso que ocupan las lomas casi planas. El suelo superior es de menor espesor que la serie Manfredi, regularmente provisto de M.O 1,9%, no presenta limitantes de fósforo para el cultivo de soja y la reacción en todo el perfil es ligeramente ácida a neutra.

Resumen de las 2 series de suelo:

Serie Manfredi (suelo A): Mayor % de M.O, más profundidad del horizonte A, mayor retención hídrica y mayor potencial de rendimiento para los cultivos (bajos fértiles).

Serie Oncativo (suelo B): Menor % de M.O, menor profundidad del horizonte A, menor retención hídrica y menor potencial de rendimiento para los cultivos (lomas con cierta degradación).

El lote utilizado posee características de manejo de 7 años de siembra directa continua en secuencia de cultivo maíz y soja con predominio del cultivo de soja; en la campaña 2000 se sembró un trigo en directa sobre diferentes cultivos antecesores lo que representaba la mitad del lote sembrado con soja y la mitad con maíz cruzando la variabilidad del suelo en forma perpendicular; el rendimiento promedio del trigo fue de 2.560 Kg/ha con una variación sitio específica del rendimiento de 2.680 kg/ha en el bajo (sector A) y 2.570 kg/ha en la loma (sector B).

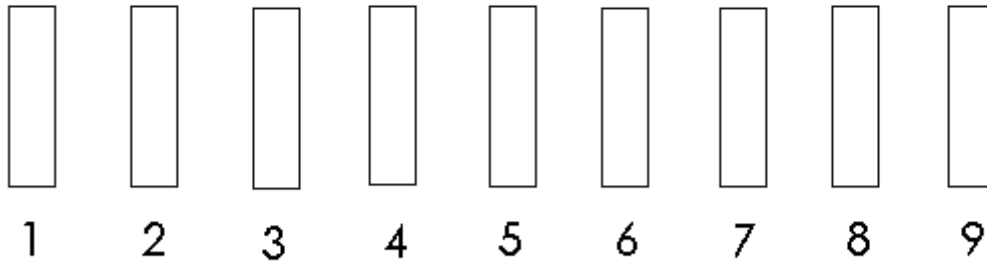
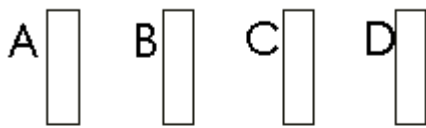
Posteriormente a la cosecha del trigo el día 18 de Diciembre del 2000 se sembró la soja de 2º siguiendo un diseño de ensayo de dos densidades, dos espaciamentos y dos cultivares.

La novedad del ensayo consistió en utilizar la mitad derecha de la sembradora con 52.5 cm de espaciamento entre hileras y en la mitad izquierda se utilizó otro cuerpo sembrador quedando a 26 cm de espaciamento entre hileras, lo que dejó franjas de 5,2 y 4,2 m a 26 y 52,5 cm respectivamente entre ida y vuelta de la máquina. Aclaración: la desigualdad del ancho de franja se debe a que la sembradora utilizada fue número impar (9 surcos).

Este diseño de siembra fue posible dado que la sembradora posee doble caja de cambios en los distribuidores de semilla que están a 52.5 cm (independizándose la variación de la distribución de semillas para la mitad de la sembradora) lo que posibilita bajar la densidad de siembra a la mitad en el lado derecho, siendo igualada la densidad de siembra mediante un distribuidor chevrón de fertilización que alimentaban los trenes de siembra que se agregaron para lograr sembrar a 26 cm de distancia entre hileras. Estos cuerpos agregados consisten en un doble disco con rueda limitadora tapadora (ver esquema de sembradora dividida con diferentes distanciamientos entre hileras).

Esquema de la sembradora y su configuración

A, B, C y D distribuidores a chorrillo con la mitad de la densidad de siembra por hectárea.



1, 2, 3, 4 y 5 distribuidores neumáticos que siembran con la mitad de la densidad de siembra.

Ida y vuelta de sembradora:
Deja franjas de 5,2 m de ancho con espaciamento de 26 cm entre hileras y de 4,2 m a 52,5 cm.
Las franjas apareadas de diferente espaciamento entre hileras e idéntica densidad de plantas/ha fueron cosechadas con monitor de rendimiento y analizadas por sitio.

