

¿Es factible sembrar soja en fechas de siembra muy tardías?¹

¹Bianchi, Julieta; ¹Rosbaco, Irene; ¹Tuttolomondo, Gabriel; ¹Romagnoli, Miriam y ²Martignone, Ricardo.

¹Cátedra de Sistemas de Cultivos Extensivos: Cereales y Oleaginosas; ² Cátedra de Fisiología Vegetal CIUNR. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.

irerosba@unr.edu.ar

Con frecuencia, la siembra de soja de segunda época debe atrasarse como consecuencia de factores climáticos y/o de manejo. En los últimos años, en la región Pampeana Sur se ha producido una notable expansión del cultivo de esta leguminosa y disponer de información cada vez más precisa sobre el comportamiento de cultivares (cv) en fechas de siembra (FS) tardía para esta zona requiere de la aplicación de conocimientos básicos que permitan optimizar el manejo de los diferentes grupos de maduración (GM).

La temperatura es uno de los factores determinantes en la duración de cada uno de los estados fenológicos del cultivo. Se puede decir que, a medida que la temperatura aumenta por encima de una temperatura base, se incrementa la velocidad con que se cumple cada etapa, por lo que la duración de la fase disminuye. La temperatura óptima para las distintas etapas del desarrollo del cultivo de soja se encuentra entre los 24 y 30° C. Otro factor a analizar, es el fotoperíodo, que no solo incide en la iniciación floral sino que también tiene una marcada influencia en la duración de las etapas fenológicas y del ciclo del cultivo y por lo tanto, en el rendimiento. El ciclo de la soja se acorta cuando la longitud del día disminuye. Según Romagnoli y otros (2009) es importante una correcta elección de la fecha de siembra y cuando, por factores adversos, se debe diferir la siembra a fines de enero, es importante tener en cuenta el genotipo a sembrar y adecuar las prácticas de manejo para que las plantas puedan expresar una adecuada biomasa vegetativa y completar el llenado.

El retraso en la fecha de siembra en soja trae aparejado cambios en las condiciones meteorológicas que imperarán durante su ciclo, así como también modificaciones en la oferta de los recursos del ambiente. Estos efectos alteran el desarrollo, el crecimiento y el rendimiento del cultivo, presentando los genotipos una respuesta diferencial a la calidad productiva del ambiente y a la latitud de la región en la que se esté trabajando (interacción genotipo X ambiente) (Tuttolomondo y otros, 2006; Rosbaco y otros, 2008). Por otra parte, dicho retraso en la siembra provoca que los cv estén expuestos un rápido acortamiento de los días.

Las consecuencias de un atraso en la FS se traducen en:

- Menor duración de las primeras etapas fenológicas del cultivo por un rápido acortamiento de los días y mayores temperaturas en las primeras etapas del cultivo, con lo cual disminuye el período para interceptar una alta proporción de la radiación solar incidente
- Aumento de la tasa de desarrollo durante la etapa vegetativa provocando menor altura, menor número de nudos por planta y una reducción significativa del área foliar y biomasa del cultivo.

¹ Revista Agromensajes. Nro 32. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario

- Menor duración del período de llenado por la influencia marcada del fotoperíodo durante esta etapa (días cortos).
- Menor acumulación diaria de materia seca durante el establecimiento y llenado de los granos donde los días son más cortos y la temperatura y la radiación solar incidente son menores.
- Mayor riesgo de heladas tempranas que interrumpen el normal llenado del grano.
- Mayor incidencia de enfermedades de fin de ciclo.
- Mayor daño por chinches. Estos insectos reducen el rendimiento y afectan la calidad fisiológica de las semillas. Constituyen además, una importante vía de entrada para patógenos, especialmente, *Phomopsis sojae*, que produce un severo deterioro de las mismas. Por otro lado, cuando las fechas tempranas y óptimas están finalizando su ciclo, se produce una disminución de la oferta de alimento y entonces, las FS tardías actúan como verdaderas franjas trampa, concentrando la población de estos insectos.

