

Fecha de siembra y grupos de madurez para la campaña 2014-15 en Marcos Juárez (ambiente con influencia de napa freática).

Murgio, Marcos.; Formia, M.; Gassmann, F.; Bertone, R.; Fuentes, Francisco; Lenzi, Lisandro; Salines, Luis

INTA Marcos Juárez

E-mail: murgio.marcos@inta.gob.ar

Palabras clave: soja – fecha de siembra – grupo de madurez – napa freática

Introducción

Desde el inicio de la campaña es necesario priorizar las actividades teniendo criterios que permitan cuantificar las consecuencias de una decisión sobre el resultado económico. La fecha de siembra es un aspecto crítico de todos sistema de producción de soja [*Glycine max* (L.) Merr.]. La decisión del momento de siembra y la longitud de ciclo del cultivar impactan sobre el rendimiento (Baigorri et al., 1997) y por lo tanto sobre el resultado económico. Sin embargo, la respuesta del rendimiento a la fecha de siembra varía entre ambientes (Baigorri et al., 2009). Además, dada la variabilidad interanual de las condiciones ambientales, la respuesta del rendimiento a la fecha de siembra difiere entre años.

La elección de la fecha de siembra determinará el régimen fototermal e hídrico al que estará expuesto el cultivo (Otegui et al., 2003). Las reducciones en el rendimiento por retrasos en el momento de implantación del cultivo resultan de la incidencia de la radiación, la temperatura y el fotoperiodo sobre la fenología y la acumulación de materia seca (Andrade, 2002).

La combinación de fecha de siembra y grupo de madurez determina la duración total del ciclo del cultivo así como la duración de las distintas etapas del mismo. Mayor duración de ciclo permite mayor intercepción de radiación, y por ende, una mayor acumulación de biomasa que pueda dar lugar a mayores rendimientos. Sin embargo, si bien la producción de biomasa es mayor cuando el ciclo es más largo, esto no siempre implica mayores rendimientos, ya que el índice de cosecha puede modificarse dependiendo de la disponibilidad de recursos durante la etapa crítica de definición del rendimiento (De la Vega et al., 2003). El retraso en la fecha de siembra ubica el periodo reproductivo en condiciones de menor radiación y temperatura. No obstante, siembras muy tempranas pueden repercutir en un lento crecimiento inicial y un menor desarrollo del canopeo.

Cabe destacar, que en la región Pampeana se pueden generar periodos de estrés hídrico durante cualquier momento del ciclo debido a la variabilidad de las precipitaciones, tanto en su distribución como en las cantidades anuales caídas (Dardanelli, 2003). Debido a que el momento de ocurrencia de las etapas reproductivas críticas para la definición del rendimiento varía según la combinación de fecha de siembra y grupo de madurez, el rendimiento se verá afectado o no, si en dichos momentos se producen periodos de estrés hídrico.

Este trabajo tiene por objetivo evaluar el comportamiento de cinco cultivares, con diferente longitud de ciclo, en distintas fechas de siembra durante la campaña 2014-15 en la zona de Marcos Juárez (ambiente con presencia de napa).

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la EEA INTA Marcos Juárez durante la campaña 2014-2015. Se sembraron cinco variedades: DM3810 (GM: III largo), DM4210 (GM: IV corto) SP4x4 (GM: IV largo), NA5009 (V corto) y NA5509 (V corto) en cuatro fechas de siembra: 04/11/14, 23/11/2014, 10/12/2014 y 23/12/2014.

Las unidades experimentales se distribuyeron en bloques al azar con tres repeticiones y cada parcela consistió en cuatro hileras de 6m de largo separadas entre sí a 0,52m. La densidad de siembra fue de 25 semillas por metro lineal de surco. El cultivo se mantuvo libre de malezas, insectos y enfermedades mediante la aplicación de agroquímicos.

Se determinó fenología del cultivo según la escala morfológica de *Fehr y Cavines (1977)*. Al momento de la siembra se midió el contenido de agua en el suelo hasta 1,6m de profundidad por método gravimétrico. Se estimó el porcentaje de radiación interceptada a través de la siguiente fórmula: $(1 - \text{Radiación medida abajo} / \text{radiación medida arriba}) \times 100$, mediante el empleo de ceptómetro. A cosecha, se determinó el rendimiento de granos (k ha^{-1}), peso unitario del grano (mg) y número de granos (como cociente entre el rendimiento y el peso medio de grano).