6, 7, 8 y 9 distribuidores neumáticos que siembran a dosis completa y a 52,5 cm de distancia entre cuerpos.

Si bien en este tipo de ensayo se evaluó solamente el espaciamento entre hileras del cultivo de soja, con este tipo de diseño de ensayo con sembradora dividida y testigo apareado muy utilizado en EE.UU se pueden evaluar otros factores de manejo como por ejemplo:

- Diferentes cultivares.
- Distintas densidades de un mismo cultivar.
- Tipo de fertilizante.
- Dosis de fertilizante.
- Posicionamiento del fertilizante.
- Profundidades de siembra.
- Espaciamento entre hileras.
- Inoculantes.
- Curasemillas, etc.

El sentido de siembra elegido siempre será cruzando la variabilidad natural e inducida de los lotes, con posterior análisis sitio específico, aconsejándose siempre realizar no menos de 3 repeticiones de cada tratamiento.

Sembradora utilizada y su equipamiento para realizar la siembra a 26 y 52,5 cm



Fig. 2: Sembradora inteligente Agrometal Mega TX 9/52,5 que puede variar independientemente la densidad de siembra para la mitad de los cuerpos (o sea 4 cuerpos trabajan con una densidad y 5 cuerpos con otra).



Fig. 3: Disposición de los cuerpos entre líneas (26 cm) en la mitad derecha.



Fig. 4: Detalle del cuerpo fertilizador que se utilizó para sembrar la soja a 26 cm.

Descripción de los tratamientos evaluados con 3 repeticiones

Las franjas de 5,2 y 4,2 m fueron cosechadas con monitor de rendimiento con posicionamiento satelital. Cosechadora John Deere 1175 con monitor de rendimiento Ag Leader 2000, GPS CSI y señal Beacon. Todos los tratamientos fueron repetidos 3 veces, o sea que los resultados expresados son promedios de 3 repeticiones. Aclaración: es pertinente señalar que el ancho del cabezal de la cosechadora fue de 7 m, utilizando solamente un ancho efectivo de 5,2 m y 4,2 m al cosechar las diferentes parcelas que se sembraron apareadas pero que se cosecharon en forma separada. El ancho real de cada parcela fue corregido en el monitor de rendimiento al ingresar a cada una de las 6 parcelas de cada tratamiento para no afectar el área real de cosecha y por ende el rendimiento.

Otra aclaración es que el monitor de rendimiento previo a la cosecha del ensayo fue calibrado a diferentes flujos de ingreso de grano, presentando un error de pesada menor al 1% con respecto a una tolva balanza.



Fig 5. Cosechadora con Monitor de Rendimiento y GPS



Fig. 6. Monitor de Rendimiento



Fig. 7. Tarjetas PCMCIA

Se utilizó el programa Farm Works para confeccionar el mapa de rendimiento y analizar los datos de manera sitio específica.

Cultivar DM 4800 RR GM 4.5 indeterminado

Densidad baja 52 cm (350.000 pl/ha)

26 cm (350.000 pl/ha)

Densidad alta 52 cm (500.000 pl/ha)

26 cm (500.000 pl/ha)

