

# **EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA EN VARIEDADES DE SOJA SEMBRADAS EN LA ZONA CENTRAL DE CÓRDOBA. ARGENTINA. CAMPAÑA 2009/2010.**



Toledo<sup>1</sup>, Rubén; Esteves, Noelia<sup>2</sup>; Ramallo, Carolina<sup>2</sup>

1. Cereales y Oleaginosas-Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba

3. Egresada de grado. FCA, UNC

e-mail: [rtoledo@agro.unc.edu.ar](mailto:rtoledo@agro.unc.edu.ar)

## **INTRODUCCION**

Entre las principales prácticas de manejo del cultivo de soja (*Glycine max* L.Merr.), se destaca la caracterización ambiental e igual de importante la necesidad de una adecuada combinación de grupo de madurez (GM), hábito de crecimiento (HC) y la fecha de siembra (FS). La elección del momento de siembra definirá la radiación que recibirá el cultivo durante su ciclo y el fotoperíodo que explorará; este influye en gran medida en el comportamiento productivo del cultivo, siendo un aspecto crítico que genera diferentes respuestas en los rendimientos (RTO) según sea el ambiente en donde se siembre. (Egli et al., 2009).

El conocimiento de la respuesta media de un conjunto de variedades puede tomarse como una medida biológica que caracteriza a un determinado ambiente (Martinez Alvarez et al., 1995). El largo de ciclo de la variedad y la FS se constituyen en elementos claves en el ajuste del momento de ocurrencia del periodo crítico (Andrade et al., 2000).

En FS primaverales el período crítico se ubica bajo condiciones que favorecen una alta tasa y una mayor duración del período de crecimiento, por lo que el RTO potencial tiende a ser máximo; pero la limitante esta dada en etapas tempranas donde el cultivo está expuesto a fotoperíodos cortos y a bajas temperaturas lo que puede dar como resultado la reducción del tamaño potencial de las plantas. En FS tardías el RTO potencial tiende a disminuir dado que la etapa crítica del cultivo se ubica en condiciones de menor radiación, a esto se le suma la menor duración no solo del período crítico sino también de la longitud de las etapas vegetativas y reproductivas. (Kantolic, 2008).

Considerando que el rango de FS en la zona centro norte de Córdoba tiene un cierto grado de amplitud, con un ambiente que permite sembrar a partir de septiembre (con limitación en la disponibilidad hídrica) hasta enero, el objetivo del presente trabajo fue analizar las respuestas productivas diferenciadas de materiales del GM III al VI según la modificación de la época de siembra.

## **MATERIALES Y METODOS**

La siembra se realizó en el Área Experimental del Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC. (31°19'LS, 64°13'LV) ubicado en camino a Capilla de los Remedios km 15½. La experiencia se desarrolló en un suelo haplustol éntico, franco limoso en superficie y en subsuelo con capacidad de uso III e índice de productividad: 68.

Durante la campaña 2009/10 el ensayo fue sembrado en cinco FS en forma manual con una densidad promedio de 25 semillas por metro (m) lineal, siendo la 1er FS el 20/10 con un contenido de agua útil inicial en los 2m de profundidad de 177mm; la 2da FS fue el 10/11 cuyo contenido inicial fue de 180mm; la 3er FS fue el 01/12 con 153mm; la 4ta FS fue el 15/12 con 184mm y la 5ta FS fue el 12/01 con un contenido de 179mm de agua útil inicial en los 2 m de profundidad.

Las variedades incluidas en la experiencia fueron: DM3070RR, DM3700RR (GM III de hábito de crecimiento (HC) indeterminado (ind)); DM4250RR (GM IV corto de HC ind); A4613RG, DM4970RR (GM IV largo de HC ind); A5485RG (GM V de HC determinado (det)); RA514RR y DM5.5iRR (GM V de HC ind); RA626RR (GM VI de HC semideterminado (sdet)) y A6411RG (GM VI de HC det).

Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorios con 3 repeticiones. La unidad experimental fue una parcela de 4 surcos de 4,2m de largo con espaciamiento entre hileras de 0,52m. Se realizaron riegos de presiembrado en la 1ra y 5ta FS con el objetivo de lograr una adecuada emergencia. El control de malezas se realizó con glifosato ( $3000\text{cm}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), el control de plagas se realizó con endosulfán+deltametrina ( $500\text{cm}^3 \text{ ha}^{-1}$ ).