Se emplearon modelos lineales mixtos para analizar rendimiento y sus componentes, empleando un $\alpha = 0,05$ y el test de DGC.

Resultados

Oferta Hídrica

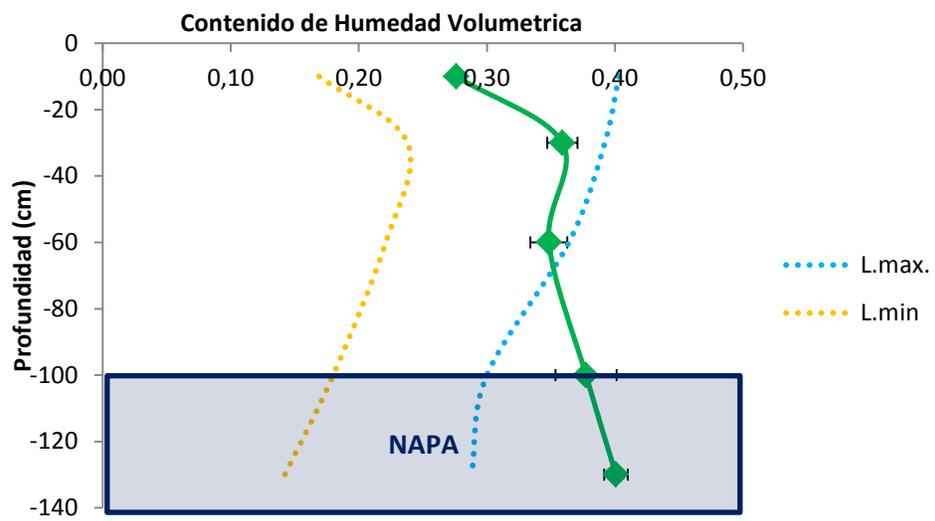


Figura 1: Contenido de humedad volumétrica del suelo en función de la profundidad al inicio de la campaña (18/11/2015)

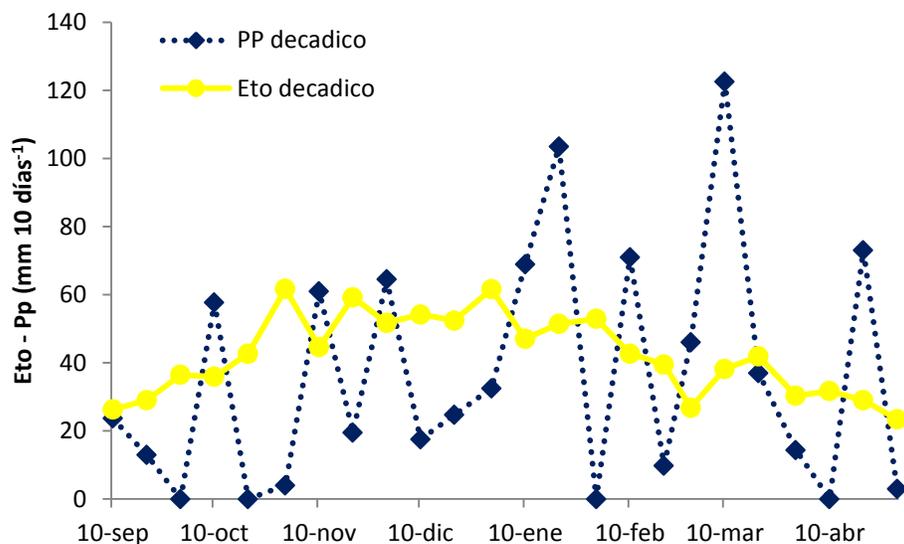


Figura 2: Precipitaciones y evapotranspiración de referencia (Penman) acumuladas cada diez días durante la campaña 2014-15, periodo septiembre-abril.

El contenido de agua útil del suelo a la siembra del cultivo fue similar para las cuatro fechas de siembra, teniendo valores cercanos a capacidad de campo hasta el metro de profundidad (Figura 1). A partir del 1-1.2m, el suelo presentaba contenidos de humedad próximos a la saturación.

