

Criterios para la optimización de la fecha de siembra y grupos de madurez en el cultivo de soja

Marcos Murgio¹; Francisco H. Fuentes²; Cristian A. Vissani²; Alejandro J. Carrio².

1-EEA INTA Manfredi; 2- EEA INTA Marcos Juárez
murgio.marcos@inta.gob.ar

La fecha de siembra (FS) es un aspecto crítico de todo sistema de producción de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] con impacto sobre el rendimiento (Baigorri et al., 1997) y por lo tanto sobre el resultado económico del cultivo. Sin embargo, la respuesta del rendimiento a la FS varía entre ambientes (Baigorri et al., 2009) e incluso para un lote determinado. Como consecuencia de la variabilidad climática interanual, las condiciones ambientales cambian entre campañas pudiendo modificar la respuesta del rendimiento a la FS.

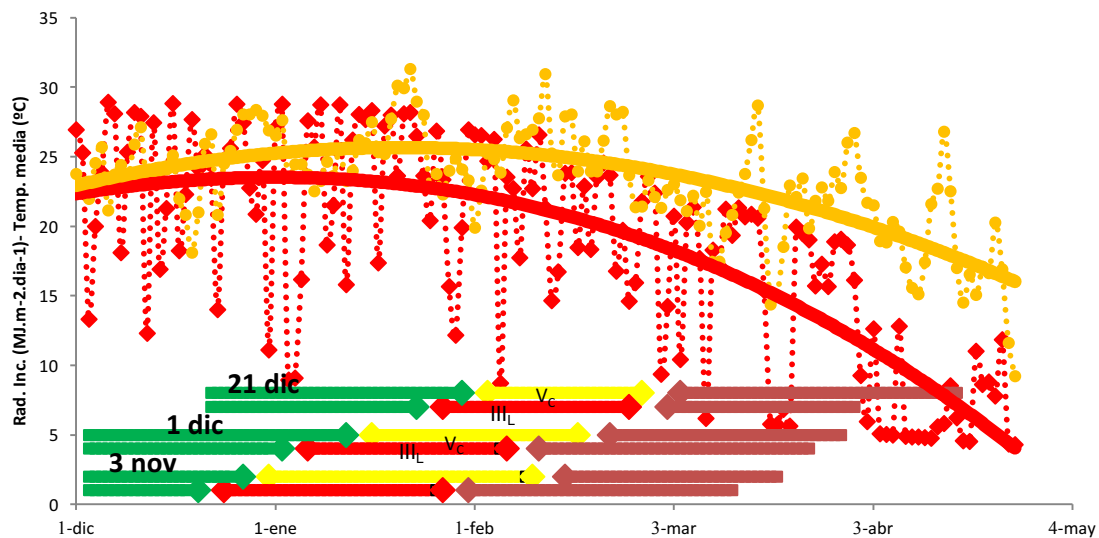


Figura 1: Temperatura media diaria (línea amarilla) y radiación incidente diaria (línea roja) desde 1 de diciembre de 2014 a 30 de abril de 2015. Barras horizontales indican, para tres fechas de siembra, momento y duración del periodo R1-R5, DM3810 barras rojas, NA5009 barras amarillas, barras verdes y bordeaux indican periodos entre los estadios Siembra-R1 y R5-R7 respectivamente.

La elección de la FS determina las condiciones a las que estará expuesto el cultivo a lo largo de su ciclo. El cambio en el momento de implantación modifica las condiciones de radiación, temperatura y humedad de cada etapa del ciclo. En general, en la región núcleo sojera los mayores niveles de radiación solar incidente diaria se presentan en los meses de diciembre y enero, y a partir de mediados de febrero caen acentuadamente. Por otra parte, las temperaturas más cálidas se dan en los meses de enero y febrero, y posteriormente declinan más suavemente. Los atrasos en la FS exponen las etapas reproductivas a condiciones de menor radiación y fotoperiodo, lo que acorta la

