

# Manejo del cultivo de soja en el centro-norte de Córdoba, Argentina

Toledo R. E. <sup>(1)</sup>, Rubiolo O. J. <sup>(2)</sup>

(1) Asesor privado (2) Cereales y Oleaginosas, FCA-UNC.

## INTRODUCCIÓN

La selección y combinación de fecha de siembra (FS) y grupo de madurez (GM) es la principal herramienta en la elección del cultivar de soja, y define las prácticas de manejo adecuadas en la búsqueda y obtención de los máximos rendimientos. Figura 1

Figura 1:

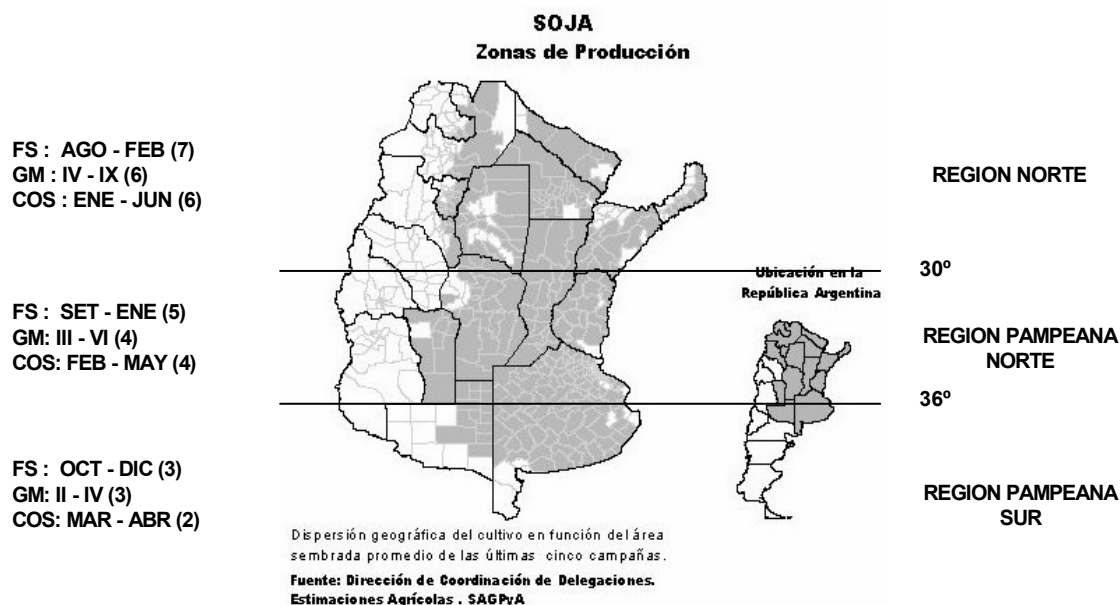


La soja debe sembrarse en una fecha donde el período crítico para la determinación del rendimiento ocurra en condiciones ambientales favorables. Para ajustar el momento de ocurrencia de dicho período, el productor cuenta con dos elementos claves: el ciclo de la variedad y la fecha de siembra (Andrade y Cirilo, 2000) Previo a la elección de estos elementos es necesario caracterizar el ambiente productivo, ya que definen el crecimiento futuro de las plantas y determina cuales son los GM que mejor se adaptan a cada sistema de producción. Los GM reúnen variedades con similar duración de la etapa siembra-inicio de floración y con respuestas de temperatura y de fotoperíodo similares, aunque dentro de cada grupo se encuentren comportamientos diferenciados. (Kantolic et al. , 2004)

En función del período libre de heladas, Argentina se divide en tres zonas productivas donde se siembran, los GM denominados bajos: II al IV de HC indeterminado y los GM denominados altos (adaptados a ambientes de baja productividad): V de HC indeterminado (ciclo corto) y de HC determinado (ciclo largo) y los VI a IX de HC determinado; actualmente se está disponiendo de cultivares de GM altos con HC indeterminado (el GM V es el que se destaca). Dentro de los GM VIII y IX algunas variedades presentan gen de juvenilidad (prolonga la etapa vegetativa retrasando la floración, lográndose mayor altura de planta)

El ambiente de la región (calidad ambiental media) permite la siembra de variedades de GM IV, principalmente los de ciclo largo, GM V (HC indeterminado y determinado) (Baigorri, 2002) (Figura 2)