La precipitación total desde el 1 de noviembre al 31 de marzo fue de 693mm (figura 2), cantidades suficientes para cubrir las necesidades de un cultivo de soja en la región pampeana (Andriani et al., 1997). Sin embargo, si la distribución de las lluvias a lo largo de la campaña hubiera sido heterogénea, y si se hubieran producido importantes pérdidas de agua por escurrimiento, el cultivo podría haber sufrido déficit hídrico en algún momento del ciclo. Sin embargo, dada las importantes cantidades de agua disponible en el suelo a la siembra, sumado a un año de abundantes precipitaciones, podemos conjeturar que el cultivo no sufrió déficit hídrico de magnitud significativa. Esta suposición está apoyada por los buenos rendimientos que se obtuvieron durante esta campaña. Además, la mayor proporción de las precipitaciones se produjeron a partir del mes de enero, momento en el cual se desarrollaron los estadios reproductivos más críticos. Esto es importante, ya que un periodo de sequía repercute en mayor medida sobre el rendimiento cuando ocurre en estadios reproductivo avanzados (R5-R7) (Andriani et al. 1997).

Duración de ciclo y sus etapas:

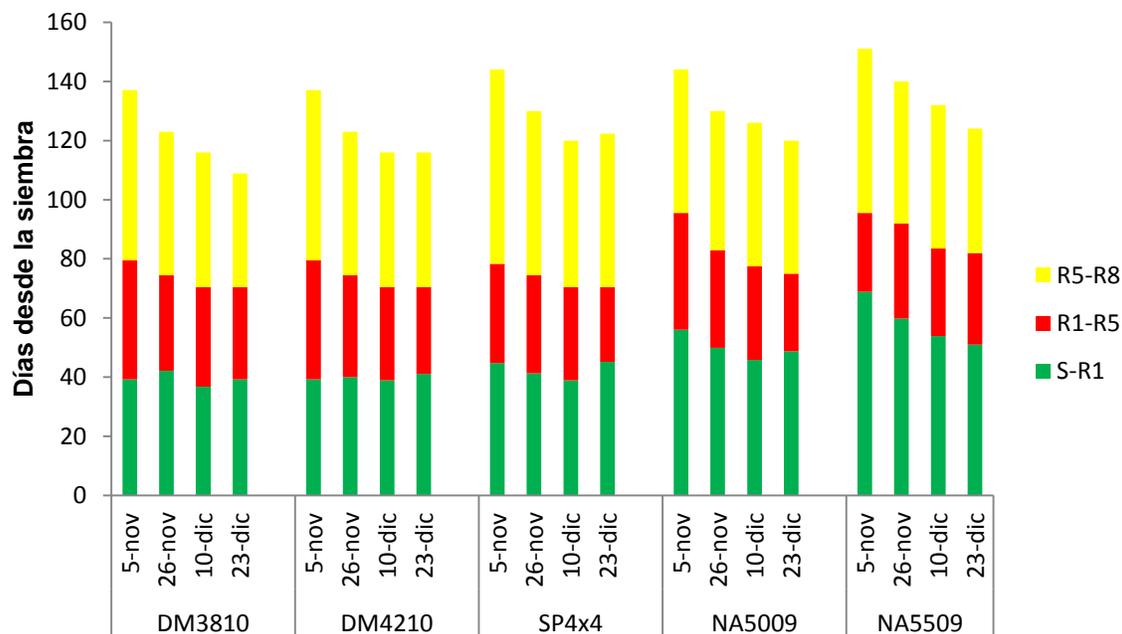


Figura 3: Duración del ciclo de cultivo desde la siembra hasta R8 para cinco variedades estudiadas en cuatro fechas de siembra. Cada barra está dividida en etapas: Siembra - R1, barra verde; R1 - R5, barra roja; y R5 - R7, barra amarilla.

A medida que se retrasó el momento de implantación, la duración del ciclo se redujo en todas las variedades evaluadas (figura 3). Parte de este cambio se debió a reducciones en el periodo siembra-R5, fase en la que crece y se desarrolla el canopeo del cultivo. La magnitud de este cambio fue diferente entre variedades, siendo mayor en variedades de ciclo largo. Estas diferencias de respuesta entre variedades se debieron a una reducción consistente del periodo siembra-R1 en las variedades de ciclo más largo, a diferencia del resto, de ciclo más corto, que no tuvieron una reducción clara con retraso de la fecha de siembra. Por otra parte, las diferencias de longitud de ciclo entre variedades se debieron fundamentalmente a cambios en la duración de la primera etapa (siembra-R1), siendo esta etapa mayor en variedades de ciclo largo.