etapa de generación y fijación de destinos reproductivos (R1-R5.5) (Figura 1). Consecuentemente, disminuye la cantidad de radiación captada por el cultivo para la generación de biomasa durante estos estadios, estando el rendimiento correlacionado con la misma (Murgio et al., 2016). Por lo tanto, dentro del rango de fechas de siembra habituales (mediados de octubre a fines de diciembre), los atrasos en la implantación del cultivo reduce los rendimientos potenciales que puede alcanzar cuando no existe ningún otro factor limitante (i.e. agua, nutrientes). No obstante, la tasa de merma de los rendimientos potenciales por retraso en la FS no es constante y depende del GM y la latitud. En el sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba, el retraso de la FS a lo largo de los meses de octubre y noviembre no genera grandes reducciones en el rendimiento potencial hasta llegar a los primeros días de diciembre cuando aumenta la tasa de caída de los rendimientos a alrededor de $50\text{Kg Ha}^{-1}\text{ día}^{-1}$ (figura 2). En cambio, en latitudes más bajas durante el mes de diciembre los techos de rendimientos tienden a ser más altos y su disminución con el retraso de la FS es menos acentuada.

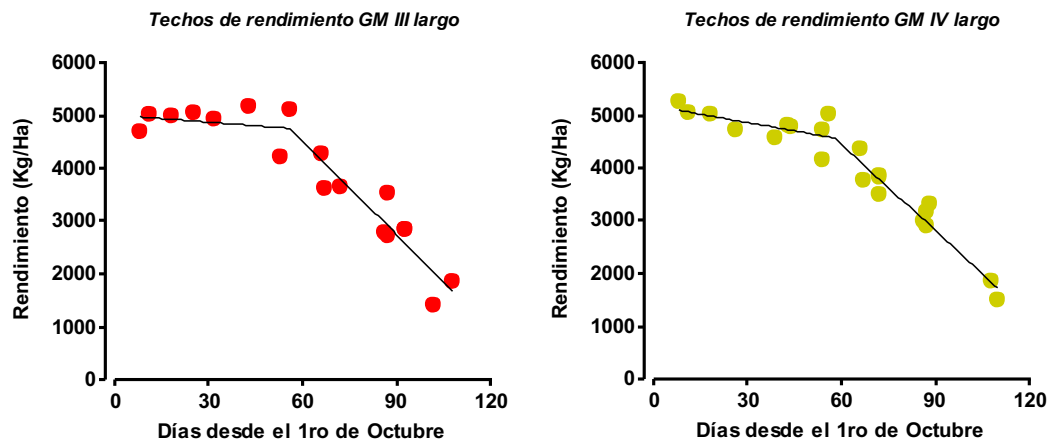


Figura 2: Relación entre rendimientos máximos y la fecha de siembra expresada como días desde el 1ro de octubre para el grupo de madurez III largo y IV largo en Marcos Juárez. Datos históricos de ensayos de grupos de madurez y épocas de siembra.

La respuesta del rendimiento a cambios en la FS depende de la productividad del lugar, es decir de la oferta de recursos para el crecimiento del cultivo. La productividad del ambiente no solo depende de los rendimientos potenciales que se pueden alcanzar sino también de la disponibilidad de factores limitantes para el crecimiento del cultivo (i.e. agua, nutrientes, etc).

Cuando las limitaciones hídricas no son importantes, y el suelo no tiene restricciones significativas para el desarrollo del cultivo, retrasos en la FS resultan en menores rendimientos. En cambio en ambientes menos productivos, con cultivos sujetos frecuentemente a estrés hídrico y térmico,

adelantar la FS puede ser riesgoso y no generar ningún beneficio. En tal escenario retrasar la FS puede aumentar la probabilidad de obtener pisos de rendimiento mayores (figura 3).