Figura 2:



Regiones de producción, fechas de siembra (FS), grupos de madurez utilizados (GM) y período de cosecha (COS)

## MATERIALES Y MÉTODOS

La herramienta utilizada para establecer las pautas de manejo del cultivo en la región son los resultados obtenidos a partir de macroparcelas (3 repeticiones) sembradas en las campañas del 2000/01 y 2001/02 en campos de productores del centro-norte de Córdoba, y de microparcelas (3 repeticiones) sembradas en las campañas 2002/03 al 2004/05 en el campo escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC (31°19'LS, 64°13'LV), en el marco del proyecto "Potencialidad productiva y calidad industrial del cultivo de la soja, en función del ambiente y del manejo", cuya coordinación esta a cargo de la EEA INTA Marcos Juárez. Los GM y los respectivos cultivares de soja (tabla 1) fueron sembrados en seis épocas de siembra, la 1<sup>er</sup> época fue entre el 15/09 y el 4/10, la 2<sup>da</sup> fue entre el 05/10 y el 25/10, la 3<sup>er</sup> fue entre el 26/10 y el 15/11, la 4<sup>ta</sup> fue entre el 16/11 y el 05/12, la 5<sup>ta</sup> fue entre el 6/12 y el 27/12 y la 6<sup>ta</sup> época fue entre el 28/12 y el 14/01, a los fines prácticos el análisis se realiza en función de la FS promedio de cada época de siembra.

Tabla 1:

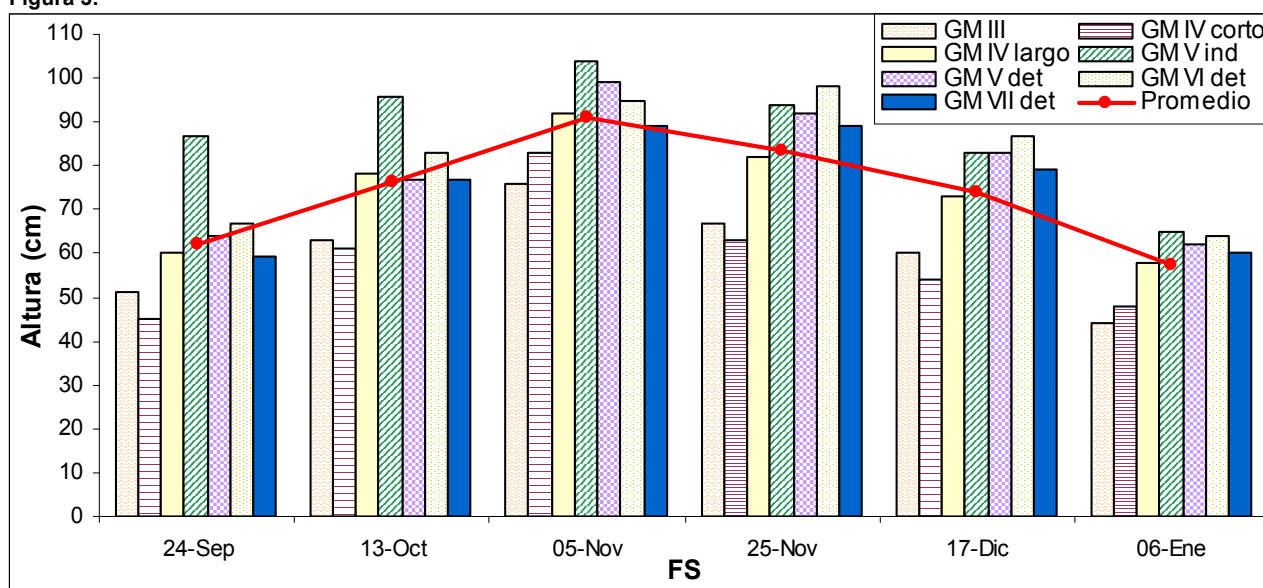
	Cultivares	Criadero	Campaña	Hábito de Crecimiento
Grupo de Madurez III	DM 3700	Don Mario	2002/03/04/05	Indeterminado
	A 3770	Nidera	2000/01	Indeterminado
	DM 3800	Don Mario	2000/01	Indeterminado
	A 3901	Nidera	2002/03/04	Indeterminado
	DM 3950	Don Mario	2002/03	Indeterminado
Grupo de Madurez IV corto	DM4200	Don Mario	2004/05	Indeterminado
	A 4303	Nidera	2003/04	Indeterminado
	DM 4400	Don Mario	2002/03	Indeterminado
Grupo de Madurez IV largo	DM 4600	Don Mario	2002/03/04/05	Indeterminado
	DM 4800	Don Mario	2000/01/02/03/04	Indeterminado
	DM 4870	Don Mario	2004/05	Indeterminado
	DM 50048	Don Mario	2002/03/04/05	Indeterminado
	A 4910	Nidera	2002/03/04	Indeterminado
	TJ 2049	La Tijereta	2004/05	Indeterminado