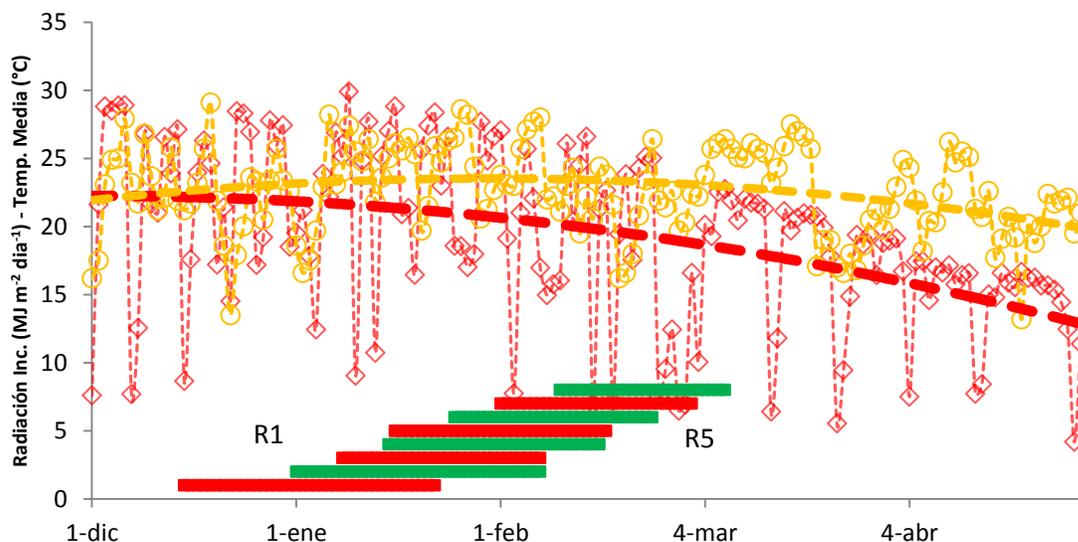


Figura 4: Temperatura media diaria (línea amarilla) y radiación incidente diaria (línea roja) desde 1 de diciembre de 2014 a 30 de abril de 2015. Barras horizontales indican momento y duración del periodo R1-R5 para DM3810, barras rojas, NA5009 barras verdes en cuatro fechas de siembra.

Condiciones de radiación y temperatura para el crecimiento durante el ciclo de cultivo:

A lo largo de la campaña 2014-15, la radiación incidente diaria fue cambiando dependiendo de la nubosidad y del momento del año (figura 4). En el mes de diciembre y la primera quincena de enero se alcanzaron los valores máximos de radiación, cercanos a los 28 megajoule $m^{-2} \text{ día}^{-1}$, y posteriormente descendió a 15 megajoule $m^{-2} \text{ día}^{-1}$ en el mes de abril.

La temperatura media también cambió a lo largo de la campaña. Tuvo sus valores máximos en el mes de enero y posteriormente tendió a descender levemente y de manera menos marcada que la radiación. Presentando al inicio del otoño temperaturas medias por encima de los veinte grados, valores adecuados para el crecimiento de estructuras reproductivas en soja (Boote et al., 1997).

Con el retraso de la fecha de siembra, o el aumento del grupo de madurez, el periodo reproductivo y sus etapas más críticas se dieron en momentos en que la radiación incidente diaria fue menor. Además, el retraso de la fecha de siembra disminuyó la duración del periodo R1-R5 en todas las variedades (figura 4). De este modo, en fechas tardías, R1-R5 se produjo en momentos de menor radiación y tuvo una menor duración.