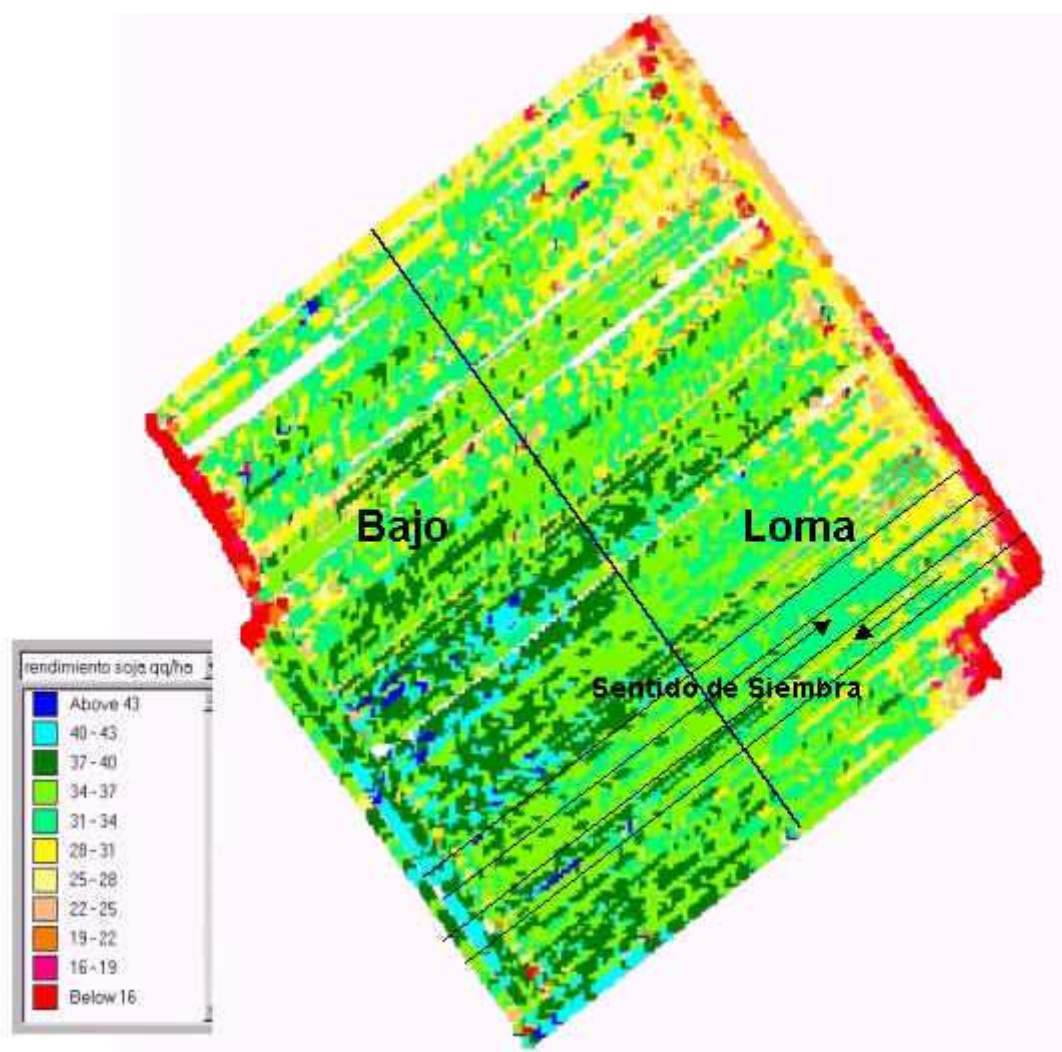
Cultivar Nidera A 6445 RG GM 6.3 determinado

Densidad alta 52 cm (390.000 pl/ha)

26 cm (520.000 pl/ha)

Como se puede observar las plantas logradas para las dos densidades (alta y baja) se pudieron lograr con exactitud solo en el cultivar Don Mario 4800 RR, siendo esos tratamientos los realmente comparables en cuanto a la respuesta sitio específica y a la variación de espaciamiento entre hileras, en cambio los otros dos tratamientos con el cultivar Nidera A 6445 RG deben ser considerados como tendencia al no coincidir la densidad de siembra, factor que como se sabe posee poca incidencia en el rendimiento pero que en este cultivar del ensayo introduce ruido en la calidad de la información.

Mapa de Rendimiento Campo Experimental UCC Soja 2° Campaña 2001



Metodología sembradora dividida con diferente espaciamiento entre hileras

Soja de 2° sobre trigo campaña 00/01

Fecha de siembra 18/12/00

Mitad de sembradora a 26 cm y mitad a 52,5 cm, 2 variedades, 2 espaciamientos, 2 densidades y 3 repeticiones.