Grupo de Madurez V corto	A 5409 RAR 514	Nidera Don Mario	2000/01/02/03/04 2004/05	Indeterminado Indeterminado
Grupo de Madurez V largo	Maria 55	Relmo	2000/01	Determinado
	A 5520	Nidera	2002/03	Determinado
	A 5634	Nidera	2000/01	Determinado
	Rafaela 58	Relmo	2002/03	Determinado
	A 5901	Nidera	2000/01/02/04	Determinado
Grupo de Madurez VI	A 5766	Nidera	2004/05	Determinado
	A 6401	Nidera	2000/01	Determinado
	A 6411	Nidera	2003/04/05	Determinado
	A 6445	Nidera	2000/01/02/03	Determinado
Grupo de Madurez VII	RAR 626	Sta Rosa	2004/05	Indeterminado
	Mercedes 70	Relmo	2000/01	Determinado
	A 7636	Nidera	2001/02/03/04/05	Determinado

## RESULTADOS

Se observó que entre la FS del 05/11 y el 25/11 se registraron las mayores alturas de planta en R<sub>8</sub> y a medida que se adelantó o atrasó la época de siembra estos valores disminuyeron, reflejando una campana de crecimiento con reducción de altura en siembras más tempranas y con una caída mayor de dicha variable en siembras tardías. (Figura 3)

Figura 3:



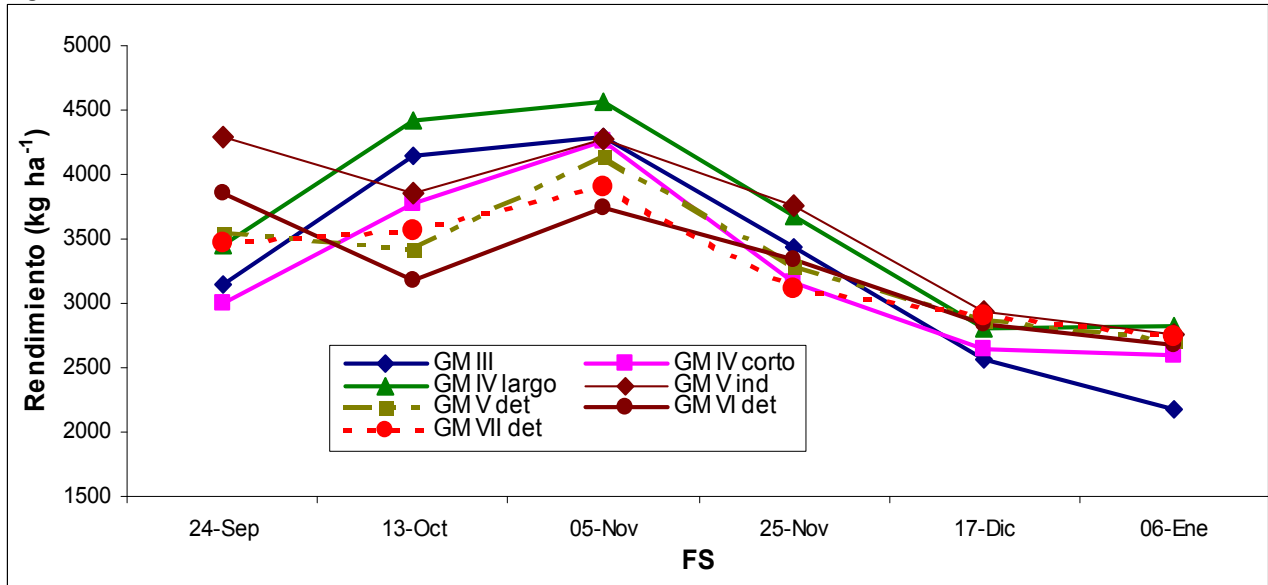
Alturas promedio de las 5 campañas según Grupos de Madurez y Fecha de Siembra