Al atrasar la fecha de siembra, las mayores temperaturas que imperan durante las fases iniciales del cultivo, provocan un acortamiento de la etapa vegetativa con lo cual disminuye el período para interceptar una alta proporción de la radiación solar incidente. Es frecuente observar, en sojas de siembra tardía, que no se alcance la cobertura plena del suelo por parte del cultivo, siendo necesario ajustar la densidad y ancho de surcos.

La etapa reproductiva, desde floración hasta madurez fisiológica (MF), generalmente es acompañada de una disminución de la temperatura y de la intensidad de la radiación solar incidente (RI). En este caso, se produce una menor tasa de crecimiento durante el período en el cual se determina el número de granos, principal componente de rendimiento, produciendo una reducción importante de los mismos. Por otro lado, el período de llenado (PLL) está fuertemente controlado por el fotoperíodo, ya que afecta la tasa de partición de materia seca a la semillas (mg/sem/d) (Morandi y otros, 1988). Atrasos en la FS exponen dicho período a días más cortos que en FS normales, manifestándose un comportamiento diferencial según el ciclo del cv. La duración del PLL en los cv de ciclo corto transcurre en momentos donde el menor fotoperíodo incide en el acortamiento de la duración de la etapa afectando el llenado. En los cv de ciclo largo, dicho período se posterga hacia momentos donde las bajas temperaturas y/o heladas, prevalecen sobre el fotoperíodo provocando el alargamiento de la etapa, ocasionando en muchos casos, la interrupción del llenado de grano. En esta última situación es común observar granos de menor tamaño, deformes y de color verde, es decir, no alcanzan la MF (Rosbaco y otros, 2005).

Las FS tardías afectan importantes componentes fisiológicos del rendimiento, como la eficiencia de interceptación de la RI por menor IAF y la eficiencia de conversión, como consecuencia de la menor RI y de las bajas temperaturas durante el llenado de los granos. La etapa final del llenado de los granos y el período entre la madurez fisiológica y la madurez de cosecha, se caracterizan por una activa pérdida de humedad de los granos. En los cultivos sembrados tarde, esas etapas transcurren bajo condiciones de temperatura y humedad ambiente menos favorables para el secado de los granos, exponiendo a los mismos a condiciones propicias para el desarrollo de patógenos y ataques de chinches. Estos factores inciden en la pérdida de la calidad fisiológica de las semillas, cuando no se realizan los controles químicos correspondientes o los mismos resultan ineficientes.

Experiencias previas, indican que en siembras tardías, es importante conocer no sólo aquellos cv que presentan aceptables rendimientos sino también cuál es su respuesta

fenológica al ambiente en el cual se desarrollan y completan su ciclo antes de las heladas. Con el atraso de la FS, los cv manifiestan la distinta sensibilidad termofotoperiódica (Martignone y otros, 2006; Romagnoli y otros, 2006), de modo que no hay una respuesta similar en los genotipos del mismo GM.

Respecto a las heladas, éstas ocasionan graves daños a las actividades agrícola-ganaderas, ya sea por su duración, su intensidad o la fecha de ocurrencia, problemática muy frecuente para el área de influencia de la FCA-UNR. (Mancini y otros, 2006). La Cátedra de Climatología Agrícola de nuestra Facultad, registró en el período 1993-2005, un retraso de 20 días en la ocurrencia de la fecha media de primera helada (14 de junio) respecto al período 1973-1992 (Lara y otros, 1995), lo que trae como consecuencia un aumento del período libre de heladas. En la campaña 2010-2011, las primeras heladas en Zavalla, se registraron a principios y fin de junio, cuando los cv ensayados completaron el llenado de los granos (Figura 2).

Es de vital importancia a la hora de elegir cv. disponer de información sobre el comportamiento de los mismos en fechas de siembra muy tardías, bajo condiciones de fototermoperíodo límites (días muy cortos y temperaturas bajas durante el llenado de los granos) para el cultivo,

La cátedra de Sistema de Cultivos extensivos: Cereales y Oleaginosas de la FCA-UNR lleva a cabo anualmente ensayos comparativos de rendimiento con cv de los grupos de maduración (GM) II al VII para evaluar las respuestas de los diferentes genotipos en distintas fechas de siembra. En la última campaña, se incorporó una FS a fines de enero con el objeto de generar información útil para situaciones extremas.