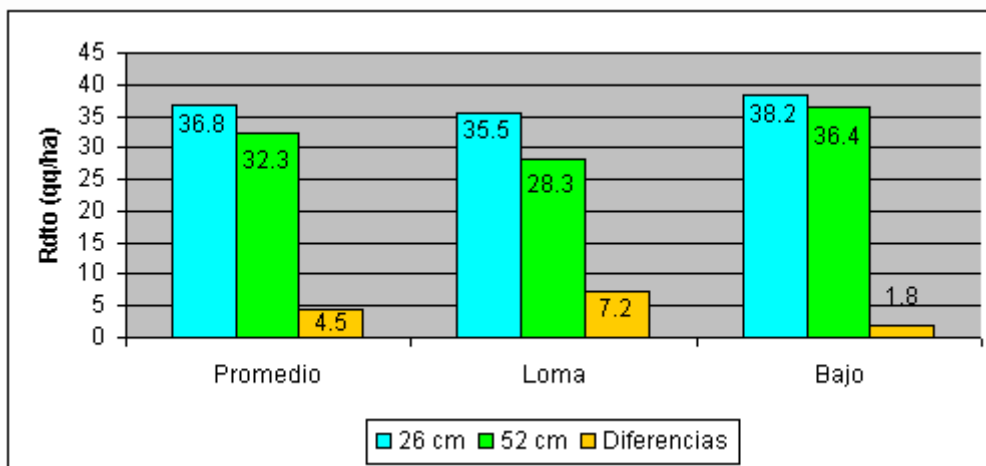


Fig. 8: vista de las franjas del ensayo en estado de cosecha.

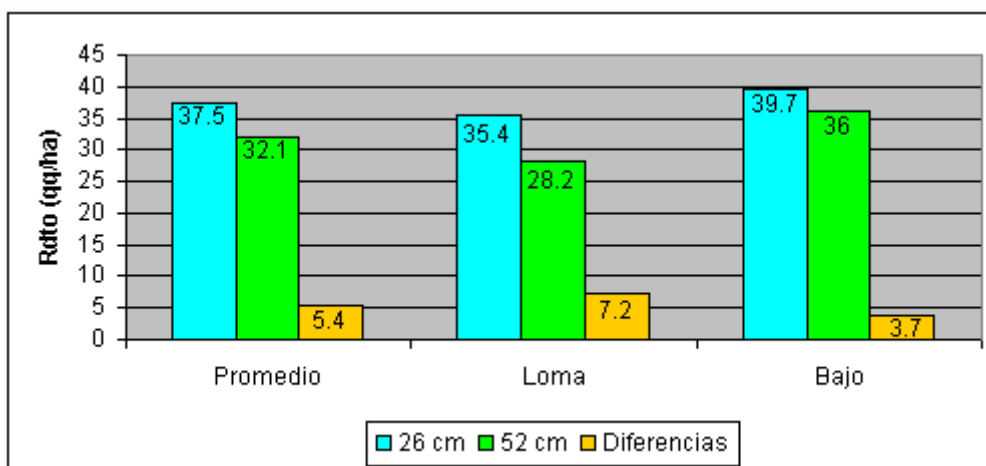
Don Mario 4800 RR grupo 4,5 indeterminada		
Baja densidad x: 350.000 plantas/ha		
26 cm	3680 kg/ha	Diferencia: 450 kg/ha
52 cm	3230 kg/ha	
Alta densidad x: 500.000 plantas/ha		
26 cm	3750 kg/ha	Diferencia: 540 kg/ha
52 cm	3210 kg/ha	

Nidera A 6445 RG grupo 6,3 determinada		
Alta densidad		
26 cm (520.000 pl/ha)	3720 kg/ha	Diferencia: 520 kg/ha
52 cm (390.000 pl/ha)	3200 kg/ha	

Análisis de resultados de respuesta al espaciamiento entre hileras por ambiente (*diferentes densidades y espaciamiento*)



Variedad Don Mario 4800 RR, densidad 350.000 pl/ha



Análisis de resultados del cultivar DM 4800 RR:

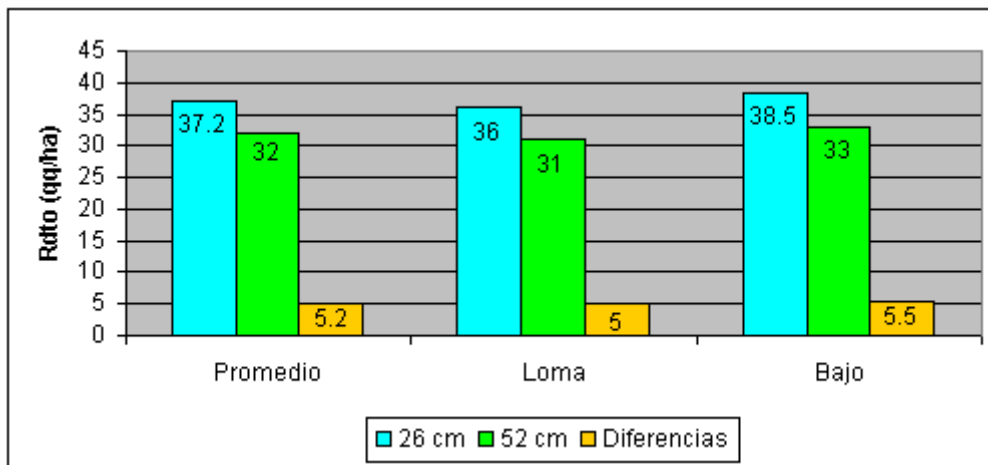
No se expresaron diferencias de rendimiento por densidad de siembra (350.000 vs 500.000 pl/ha).