Los mayores rendimientos obtenidos fueron entre 05/11 y el 13/10, los GM bajos (III y IV) fueron en esa época los de mejor comportamiento, principalmente las variedades de GM IV largos. En FS de siembras tempranas (extratempranas) sobresalieron los GM V indeterminado; en FS de siembras posteriores a noviembre no se registraron diferencias notorias en rendimiento entre los GM IV de ciclo largo y los GM más altos, en siembras tardías de enero los GM tuvieron un comportamiento similar, excepto el GM III que tuvo una caída en kg/ha obtenidos. (Figura 4)

El rendimiento logrado se relacionó directamente con la FS con la tendencia de que por cada día de atraso en la siembra el GM III disminuyó 20 kg/ha su rendimiento, el GM IV (corto y largo) disminuyó 17 kg/ha, el GM V (indeterminado y determinado) 14 kg/ha y los GM VI y VII perdieron 11 kg/ha por cada día de atraso

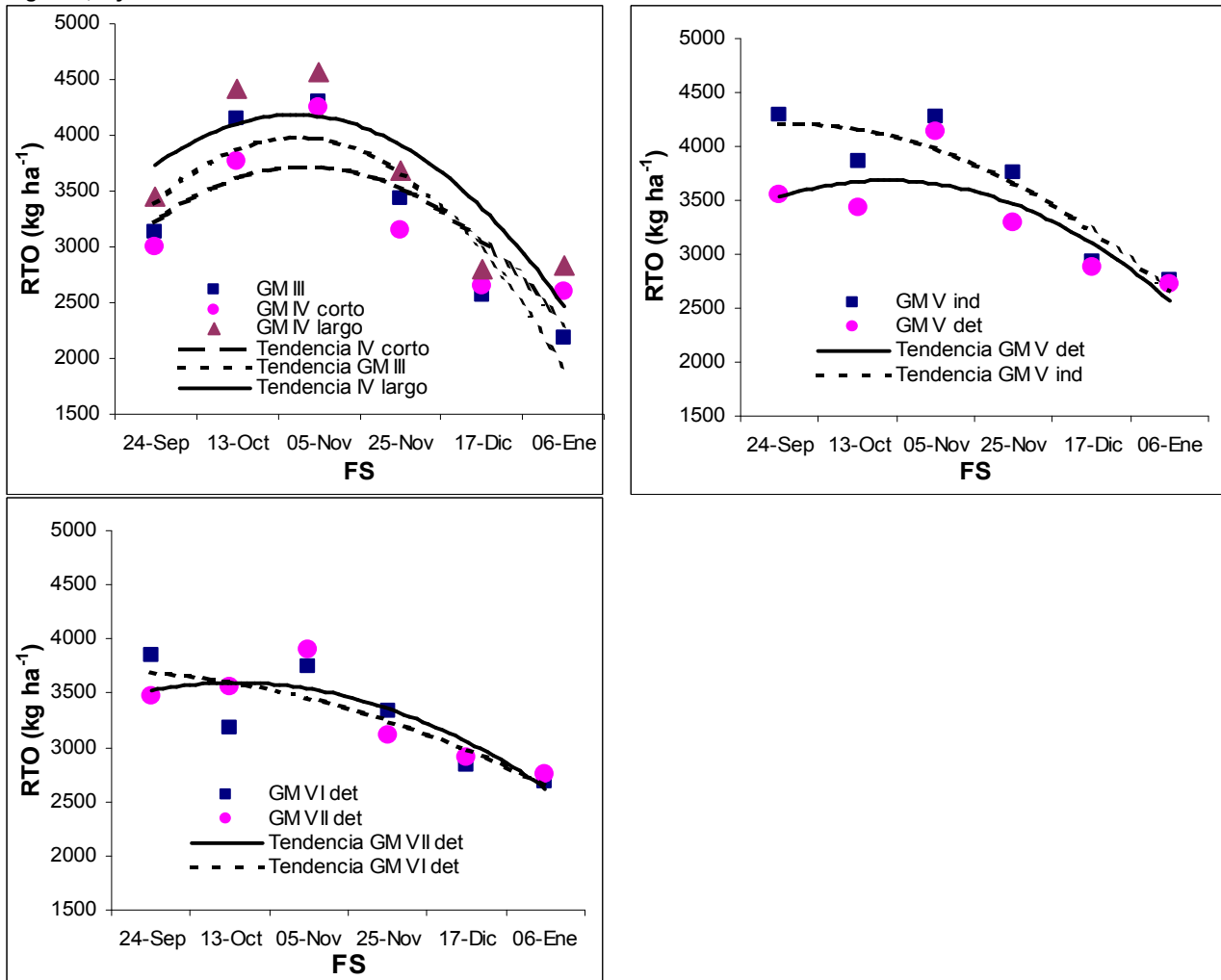
en la FS. Por lo tanto a medida que se modificó la FS los GM más altos presentaron mayor estabilidad en el rendimiento. (Figura 5, 6 y 7)