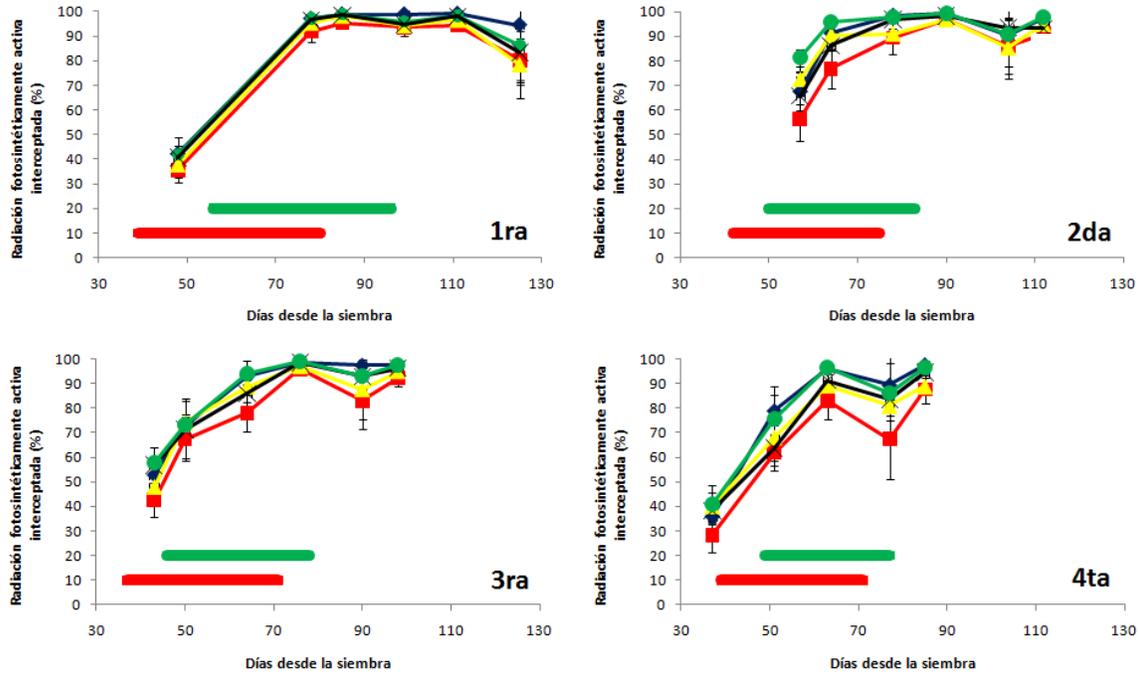


Figura 5: Porcentaje de radiación fotosintéticamente activa interceptada por el cultivo en función de de los días desde la siembra. DM3810, cuadrados rojos; DM4210, triángulos amarillos; SP4x4, cruces negras; NA5009, círculos verdes; NA5509, rombos azules. Barras horizontales indican momento y duración del periodo R1-R5 para DM3810 (rojo) y NA5009 (verde).

A medida que el cultivo se desarrolló aumentó su capacidad de intercepción de radiación, alcanzando valores máximos durante los estadios reproductivos (figura 5). Con excepción de DM3810 sembrado a fines de diciembre, todos los tratamientos llegaron a maximizar la intercepción de radiación días antes de llegar al estadio R5. En general, DM3810 de ciclo más corto, tendió a presentar menores valores de intercepción, aunque las diferencias respecto del resto fueron de magnitud poco significativa en la mayoría de las fechas. Sin embargo, en la última fecha de siembra su capacidad para captar radiación estuvo por debajo del 95%, valor considerado óptimo para maximizar el crecimiento del cultivo.

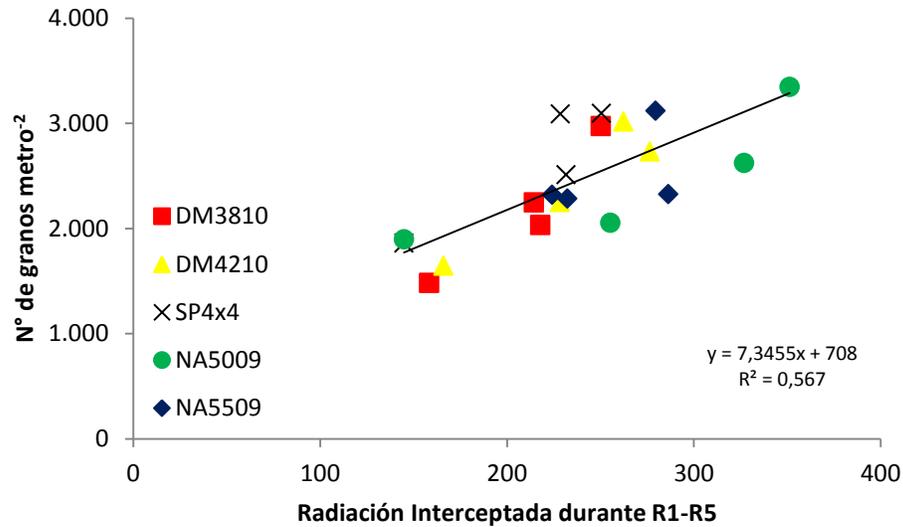


Figura 6: Relación entre número de granos y radiación interceptada por el canopeo del cultivo durante el periodo R1-R5.