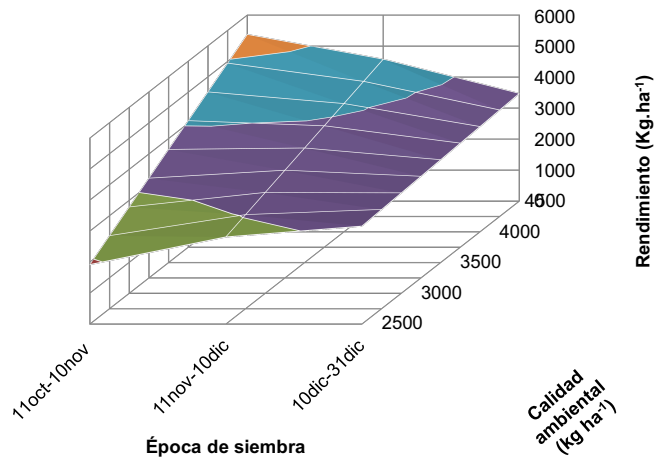


Figura 3: Relación entre Rendimiento y fecha de siembra en función de la productividad de la campaña para un GM 4 largo en la localidad de Manfredi (centro de Córdoba).

Así, en la región II-4 (sudeste de Córdoba y sur de Santa Fe), donde es menor la frecuencia de ambientes con limitaciones significativas en la oferta hídrica, adelantar la FS aumenta los rendimientos en la media de los ambientes (figura 4, izq.). Sin embargo, hay una mayor variación de rendimientos respecto a siembras de fines de noviembre. Probablemente, estas variaciones se deban a que los cultivos sembrados temprano están expuestos a mayor riesgo de sufrir estrés hídrico y térmico durante los estadios reproductivos. Consecuentemente, en ambientes menos restringidos por factores limitantes para la producción, los rendimientos aumentan con el adelanto de la FS.

En cambio, en ambientes al oeste de la región núcleo sojera, centro-sur de la provincia de Córdoba donde existe mayor probabilidad de estrés térmico e hídrico durante el ciclo, adelantar la FS no necesariamente redundará en mayores rendimientos. En esta zona, que frecuentemente los cultivos inician su ciclo con menores contenidos de agua almacenada en el suelo y hay suelos más arenosos, adelantar la FS no resulta en un beneficio en la media de los ambientes, incluso los

mayores rendimiento y más estables se dan en fechas de fines de noviembre y primeros días de diciembre (figura 4, der.).

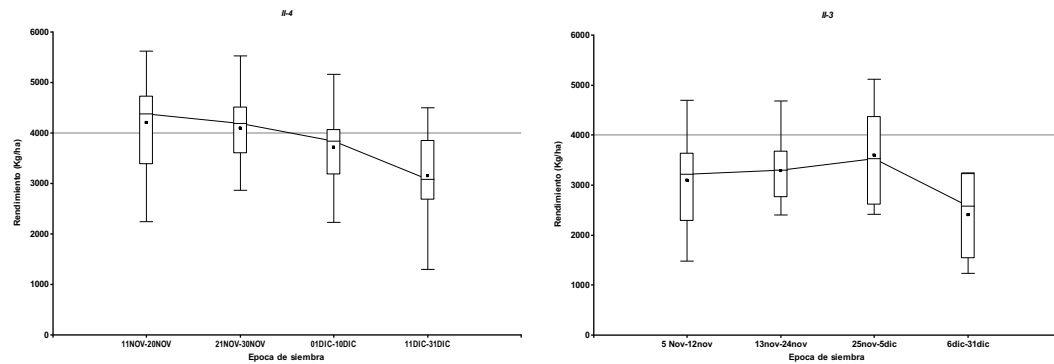


Figura 4: Distribución de rendimientos en función del periodo de siembra para datos de rendimiento medio de ensayo de 8 campañas de la RECSO en las regiones II-4 (sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba), grafico derecho, y II-3 (centro y sur de Córdoba), grafico izquierdo.

Si tenemos un suelo con buena oferta hídrica y con la expectativa de una campaña húmeda, podemos decidirnos por planteos que buscan capitalizar los mayores rendimientos potenciales de las siembras más tempranas. En cambio, en ambientes con mayor riesgo climático (mayor probabilidad de estrés hídrico y térmico), retrasar la FS y/o diversificar aumentaría la probabilidad de un piso de rendimiento mayor.

En resumen, el planteo productivo dependerá de la productividad esperada del ambiente. El problema, dada la variabilidad climática interanual, es que la productividad de un lote cambia año a año, y por lo tanto puede cambiar también la correcta elección de la FS (Figura 4).