Las diferencias promedio entre 26 y 52,5 cm fueron de 4,5 qq/ha para la densidad baja y 5,4 qq/ha para densidad alta (las pequeñas diferencias entre densidades puede adjudicarse a la ubicación del tratamiento dentro del lote).

Se acentuaron las diferencias cuando se analizaron los tratamientos sitio específico, observando mayores diferencias a favor de la siembra a 26 cm en la loma (7,2 qq/ha en ambas densidades) mientras que en el ambiente de bajo las diferencias fueron menores (1,8 qq/ha densidad baja y 3,7 qq/ha densidad alta).

Variedad Nidera A 6445 RG
Densidad

52 cm: 390.000 pl/ha
26 cm: 520.000 pl/ha



Análisis de resultados del cultivar Nidera A 6445 RG:

En este cultivar las diferencias promedio entre 26 y 52,5 cm fueron de 5,2 qq/ha a favor de 26, no observando en este caso diferencias sitio específico importantes.

Conclusiones:

De los resultados se puede inferir que la mayor diferencia de rendimiento (720 kg/ha) a favor del espaciamiento a 26 cm con respecto a 52,5 cm se produjo con la variedad DM 4800 RR con grupo de madurez 4.5 y una arquitectura de planta con menor ramificación lateral. **En los ambientes de loma de menor crecimiento vegetativo, el espaciamiento de 52.5 cm no logró buena eficiencia de intercepción de la radiación perdiendo potencial de rendimiento.**

También se observa que el efecto densidad no alteró la diferencia a favor de la siembra a 26 cm en el ambiente de lomas manteniéndose en 720 kg/ha.

En el ensayo también se marca la tendencia que al cambiar la variedad por otra de mayor plasticidad de compensación por mayor crecimiento vegetativo y ramificación lateral como la Nidera A 6445 las diferencias a favor del distanciamiento más estrecho se mantuvieron similares en promedio; pero con menor variación entre ambientes. Esta franja del ensayo carece de exactitud para el análisis dado que como se puede ver por problema de diferenciación de tamaño de semilla y algunos problemas mecánicos, las plantas logradas en ambos espaciamientos no fueron exactamente iguales en este cultivar.

También es pertinente aclarar que dada la diferencia entre ambientes donde se ubican las 3 repeticiones de cada uno de los 3 tratamientos solo resultan comparable entre sí el efecto espaciamiento entre hileras, dado que el efecto ambiente fue eliminado al presentar los datos promedio de 3 parcelas apareadas lo que le da una gran validez al resultado (los datos representan el 100% de la población del ensayo). También se puede ver en el anexo 1 de análisis estadísticos de los datos obtenidos del mapa de rendimiento que los coeficientes de variación y el desvío estándar de los datos de los 3 tratamientos analizados se mantienen

muy bajos, lo que le otorga alta confiabilidad a los resultados promedio analizados en las conclusiones.

Las herramientas de Agricultura de Precisión como el monitoreo de rendimiento satelital posibilitaron realizar evaluaciones sitio específico de un factor de manejo muy importante como es el espaciamiento entre hileras de soja y su respuesta muy diferente según los ambientes "bajos con mayor potencial y lomas con menor potencial de crecimiento vegetativo y por ende con alta incidencia en el rendimiento.

La Agricultura de Precisión en este caso posibilitó obtener datos valiosos para un factor de manejo como el espaciamiento entre hileras de soja con respuesta sitio específico muy contrastantes del lote, mejorando la base del conocimiento para realizar ajustes de manejo en ese lote o en otros de similares características de variabilidad de ambientes.