Los cambios de fecha de siembra modificaron el ambiente explorado por el cultivo en sus distintas etapas. El retraso de la fecha de siembra desplazó el periodo R1-R5 a momentos de menor radiación incidente diaria y redujo su duración. Esto resultó en reducciones en la cantidad de radiación absorbida en dicho periodo.

El número de granos por unidad de superficie, componente que explicó en mayor medida las diferencias de rendimiento, se correlacionó con la cantidad de radiación absorbida durante R1-R5 (figura 6). De hecho, cuando analizamos conjuntamente todos los cultivares, existió una relación positiva entre ambas variables ($R^2 = 0.57$; $p > 0.0001$). Si bien, cada variedad tendría su propia pendiente de respuesta, la relación expresada muestra una respuesta positiva común para todos los grupos de madurez evaluados. Por lo tanto, los mayores rendimientos en fechas de siembra más tempranas se debieron en parte a una mayor cantidad de radiación interceptada por el cultivo durante el periodo R1-R5.

Rendimiento y sus componentes:

Tabla 1: Rendimiento y sus componentes principales: Peso medio de grano (mg) y número de granos metro⁻² para cada variedad y para cada fechas de siembra. Diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha = 0.05$) está representado por letras diferentes.

	N° de granos m⁻²	Peso medio de grano	Rendimiento
Fecha de siembra	0,0001	0,0001	0,0001
Variedad	0,0058	0,0001	0,0253
Fecha de siembra x Variedad	NS	0,0001	NS

Variedad	Rendimiento (Kg ha⁻¹)	EE
NA5009	4400	280 a
SP4x4	4330	220 a
DM4210	4020	210 b
NA5509	3970	260 b
DM3810	3790	280 b

Fecha de siembra	Rendimiento (Kg ha⁻¹)	EE
1º FS	4940	250 A
2º FS	4420	220 B
3º FS	3890	250 B
4º FS	3170	260 C

El rendimiento en granos tuvo un rango de variación amplio (2750 – 5400 kg ha⁻¹) presentando diferencias significativas entre fechas de siembra y entre variedades (Figura 7 y Tabla 1). En esta campaña no hubo evidencia suficiente para detectar interacciones entre ambos factores. A medida que retrasamos la fecha de siembra, el rendimiento se redujo consistentemente en todas la variedades. De este modo, los mayores rendimientos se produjeron en la primera fecha de siembra y los menores en la última. Por otra parte, las variedades NA5009 (V corto) y SP4x4 (IV largo) tuvieron rendimientos mayores al resto. Por lo tanto, los mayores rendimientos resultaron de combinar NA5009 o SP4x4 con fecha de siembra temprana (5 de noviembre). Al igual que el rendimiento, cambios en la fecha de siembra o en el grupo de madurez elegido produjeron variaciones significativas en el número de granos, no presentando interacciones entre ambos factores. El peso medio de grano también fue significativamente distinto entre tratamientos. Sin

embargo, los cambios en el peso medio de grano no se asociaron consistentemente a cambios en el rendimiento.

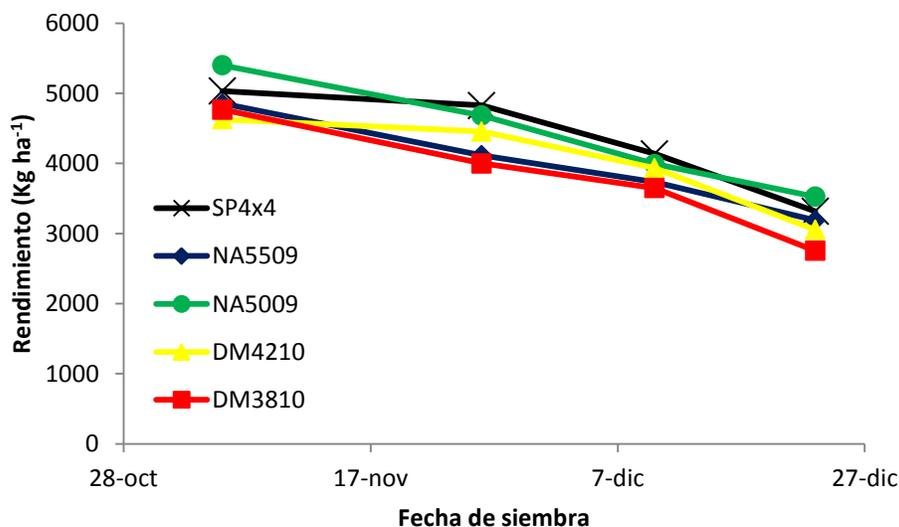


Figura 7: Rendimiento del cultivo en función de la fecha de siembra para los distintos cultivares.