Sin bien, existe un factor de incertidumbre en la elección de la FS dado que los pronósticos son falibles; a la hora de la siembra contamos con una serie de factores importantes a tener en cuenta para ajustar un mejor planteo:

- Agua almacenada en el suelo a la siembra.
- Pronósticos a mediano plazo.
- Principales limitantes del suelo.
- historial productivo del lote, que integra la productividad propia del suelo con el clima.
- Presencia de napa freática.

Otro aspecto a considerar es la elección de los cultivares, dentro de los cuales se deberá tener en cuenta el GM del mismo y por lo tanto la longitud del ciclo de los mismos para un determinado sitio geográfico y ambiente o FS.

Normalmente con el retraso de la FS se reduce la duración del ciclo de cultivo, fundamentalmente por reducciones en la duración de las etapas de emergencia (Em) a inicio de floración (R1) y de R1 a comienzo del llenado de granos (R5), siendo más acentuada esta disminución en grupos de madurez (GM) mayores. En general, la mayor duración de ciclo de los GM más largos se da en gran medida por una mayor duración del periodo Em - R1 (figura 5), lo que resulta en cultivos con mayor altura y biomasa vegetativa.

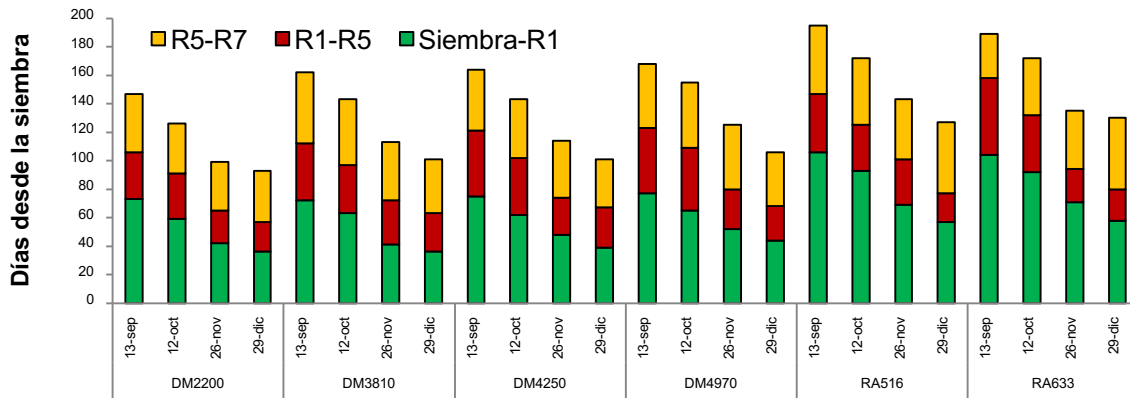


Figura 5: Duración del ciclo de cultivo desde la siembra hasta R7 para cada variedad en cuatro fechas de siembra. Cada barra está dividida en etapas: Siembra- R1, barra blanca; R1-R5, barra gris; y R5-R7, barra negra.

A través de la elección del GM buscamos la longitud de ciclo que mejor capitalice la oferta de recursos a lo largo de la campaña para maximizar los rendimientos. La mejor elección del GM depende del ambiente donde se desarrollará el cultivo. El GM que mejor se adapte depende de la latitud y la productividad del ambiente.

En la zona núcleo los GM usualmente más empleados son el 3 largo, 4 corto, 4 largo y 5 corto, por ser los de frecuentemente mayor rendimiento y adaptación por ciclo. En cambio, hacia latitudes más bajas, se siembran habitualmente grupos de madurez mayores (GM 6, 7 y 8). Del mismo modo, la calidad del ambiente determina que GM son los más productivos, en general en ambientes menos productivos aumentar el GM mejoraría los rendimientos.