El objetivo del presente artículo fue brindar información acerca de la respuesta diferencial de algunos cv de GM II, III, IV, V y VI en FS muy tardías en la zona de influencia de la FCA-UNR. Esta información permitirá optimizar la selección de genotipos y con ello, maximizar los rendimientos cuando por diversas razones climáticas y/o de manejo no puede optarse por FS más tempranas.

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Ex-perimental José F. Villarino de Zavalla (FCA-UNR), sobre un suelo Argiudol vértico de mediana fertilidad y se sembró el 24/01/2011. Los cv evaluados fueron: DM 2200, DM 3810, DM 4250, DM 4970, NA 5631, RA 516, NA 6517, RA 633. El diseño experimental fue de bloques completamente aleatorizados, con parcelas de cuatro surcos distanciados a 0,52 m y tres repeticiones. Se registraron las variables climáticas y la fenología de los cv según Fehr y Caviness, 1977. Los datos se analizaron con análisis de la variancia y los promedios se compararon con test LSD. La superficie cosechada fue de 2 m² por parcela y la recolección de las plantas se realizó en forma manual. Para controlar las plagas insectiles se llevaron a cabo tratamientos químicos durante toda la evolución del ensayo.

En las Tabla 1 se indican los cv participantes con su respectivo rendimiento. Además, se registraron los períodos en días de Ve-R1; R1-R3; R3-R5; R5-R7; duración del ciclo total en días y se estableció el número de nudos en el tallo principal en el estado R1 y la altura de plantas a cosecha (Tabla 2).

Tabla 1. Rendimiento (REN, kg/ha) de los diferentes cultivares evaluados.

Cultivares	REN
DM 4250	575 a
DM 2200	840 ab
MG 5631 RG	920 ab
DM 3810	1100 bc
RA 633	1110 bc
DM 4970	1391 cd
RA 516	1660 d
NA 6517 RG	1550 d

Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos según Prueba de LSD (P=0.05 %)

Tabla 2: Fecha de R1, Altura de las plantas a la cosecha (ALT, m), Número de nudos en R1 (NU), duración de etapas fenológicas VE-R1, R1-R3, R3-R5 y R5-R7 y ciclo total (días) de los cultivares evaluados.

Cultivares	R1	ALT	NU	VE-R1	R1-R3	R3-R5	R5-R7	Ciclo
DM 2200	24-02	0,38	6	26	12	7	38	84
DM 3810	24-02	0,46	6	26	12	7	47	92
DM 4250	28-02	0,52	7	30	6	11	49	96
DM 4970	28-02	0,52	7	30	10	11	50	101
MG 5631 RG	10-03	0,60	6	40	12	24	43	119
RA 516	12-03	0,65	7	42	11	19	47	119
NA 6517 RG	12-03	0,61	8	42	11	15	48	116
RA 633	14-03	0,74	7	44	10	14	48	116

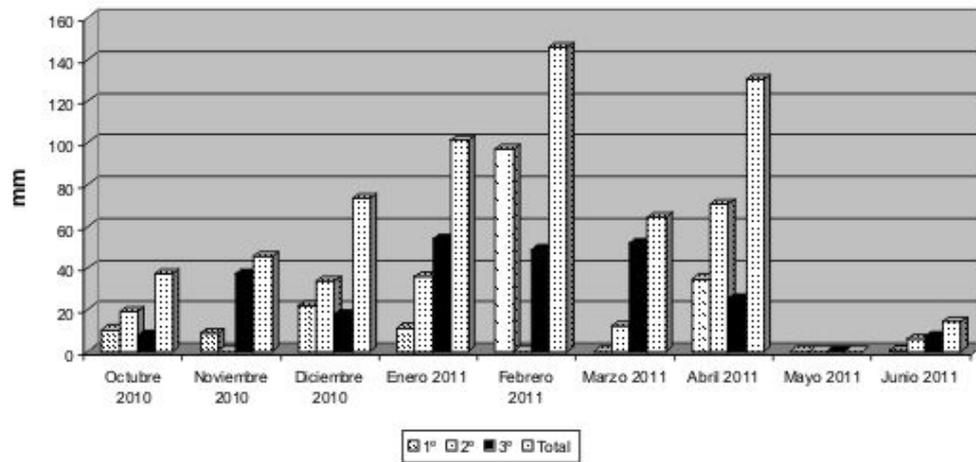


Figura 1: Precipitaciones decádicas y total acumulado por mes durante la campaña 2010-2011