Figura 4:



Rendimientos promedio de las 5 campañas según Grupos de Madurez y Fecha de Siembra

Figura 5, 6 y 7:



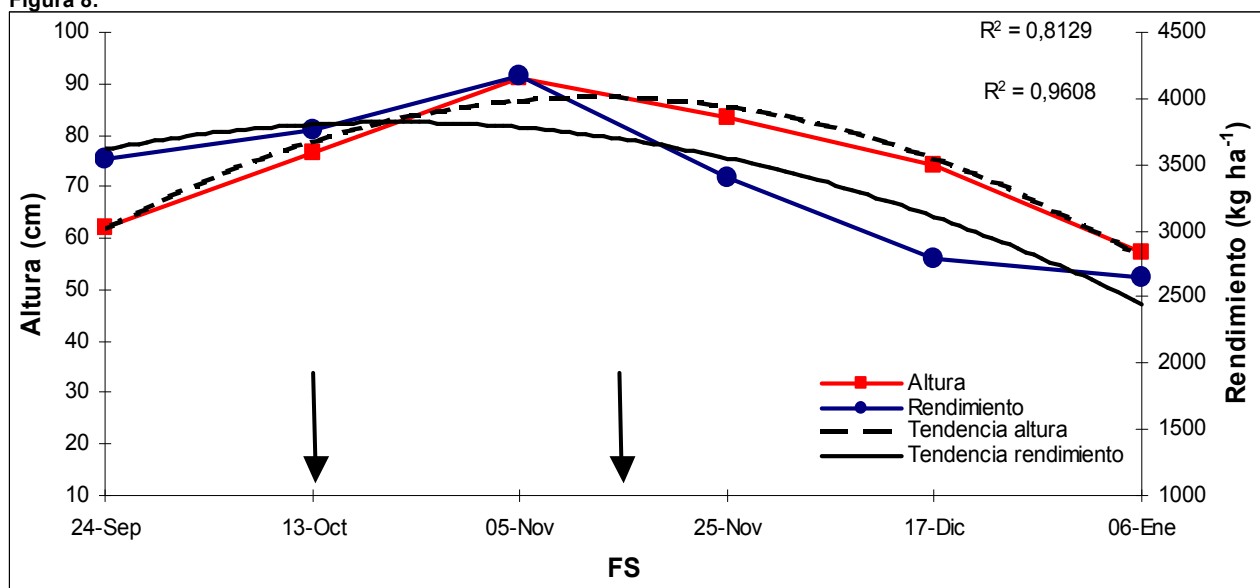
Rendimiento y tendencias de los Grupos de Madurez según Fecha de Siembra

En este punto es importante considerar que la germinación comienza cuando la semilla absorbió el 30-40 % de su peso en agua (Sadras et al, 2000), con potencial agua del suelo superior a 0,7 o 0,9Mpasal (Kantolic, 2004), por lo tanto la elección de una siembra temprana esta limitada por la escasez de lluvias durante el invierno, el promedio de precipitaciones invernales registrado en Manfredi (31°49' LS, 63° 46' LW) para el período 1953-2002 es de solo 34 milímetros, si a esto se le suma los meses de mayo y septiembre es de 78 milímetros (INTA Manfredi, 2006)

Relacionando altura y rendimiento entre los distintos GM se observó alta correlación entre estas dos variables en los GM de HC indeterminado, en promedio el GM III logró mayor rendimiento cuando la altura de planta fue de 76cm, el GM IV corto cuando fue de 83 cm, el GM IV largo de 92 cm, el GM V indeterminado de 87 cm, el GM V determinado de 99 cm y GM VI cuando fue de 67 cm, y el GM VII cuando fue registro una altura de 89cm.