kairós

El tiempo de los nativos sustentables

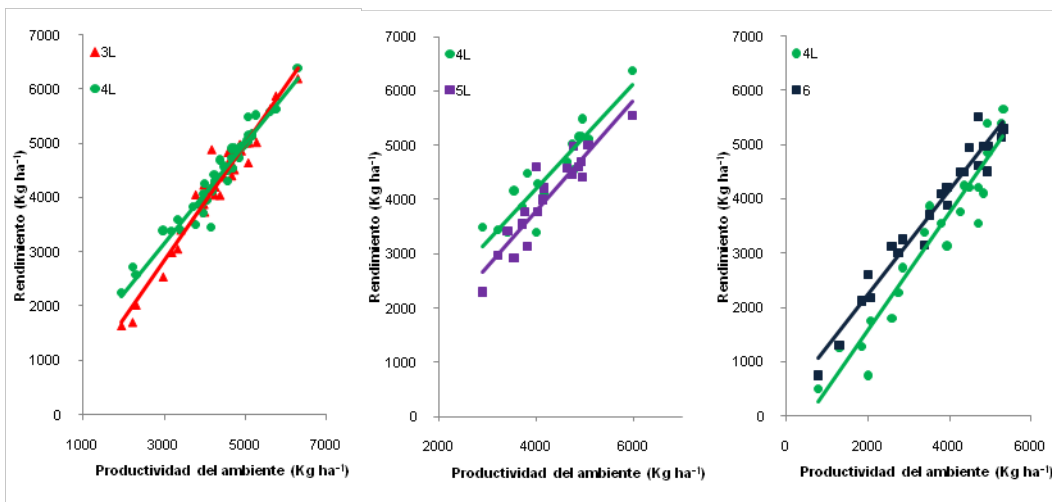


Figura 6: Relación entre el rendimiento medio de ensayo RECSO de distintos grupos madurez y la calidad del ambiente (media de rendimiento de los ensayos en la localidad) en la región II-4 (sureste de Córdoba y sur de Santa Fe), grafico izquierdo y central; y la región II-2 (noreste de Córdoba y centro de Santa Fe) grafico derecho.

En general, en el sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba, en los ambientes de menor productividad, los GM mayores tienen mayores rendimientos y se muestran más estables (Figura 6, izq.). En cambio, en ambientes de mayor productividad los grupos se emparejan y la elección del GM obedecerá a otros factores agronómicos (vuelco, logística, oportunidad de cosecha, etc.). No obstante, en esta región parecería que los grupos muy largos no tendrían ninguna ventaja, incluso en ambientes de baja productividad (figura 6, centro.).

En cambio, cuando nos movemos hacia el norte de la región núcleo (i.e. noreste de Córdoba y centro de Santa Fe), los GM mayores tendrían ventaja sobre los grupos más rendidores del sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba (figura 6, der.). Del mismo modo, en suelos más pesados los grupos de madurez mayores tienen ventajas, tal como ocurre en la provincia de Entre Ríos.

Finalmente, para la elección de cultivares que mejor puedan expresar la potencialidad productiva del lote, deberíamos conocer las siguientes características de cada variedad:

- Rendimiento medio por zona.
- Estabilidad de rendimiento.
- Comportamiento sanitario.
- Calidad (aceite y proteína).
- Características agronómicas (altura, vuelco, días a R1, R5 y R8).



Una importante herramienta para la elección de genotipos es la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja (RECSO), que tiene por objetivo evaluar estas características en cada variedad en las distintas zonas sojeras del país (Fuentes et al., 2016). En cada campaña participan alrededor de 150 variedades comerciales que son evaluadas en más de 70 localidades y en más de 400 ensayos comparativos de rendimiento, permitiendo elaborar recomendaciones sobre elección y manejo de cultivares sobre una base empírica sólida.

Bibliografía:

Baigorri, H. E. J.; Tronfi E.; Valdez, M.; Vecchio, D.; Fernandez Reuter, H., Hernandez L. (2008). 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.

Fuentes, F. et al. (2016). Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja, RECSO, Convenio de Asistencia Técnica INTA / ASA. Informe Técnico de Resultados Campaña 2015-16. Ediciones INTA. ISSN 2313-9315. Julio 2016. INTA Marcos Juárez.

Murgio, M.; Formia, M; Gassmann, F; Bertone,R; Fuentes F.; Lenzi, L; Salines L. A. (2016). Fecha de siembra y grupos de madurez para la campaña 2014-15 en Marcos Juárez (ambiente con influencia de napa freática). Actualización Soja 2012. Ed. INTA.

-----○-----