Se registró y graficó la duración de emergencia (VE) a inicio de madurez fisiológica (R7) según la escala de Fehr et al. (1971), así también se registró la duración de VE a inicio de floración (R1), de R1 a inicio de llenado de grano (R5) y de R5 a R7 (ver anexo). Se registró y graficó altura de planta (AP) y el número de nudos (ND) en tallo principal en R1 y en madurez completa (R8). El material cosechado fue trillado y secado para así determinar el RTO comercial al 13,5% de humedad.

En el estado R5 con sensor lineal cuántico marca Decagon se determinó la fracción de radiación fotosintéticamente activa (fRFAi) interceptada por los cultivares DM3700RR, DM4970RR, DM5.5iRR, A6411RG y RA626RR en 5 FS. La fRFAi se obtuvo a partir de la relación  $fRFAi = 1 - (RFAi / RFA0)$ , donde RFAi y RFA0 son la radiación fotosintéticamente activa incidente inmediatamente por debajo y la radiación fotosintéticamente activa incidente por encima del canopeo respectivamente. Los promedios de RTO de número de granos (NG) y el peso de 1000 granos (PG) se obtuvieron a través del método de comparaciones múltiples LSD-Fischer al 5% de significancia.

En la Tabla 1 se observa las precipitaciones ocurridas promedio desde septiembre a mayo durante las campañas 2002/03 al 2008/09, y la registrada en la campaña 2009/10

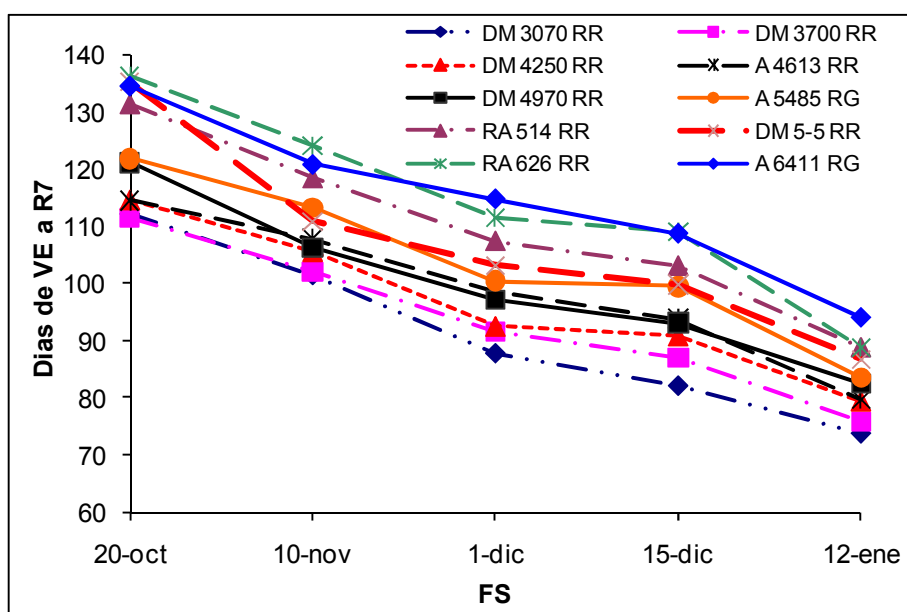
**Tabla 1: Precipitaciones (mm) registradas promedio de las campañas 2002 al 2009 y la obtenida en la campaña 2009/10**

	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr
2002/09	21	33	89	118	117	73	106	64
2009/10	14	7	109	54	66	113	119	34

## RESULTADOS

En la Figura 1 se observa que la duración de VE a R7 decreció a medida que se postergó la siembra. Las variedades de GM menores (III y IV) respondieron en promedio en forma similar entre sí, reduciendo la duración de esta etapa 1 día 2,30 días<sup>-1</sup> de atraso de la FS de la siembra; la diferencia con las variedades de GM V de HC ind fue que éstas disminuyeron 1,84 días<sup>-1</sup>, en las variedades de GM V y VI de HC det fue de 2,13 días<sup>-1</sup> y en RA626 RR de HC sdet fue de 1,77 días<sup>-1</sup> de atraso en la FS.