CONSIDERACIONES FINALES

Si combinamos los resultados de esta campaña con los de campañas anteriores (Murgio et al., 2011; Murgio et al., 2012) encontramos que en ambientes de buena oferta hídrica, dada por la presencia de napa o por abundante precipitaciones, los mayores rendimientos se obtienen en fechas tempranas, entre fines de octubre y primeros días de noviembre.

En esta campaña para la zona de Marcos Juárez, los mayores rendimientos se obtuvieron con variedades pertenecientes a los grupos de madurez IV largo (SP4x4) y V corto (NA5009).

BIBLIOGRAFÍA

- Andriani, J. M., Dardanelli J. L., Lorenzo, N., Prieto, D. Baigorri, H. E. J. 1997. Uso del agua y riego. En: Giorda, L. M., Baigorri, H. E. J. El cultivo de la soja en Argentina. INTA, Córdoba, Argentina. pp: 142-150
- Andrade, F.H.; Cirilo, A. G. 2002. Fecha de siembra y rendimiento de los cultivos. En: Andrade, F.H.; Sadras, V.O. Bases para el Manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. INTA, Balcarce, Argentina, pp: 137-156
- Baigorri H. E. J.; Tronfi E.; Valdez M.; Vecchio D.; Fernández Reuter H.; Hernández L. (2009). Análisis conjunto de la red tester de soja: Campañas 2005/6, 2006/7 y 2007/8. En: Red tester de soja. Campaña 2007/08. Aceitera General Deheza.
- Baigorri H.E.J., Bodrero M.L., Morandi E.L., Martignone R.A., Andrade F.H., Meira S.Guevera E. (1997) Ecofisiología del cultivo. En: Giorda L., Baigorri H.E.J. El cultivo de la soja en Argentina. Ed. INTA. 30-50 pag.
- Boote, K.J., Jones, J.W., Hoogenboom, G., 1997. Simulation of crop growth: CROPGRO model. In: Peart, R.M., Curry, R.B. (Eds.), Agricultural Systems Modeling. Marcel Dekker, NY, pp. 651–692.

De la Vega A.J., De la Fuente E. 2003. Elección de genotipos. En: E.H. Satorre, R.L. Benech A., G.A. Slafer, E. B. de la Fuente, D.J. Miralles, M.E. Otegui, R. Savin (eds.), Producción de Cultivos de Granos: Bases Funcionales para su Manejo. Editorial Facultad de Agronomía ISBN 950-29-0713-2 , pp. 319-372

Dardanelli, J., Collino, D., Otegui, M. E., Sadras V. 2003. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción de los cultivos de grano. En: E.H. Satorre, R.L. Benech A., G.A. Slafer, E. B. de la Fuente, D.J. Miralles, M.E. Otegui, R. Savin (eds.), Producción de Cultivos de Granos: Bases Funcionales para su Manejo. Editorial Facultad de Agronomía ISBN 950-29-0713-2 , pp. 165-201

Fehr, W.R., Caviness, C.E., 1977. Stages of Soybean Development. Iowa State University. Special Report 80, Ames, IA.

Murgio, M.; Fuentes F.; Salines L. A.; Soldini D. (2012). Respuesta de cuatro cultivares de soja en diferentes fechas de siembra. Actualización Soja 2012. Ed. INTA.

Murgio, M.; Fuentes F.; Salines L. A.; Soldini D. 2011. Respuesta de seis cultivares de soja en diferentes fechas de siembra. Actualización Soja 2011. Ed. INTA.

Otegui, M. E., Lopez Pereira M. 2003. Fecha de siembra. En: E.H. Satorre, R.L. Benech A., G.A. Slafer, E. B. de la Fuente, D.J. Miralles, M.E. Otegui, R. Savin (eds.), Producción de Cultivos de Granos: Bases Funcionales para su Manejo. Editorial Facultad de Agronomía ISBN 950-29-0713-2 , pp. 259-275