Promediando todos los GM en función de la FS los rendimientos obtenidos fueron mayores entre el 13/10 y el 05/11 (promedio ambiental = 3967kg/ha), en siembras anteriores del 05/11 dicha variable disminuyó, no tan marcadamente, como lo hace en FS posteriores (dado por el alto registro del GM V indeterminado) Luego de la fecha óptima se observó una reducción de 24,53kg/ha por cada día posterior al 05/11, obteniéndose un  $R^2 = 0,81$ , es decir que la variación en el rendimiento el 81% esta explicado por la modificación en la FS. Al igual que el rendimiento la máxima altura de planta (promedio ambiental = 91,14cm) se logró en la FS del 05/11 con reducción en FS tempranas y tardías, el  $R^2 = 0,96$  obtenido indica que prácticamente la modificación de la altura final de planta el 100%. (Figura 8)

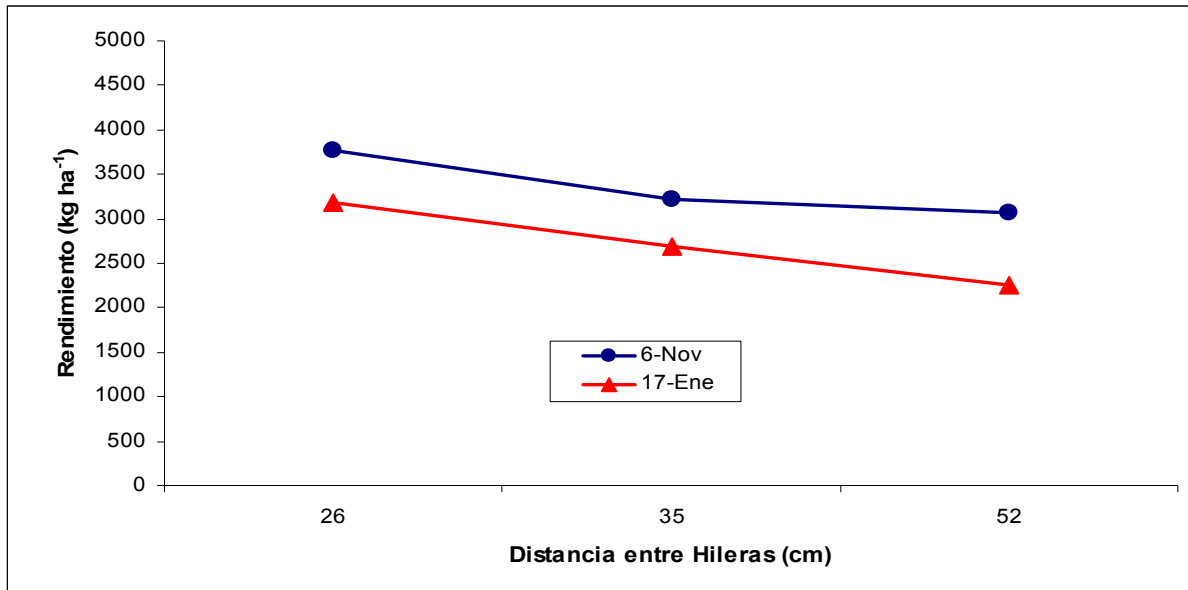
Figura 8:



Rendimiento y altura (promedio ambiental) según FS; las flechas indican la ventana óptima de siembra

En la campaña 2002/03 se condujo un ensayo de estructura de cultivo sembrado en fecha óptima y tardía, utilizándose cuatro GM del II largo al V largo con distancias entre hileras de 26, 35 y 52 cm, los resultados promedio de los cuatro GM pueden observarse en la Figura 9 en donde los rendimientos obtenidos fueron mayores a medida que se redujo la distancia entre hileras.