Por consiguiente las evaluaciones teniendo en cuenta solo los promedios hubiesen indicado diferencias a favor del menor distanciamiento entre hileras en DM 4800 RR en las dos densidades, baja 4,5 qq/ha y alta 5,4 qq/ha respectivamente, pero el análisis por ambiente que posibilitó el mapa de rendimiento, nos permite ver con claridad la mayor respuesta en los ambientes de menor potencial (lomas) donde la diferencia llegó a superar el 20% esto enriquece el diagnóstico y clarifica las decisiones del productor en el futuro en cuanto a los espaciamientos y a los ambientes.

Muchos productores poseen sembradoras de grano fino y grano grueso, o bien de grano grueso con fertilización pudiendo optar por la siembra a 26 cm. Estos resultados dentro de un establecimiento contribuyen a la toma de decisiones correctas durante la siembra con 2 máquinas, de fino a 26 cm y de grueso a 52,5 cm debiendo utilizar la sembradora de grano fino en los ambientes de menor potencial productivo y la de grueso en los de mayor potencial productivo. Esta decisión será más beneficiosa a medida que se retrase la fecha de siembra de soja de 2º y el cultivar sea de grupo de maduración más corto.

Al analizar estos resultados es oportuno destacar que los diferentes cultivares y tratamientos fueron evaluados en cuanto a sanidad del cultivo por el Ing. Héctor Baigorri de INTA Marcos Juárez, no observando diferencia de presencia de enfermedad importantes entre variedades, densidad y espaciamiento, factor a tener en cuenta para otras fechas de siembra y otras características climáticas a las evaluadas.

La Agricultura de Precisión permite recolectar, interpretar y manejar gran cantidad de datos agronómicos detallados de los propios ambientes donde se ejecutarán los cambios evolutivos de manejo.

Reflexiones finales:

El monitor de rendimiento es una herramienta que se complementa muy bien con la metodología de ensayo de sembradora dividida y que bien utilizada posibilita obtener buena y abundante información a bajo costo ofreciendo ventajas comparativas para el productor que las posee y ajusta año a año el diagnóstico y manejo de los diferentes ambientes dentro de sus lotes, abandonando el concepto de manejo integral (promedio) del establecimiento, para comenzar a manejarlo como la sumatoria de pequeñas unidades con requerimientos de insumos y

respuesta sitio específico muy diferente, posibilitando acercarse al anhelo de todo productor de contar con la mejor información que le permita colocar la cantidad de insumos apropiados en el lugar ideal, en el momento oportuno y de la manera más eficiente posible.

Si bien el ensayo nos posibilitó aportar un buen dato agronómico con la información de respuesta a diferente espaciamiento entre hileras de soja de 2º, los autores valoran la validación de la utilidad práctica de la metodología de siembra de ensayos con sembradora dividida, cosecha con monitor de rendimiento y análisis de la información con software específico.