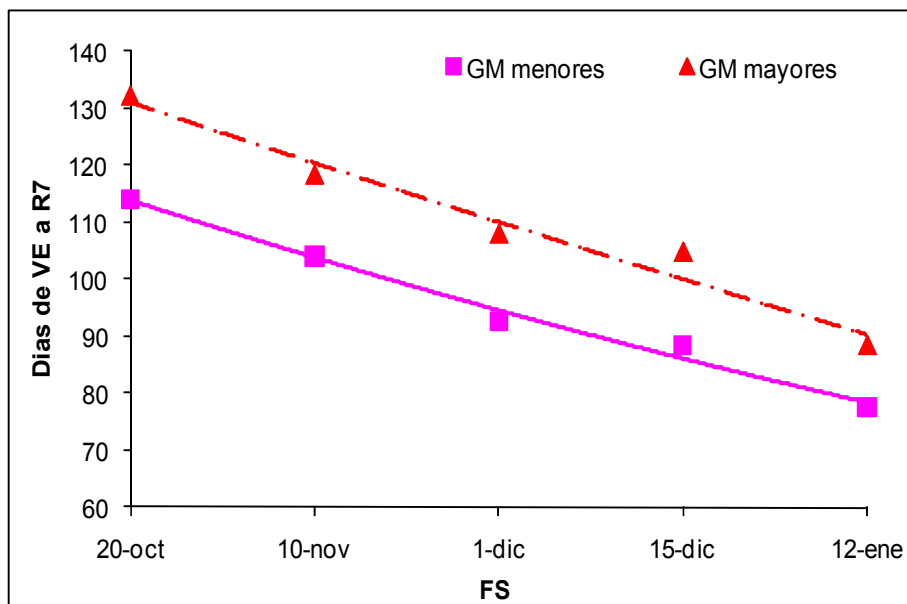
**Figura 1: Días de VE a R7 según variedades y FS**



En la Figura 2 se observan la tendencia de los GM menores sembrados el 20/10 que iniciaron R7 en 114 días y los GM mayores que fue en 132 días (diferencia de 18 días). En la FS del 12/01 esta diferencia entre GM se redujo, donde los de menor duración de ciclo iniciaron dicha etapa en 78 días, en cambio los materiales de mayor largo de ciclo iniciaron R7 en 88 días (diferencia de 10 días). RA626 RR fue la variedad de mayor longitud de etapa (136 días) en la FS del 20/10, la de menor fue DM3070 RR (74 días) en la FS del 12/01.

En la Figura 3 se observa las AP registradas donde el mayor promedio se obtuvo en una FS promedio del 20/11 (65cm). RA514RR (84cm) fue la de mayor AP tanto para dicha FS como para todos los registros obtenidos, dentro de los cultivares de menor ciclo A4613RG (44cm) fue la de menor desarrollo de AP. A partir de la FS del 23/11 los GM menores redujeron 0,317cm día<sup>-1</sup>, en cambio en los GM de mayor largo de ciclo dicha disminución fue de 0,449cm día<sup>-1</sup> de atraso en la FS. La mayor diferencia de AP entre los GM mayores y menores fue de 20cm en la FS del 01/12; la menor fue de 8 cm en la FS del 12/01.

Figura 2: Días de VE a R7 según GM y FS



En todas las FS se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, destacándose RA514RR (84cm) en la FS del 20/10; en la FS del 10/11 fueron A4970RG (79cm), RA514RR (76cm) y RA626RR (75cm) las que sobresalieron por encima del resto; junto con la mencionada RA514RR (88cm) en la FS del 01/12 A6411RG (84cm) y RA626RR (82cm) registraron los máximos valores; en la FS del 15/12 fue RA514RR (76cm) la de mayor AP; y en la FS del 12/01 sobresalió con diferencias estadísticas significativas RA514RR (50cm)