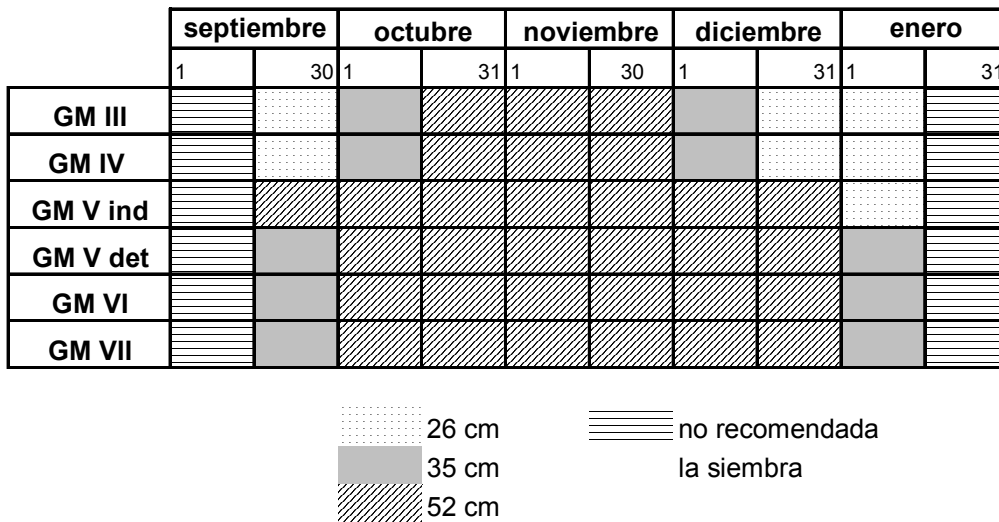
Figura 9:



Rendimiento promedios de 4 GM en dos fechas de siembra y tres distancias entre hileras

A partir de esta experiencia y en función de la época de siembra y el GM utilizado, se confeccionó la siguiente tabla orientativa con la distancia entre hileras más adecuada para mejorar la cobertura vegetal al inicio de la etapa de llenado de granos ( $R_5$ ), este manejo no solo favorecerá la eficiencia de interceptación de radiación por parte del cultivo, sino que permitirá mayor despeje mejorándose la eficiencia en la cosecha.

Figura 9:



Distancias entre surcos en función de la época de siembra y el Grupo de Madurez

## CONSIDERACIONES FINALES

- ✓ La época de siembra en donde los cultivares de GM III y IV logran los mayores rendimientos es entre la 2<sup>da</sup> quincena de octubre y la 1<sup>er</sup> quincena de noviembre, destacándose los GM IV largos como los de mejor performance.

- ✓ Si bien en la región son bajas las probabilidades de siembra en fechas extratempranas (fines de septiembre y 1<sup>er</sup> quincena de octubre) los GM altos (V) de HC indeterminado son los que obtienen mayores kg/ha.
- ✓ En siembras tardías si bien los rendimientos son similares (excepto GM III), con un leve predominio de los GM altos de HC determinado. en siembras tardías se considera la misma pauta de manejo que el punto anterior: GM altos pero con cultivares de menor ciclo (HC determinado)
- ✓ A partir de la 1<sup>ra</sup> quincena de noviembre, los GM III y IV pierden en promedio 32kg/ha por día de atraso en la FS, en los GM más altos alrededor de 23kg/ha por día.
- ✓ Los cultivares de GM III y IV logran mejor balance entre destino vegetativo y reproductivo entre la 2<sup>da</sup> quincena de octubre y la 1<sup>er</sup> quincena de noviembre, en cambio los GM más altos lo logran en siembras más tempranas y tardías.
- ✓ Entre la 2<sup>da</sup> quincena de octubre y la 1<sup>er</sup> quincena de noviembre los GM III y IV logran mejor respuesta con distancia entre surco de 0,52 mt, en fechas tempranas y tardías se reduce a menos de 0,35 mt, en fechas extremas a distancias menores de 0,26mt.
- ✓ Cuando la altura de planta es menor a 70cm es factible obtener rendimientos de hasta 20 % mayor cuando se reduce el espaciamiento entre hileras.
- ✓ El acortamiento de la distancia entre hileras permite compensar en parte, principalmente en los GM más bajos, la marcada caída en la intercepción de radiación del cultivo, permitiendo mejorar la cobertura del suelo y mejorar la eficiencia en la cosecha.
- ✓ La utilización de cultivares de mejor genética, la inoculación del material, la fertilización del cultivo en forma conveniente, la combinación adecuada de la FS y el GM, entre otras, son prácticas que permitirán acortar la brecha entre el rendimiento potencial y el real.
- ✓ Dentro de las enfermedades que afectan al cultivo, el complejo de enfermedades de fin de ciclo provocan pérdidas de rendimiento de 3 a 4 quintales/ha con pérdidas anuales de 8 a 30% (Carmona et al., 2004) En función del agente causal, el uso de cultivares tolerantes, la utilización de semilla sana o previamente tratada, la rotación con gramíneas, la fecha de siembra, la aplicación foliar de funguicidas, etc, se consideran prácticas adecuadas de control.
- ✓ La época de mayor probabilidad de ataque de plagas en la región es entre enero y abril, por lo tanto se debe realizar el monitoreo en forma más frecuente.
- ✓ Los análisis de agua y suelo deben constituirse en prácticas habituales de manejo, constituyéndose en la herramienta principal para conocer el ambiente de producción.
- ✓ La rotación del cultivo será la herramienta básica para el aprovechamiento de los recursos del sistema productivo.