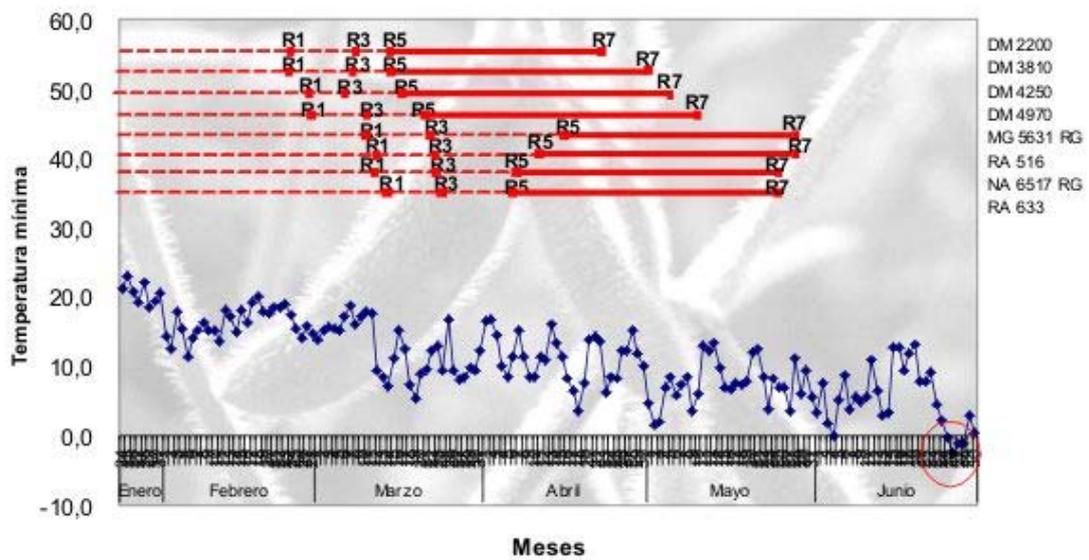


Figura 2: Temperaturas mínimas y etapas fenológicas de los cultivares evaluados

Con el atraso de la FS en la campaña 2010-2011, se observó:

- **Todos los cv completaron su ciclo** debido a que las primeras heladas acaecidas, no coincidieron con el período de llenado (Figura 2). **Dicha situación no es frecuente** ya que, generalmente, son los cv de ciclo más largos (GM V al VII) los que alcanzan MF luego de la fecha probable de primer helada.
- El atraso en la fecha de siembra generó un **acortamiento de la etapa vegetativa (E-R1)**, provocando un **mayor impacto** en la reducción en los cv de **ciclos más cortos**: DM 2200, DM 3810, DM 4250 y DM 4970 (Figura 2). Dichos cv presentaron un **porte pequeño** (Tabla 2) y **no alcanzaron el índice de área foliar crítico (IAFc)** lo que se tradujo en una menor eficiencia de la radiación solar interceptada.
- La etapa de **R3-R5**, período durante el cual se establecen las estructuras reproductivas, tuvo un **importante acortamiento en los cv de ciclo más corto** (GM II al IV) que produjo reducciones en la captación de la radiación solar incidente. Además, una menor duración de la misma implica una disminución en el número de granos y por ende, en el rendimiento (kg/ha).
- La etapa **R5-R7** (llenado de los granos) **no manifestó variaciones importantes entre los diferentes genotipos**, excepto en el cv DM 2200 que es muy precoz para la zona y presentó menor duración de todas sus etapas fenológicas.
- Si bien, en FS normales, las precipitaciones que determinan el agua disponible para el cultivo durante el período de llenado de granos, constituyen el principal factor climático sobre la producción, no es frecuente que en FS tardías ocurra lo mismo. En Zavalla, no se registran, generalmente, importantes déficits hídricos durante los meses de marzo y abril, donde los cv, según el GM, ubican su período de llenado o parte del mismo (Figura 1). De tal manera que sería prematuro concluir, que los cv que expresaron menores rendimientos fueron aquellos cuyo llenado transcurrió con menor disponibilidad hídrica. Sí es importante evaluar el comportamiento de cada uno de ellos frente al atraso de la FS y **seleccionar aquellos genotipos que puedan definir una buena biomasa aérea en R1, que le permita alcanzar el IAFc en momentos cercanos a floración plena y que el llenado transcurra bajo situaciones de temperaturas no limitantes para el crecimiento**. Para estas fechas de siembra, es necesario establecer el comportamiento diferencial de los cv según el **espaciamento entre surcos y densidad de siembra** a los efectos de optimizar el aprovechamiento de la radiación solar incidente.
- Las condiciones climáticas planteadas en esta campaña permiten sugerir el uso de los cv: DM 4970; RA 516; NA 6517 que fueron los que mostraron mayores rendimientos (Tabla 1). No obstante, **la factibilidad del empleo de FS muy tardías está limitada a la aparición de las primeras heladas y a la utilización de aquellos genotipos que además de escapar a las heladas**, manifiesten un buen comportamiento al atraso de la FS. El conocimiento de la respuesta fenológica al ambiente de cada uno de los cv y la correcta implementación de prácticas de manejo, permitirán el logro de rendimientos aceptables en FS muy tardías para las localidades próximas a Zavalla (Provincia de Santa Fe).