En la Figura 5 se observa el ND de los GM III y IV, registrados en tallo principal en R1 y en R8 donde el valor promedio en R1 fue de 5 nudos y en R8 fue de 15 nudos. El máximo valor obtenido en R8 fue de 15 y se registró en las FS del 10/11 y el 15/12. De modo tal en promedio luego de R1 se diferenciaron el 65,72% del total del ND. El ND promedio en los GM V y VI de HC det en R1 fue de 8 nudos y en R8 fue de 15 nudos. El máximo valor obtenido en R8 fue de 17 y se registró en la FS del 01/12. En promedio luego de R1 se diferenciaron el 43,52% del ND en tallo principal. Figura 6. En la Figura 7 se observa el ND de los GM V de HC ind y VI de HC sdet, con valores promedios en R1 de 8 nudos y en R8 de 16 nudos. El máximo valor obtenido en R8 fue de 18 nudos y se registró en la FS del 10/11. En promedio luego de R1 se diferenciaron el 50,72% del ND del tallo principal.

Figura 3: Altura de planta según variedad y FS

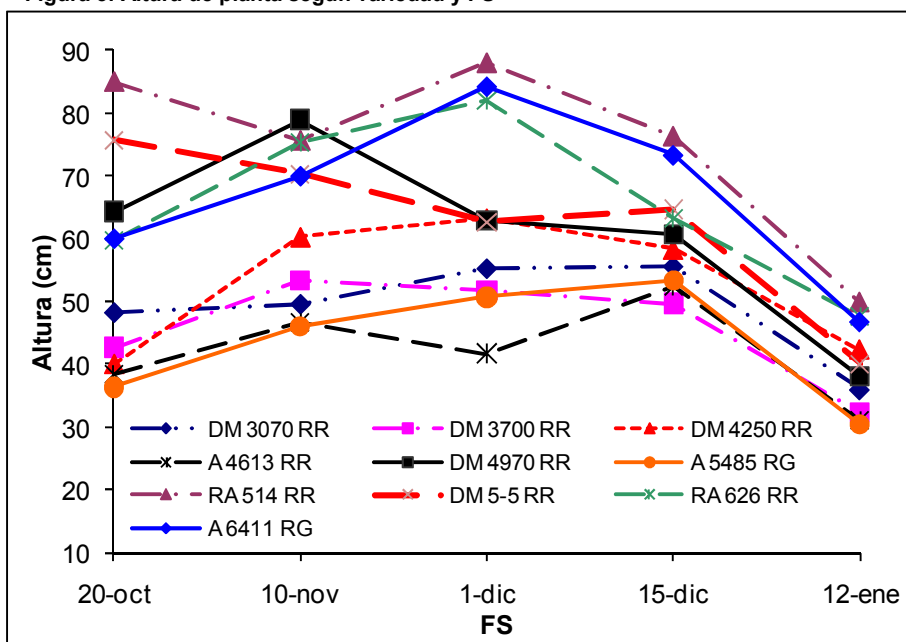


Figura 4: Altura de planta según GM y FS

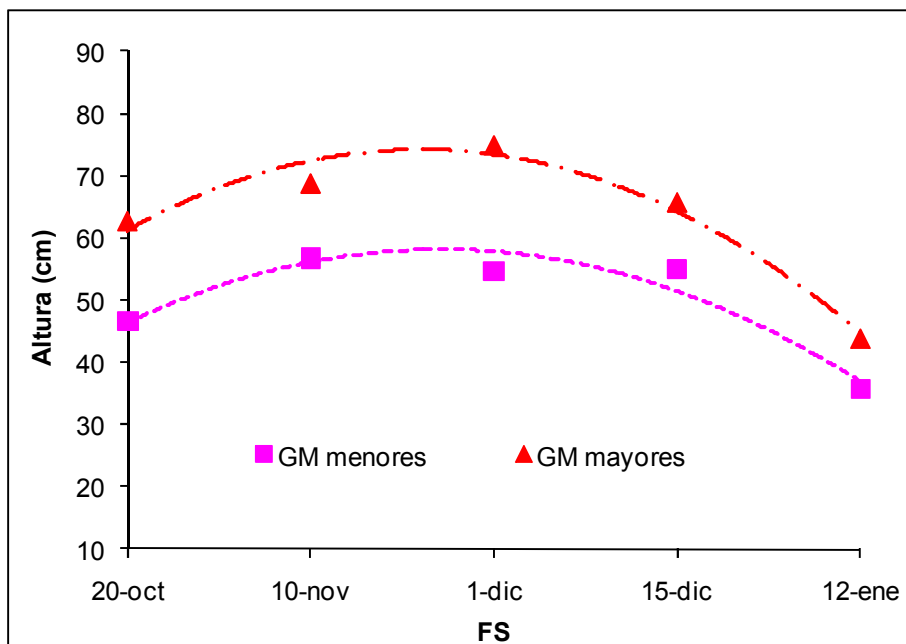
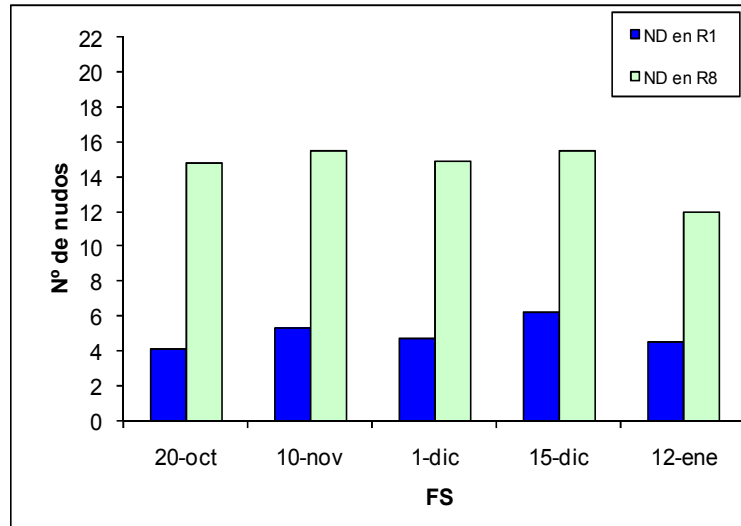


Tabla 2: Altura promedio según variedades y FS

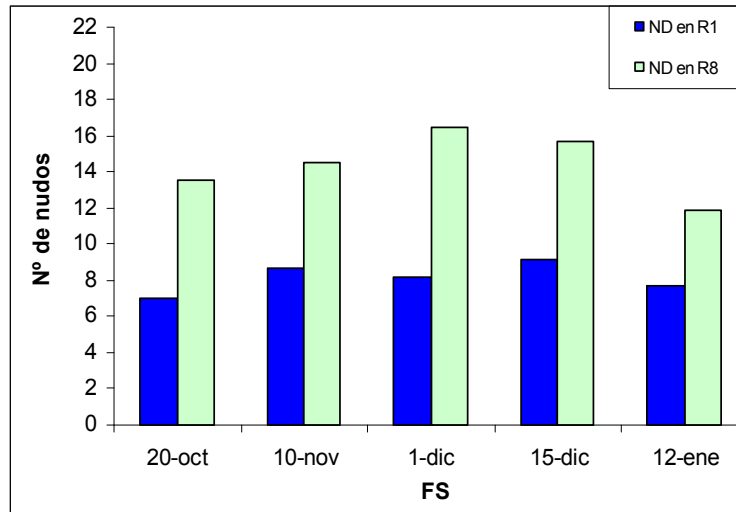
	20-oct	10-nov	01-dic	15-dic	12-ene
DM 3070 RR	48de	49bc	55bc	56cdef	36bc
DM 3700 RR	42e	53bc	52bcd	50f	32c
DM 4250 RR	40e	60abc	64b	58cdef	42abc
A 4613 RR	38e	46c	42d	52ef	31c
DM 4970 RR	64bc	79a	63bc	61cde	38abc
A 5485 RG	36e	46c	51cd	53def	30c
RA 514 RR	85a	76a	88a	76a	50a
DM 5-5 RR	75ab	70ab	63bc	65bc	40abc
RA 626 RR	59cd	75a	82a	63bcd	48ab
A 6411 RG	60cd	70ab	84a	73ab	47ab