Marzo de 2006

## BIBLIOGRAFÍA

Andrade, F. y A. Cirilo, 2000. Fecha de siembra y rendimiento de los cultivos. En: Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. Eds: F. Andrade y V. Sadras, Buenos Aires.

Baigorri, H., 2002. Conclusiones sobre el efecto de la fecha de siembra en el desarrollo y crecimiento de los cultivos. En: Manejo del cultivo de la soja en Argentina. Actualizaciones. Ed: H. Baigorri, Marcos Juárez. pp 100-111.

Carmona, M., Ploper, D., Grijalba, P., Gally, M. y Barreto, D. 2004. Enfermedades de fin de ciclo del cultivo de soja. Guía para su reconocimiento y manejo, Buenos Aires. 20pp

INTA Manfredi, 2006. Resumen climático decádico 1953/2002 (en línea) En: <http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/clima/periodo.htm>.(Consultado: 24/02/06)

Kantolic, A., P. Giménez y E. de la Fuente, 2004. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad de soja. En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. 2<sup>da</sup> edición. Ed: A. Pascale, Buenos Aires. pp 167-195.

Sadras, V., M. Ferreiro, F. Gutheim y A. Kantolic, 2000. Desarrollo fenológico y su respuesta a temperatura y fotoperíodo. En: Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. Eds: F. Andrade y V. Sadras, Buenos Aires. pp 40-41.

Toledo, R. Y O. Rubiolo, 2004. Desarrollo y crecimiento de cultivares de soja del Grupo de Madurez III al VII sembradas en 6 fechas de siembra, de septiembre a enero en Capilla de Los Remedios; Córdoba, campaña 2003/04. En: Soja-Actualización 2004, Información para extensión nº 89. Eds: H. Baigorri, A. del Pino y L. Segura, Marcos Juárez. pp 10-15.

Toledo, R., M. Cantarero y O. Rubiolo, 2005. Cartilla de manejo del cultivo de Soja. En Compendio bibliográfico Cereales y Oleaginosas tomo II, Centro de Estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Córdoba.

Toledo, R. y O. Rubiolo, 2005. Análisis comparativo entre Grupos de Madurez III al VII, sembrados en Capilla de Los Remedios, Córdoba. Campañas 2002/03, 2003/04 y 2004/05. INTA Marcos Juárez En: Soja-Actualización 2004, Información para extensión nº 97. Eds: H. Baigorri, A. del Pino y L. Segura, Marcos Juárez. pp 13-19.

Toledo, R. y O. Rubiolo, 2005. Evaluación del comportamiento de variedades de soja de Grupo de Madurez III al VII, sembradas en Capilla de Los Remedios; Córdoba, campaña 2004/05. INTA Marcos Juárez. (en línea) En: <http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=4486&idSec=6&publi=72> (consultado: 27/02/06)

Zgrablich S., R. Toledo, M. Cantarero y O. Rubiolo, 2002. Crecimiento de cultivares de GM III al VI en FS de Octubre a Diciembre en el norte de Córdoba, campaña 2001/02. En: Manejo del cultivo de la soja en Argentina. Actualizaciones. Ed: H. Baigorri, Marcos Juárez. pp 62-65.