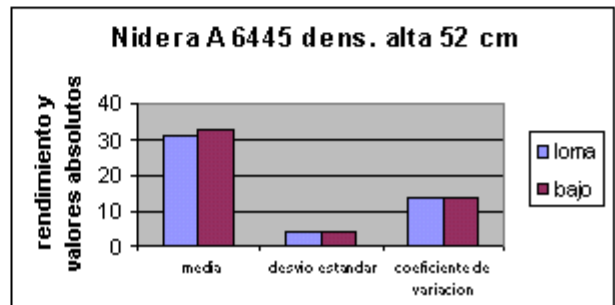
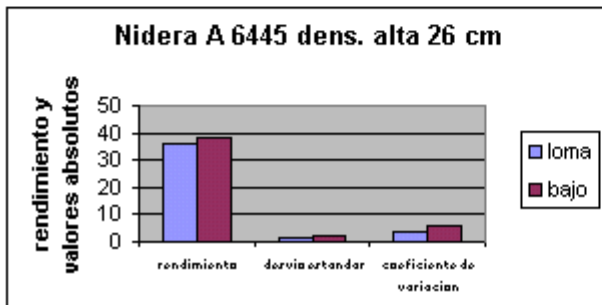
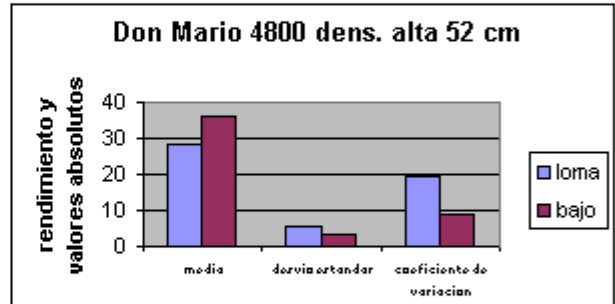
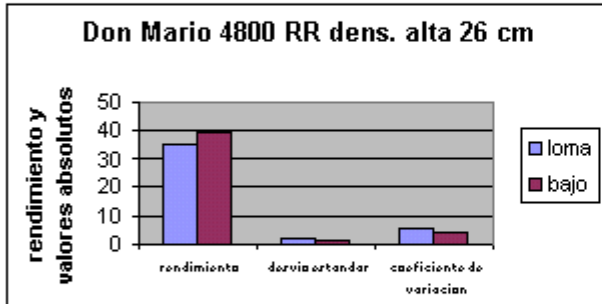
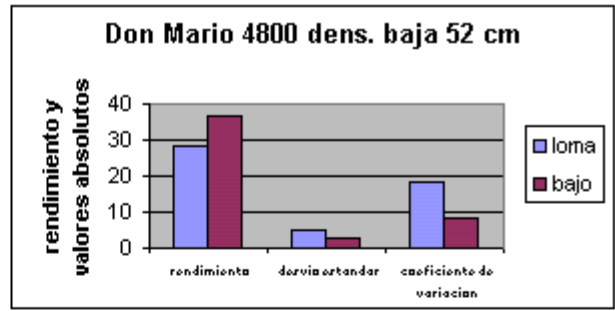
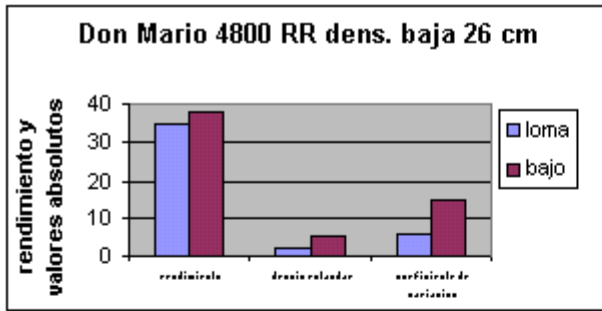
La Agricultura debe ser un negocio rentable con sostenibilidad del ambiente productivo y estas nuevas herramientas tecnológicas deben ser utilizadas en un país que pretende ser competitivo.

Los autores agradecen a la empresa Agrometal por haber cedido la Sembradora Inteligente con las modificaciones necesarias para el ensayo, a las empresas D&E y Tecnocampo por la colaboración en el funcionamiento electrónico de los elementos de confección de mapas de rendimiento, al Ing. Andrés Revol coordinador del Campo Experimental de la Universidad Católica de Córdoba, al Sr. Miguel Gómez propietario de la cosechadora con monitor de rendimiento y GPS, al Ing. Héctor Baigorri de INTA Marcos Juárez evaluador de la sanidad de los diferentes tratamientos y al Ing Agr Daniel Igarzábal encargado de la coordinación de campo del convenio INTA/ UCC/ Sembrando y responsable de todo el cuidado entomológico del cultivo.

El lote donde se realizó el ensayo forma parte del convenio Universidad Católica de Córdoba (Facultad de Agronomía), programa televisivo Sembrando TV y el Proyecto Agricultura de Precisión INTA Manfredi y fue mostrado en una jornada con alta convocatoria el 27/4/2001.

Proyecto Agricultura de Precisión
EEA INTA Manfredi, Ruta 9 km 636, Manfredi (5988), Pcia. de Córdoba
TE: 03572 493039 / 53 / 58 / 61, e-mail: agprecision@correo.inta.gov.ar ,
Página web: <http://www.agriculturadeprecision.org/>

Anexo 1: Análisis Estadísticos



Bibliografía

- Terry Roberts, Manejo Sitio Específico de Nutrientes – Avances en Aplicaciones con Dosis Variable, Manual de Agricultura de Precisión, INTA Manfredi.
- Bragachini, von Martini, Mendez, Agricultura de Precisión, Manual del 3 Curso de Agricultura de Precisión, Onctavo, Julio 2001.
- Split Planter Trial Method, www.pioneer.com/usa/technology/presup.htm