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

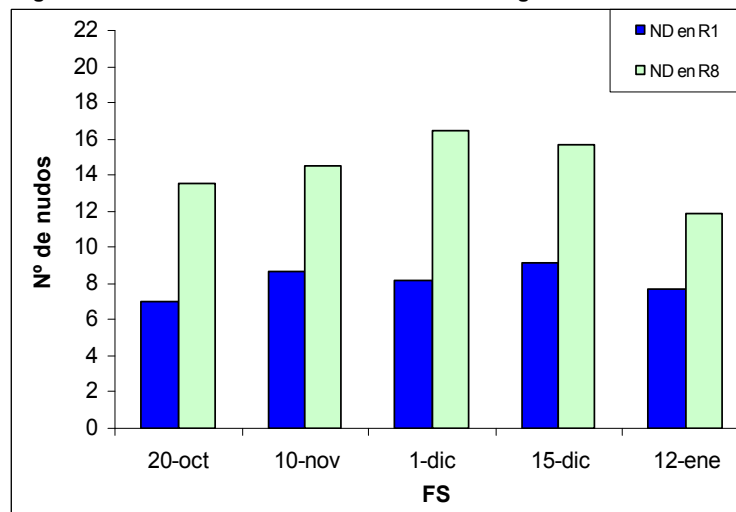
**Figura 5: Número de nudos en GM III y IV según**



**Figura 6: Número de nudos en GM V y VI HC det según FS**



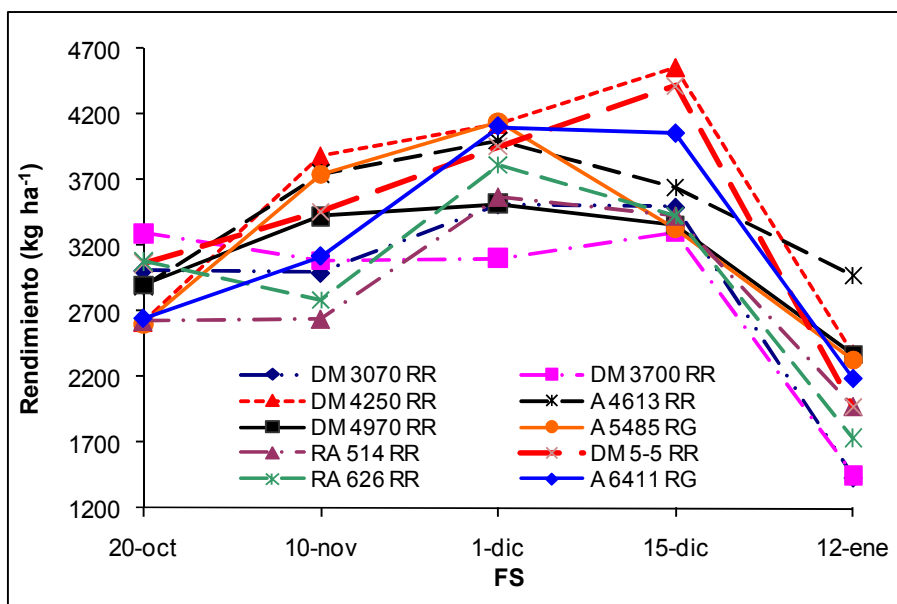
**Figura 7: Número de nudos en GM V de HC ind según FS**



En la Figura 8 se observa las tendencias de RTO por variedad y en la Tabla 3 los registros promedios de cada cultivar en cada FS. En la FS del 20/10 se destacó la variedad DM3700RR (3294kg) que junto a RA626RR (3080kg), DM5.5RR (3065kg) y DM3070RR (3013kg) superaron