Bibliografía:

- Fehr, W. y Caviness, C. 1977. Stages of soybeans development. Special Report 80, Cooperative Extension Service, Agriculture and Home Economics Exp. Stn Iowa State University, Ames, Iowa. 11:929-931.
- Lara, M.A.; Coronel, A.; Sacchi, O. y Costanzo, M. 1995. Incidencia de condiciones ambientales sobre heladas en el área rural de Zavalla. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 4.51-4.57.
- Mancini, M.; Coronel, A.; Sacchi, O. y Costanzo, M. 2006. Las heladas en Zavalla: ¿Sufrieron modificaciones en los últimos años? Agromensajes. de la Facultad. UNR. Año VII. Nº 20. Pág. 31-32. IN: 8584
- Martignone, R.; Romagnoli, M.; Rosbaco, I y Tuttolomondo, G. 2006. Efecto de la fecha de siembra sobre el comportamiento fenológico y agronómico en cv de soja de diferentes grupos de maduración. 3º Congreso de Soja del MERCOSUR. Rosario (S. Fe). Pág. 47
- Morandi, E.; Casano, L.; y Reggiardo, L. 1988. Post-flowering photoperiodic effect on reproductive efficiency and seed growth in soybean. Field Crops Res. 18:228-241.
- Romagnoli, M.; Tuttolomondo G.; Rosbaco, I. y Martignone, R. 2006. Soja. Caracterización de la respuesta termofotoperiódica de cultivares de ciclo corto. Agromensajes. UNR. Año VII - Nº 18. Pág. 8 y 9.
- Romagnoli, M.; Rosbaco, I.; Tuttolomondo, G. y Martignone, R. 2009. Comportamiento de cultivares precoces en siembras tardías. XI Congreso y XXIX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Pág. 179.
- Rosbaco, I; Tuttolomondo, G.; Salinas, A. y Bisaro, V. 2006. Incidencia del ambiente de producción en la calidad fisiológica de la semilla de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 3º Congreso de Soja del MERCOSUR. Rosario (S. Fe) Pág. 42.
- Rosbaco, I.; Romagnoli, M.; Tuttolomondo, G. y Martignone, R. 2008. Rendimiento de soja según grupos de maduración y variables climáticas en Zavalla, Santa Fe. X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Pág. 180.
- Tuttolomondo, G.; Romagnoli, M.; Rosbaco, I. y Martignone, R. 2006. Respuesta de variedades de soja de los GM II al VIII en distintas fechas de siembra en el área de influencia de Zavalla. Agromensajes de la Facultad.. UNR. Año VII. Nº 20. Pág. 45-47.