los 3000kg ha<sup>-1</sup>, en esta FS no se obtuvo diferencias estadísticas significativas. En la FS del 10/11 las mejores variedades superaron los 3500kg ha<sup>-1</sup>, destacándose DM4250RR (3879kg), A4613RG (3748kg) y A5485RG (3739kg) como las de mejor comportamiento, con diferencia estadística significativa de DM4250RR con respecto al resto de los genotipos. En la FS del 01/12 las de mejor performance superaron los 4000kg ha<sup>-1</sup>, y fueron A5485RG (4142kg), DM4250RR (4124kg) y A6411RG (4105kg) donde no se obtuvo diferencia significativa entre ellas pero sí con el resto de las variedades. En la FS del 15/12 las de mejor comportamiento siguieron superando los 4000kg ha<sup>-1</sup> siendo DM4250RR (4553kg), DM5.5iRR (4416kg) y A6411RG (4051kg) las que superaron ese valor con diferencias estadísticas entre ellas y con respecto al resto de los cultivares. En la FS del 12/01 la respuesta de los cultivares disminuyó siendo A4613RR (2968kg) la única que superó los 2500kg ha<sup>-1</sup>; en dicha FS no se registró diferencias estadísticas significativa entre las variedades.

Figura 8: Rendimiento según variedad y FS



La tendencia general obtenida de comportamiento de los GM según la FS determinó que los mayores RTO promedios se obtuvieron en la primera quincena de diciembre decreciendo a medida que se adelantó y atrasó la FS. Los GM mayores de solamente fueron superados por los GM menores y GM mayores de HC ind en la FS del 20/10. Entre los dos GM últimos mencionadas, los GM menores superaron a los GM mayores de HC ind en la FS del 20/10 y la FS del 10/11. Figura 9

Figura 9: Tendencia de Rendimiento según GM, HC y FS

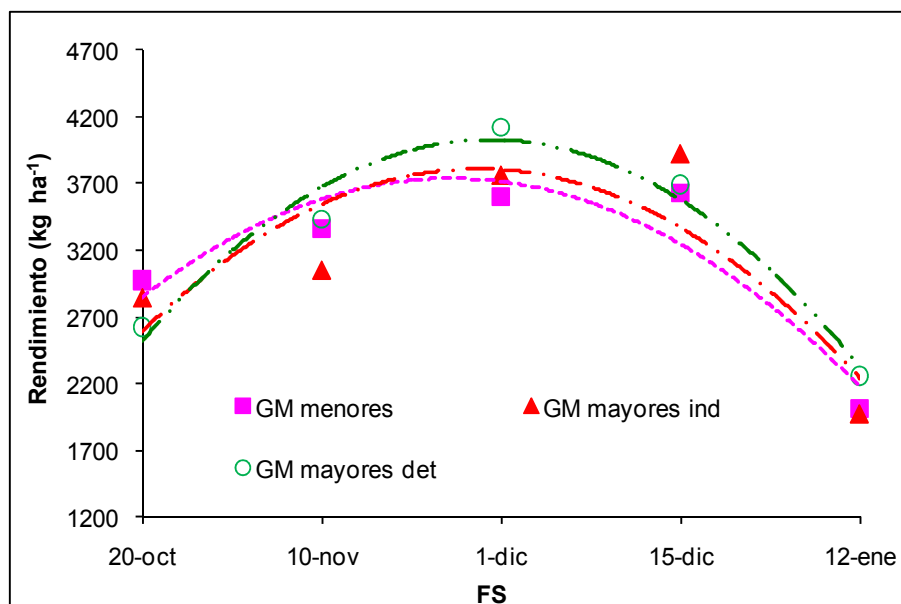


Tabla 3: Rendimiento promedio según variedades y FS

	20-oct	10-nov	01-dic	15-dic	12-ene
DM 3070 RR	3013a	2995ab	3517ab	3495bc	1437a
DM 3700 RR	3294a	3081ab	3105b	b	1450a
DM 4250 RR	2613a	3879a	4124a	4553a	2372a
A 4613 RR	2890a	3748ab	3999ab	7bc	2968a
DM 4970 RR	2897a	3422ab	3519ab	3359c	2372a
A 5485 RG	2602a	3739ab	4142a	3331c	2328a
RA 514 RR	2622a	2638b	3565ab	3423bc	1975a
DM 5-5i RR	3065a	34612ab	3956ab	4416ab	1976a
RA 626 RR	3080a	2789b	3817ab	3427bc	1734a
A 6411 RG	2643a	3117ab	4105a	4051abc	2186a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

En la Figura 10 y en la Tabla 4 se observa el registro del NG de cada variedad en cada FS, en general los valores promedio de NG se mantuvieron por encima de 2000 granos  $m^{-2}$  en casi todas las FS salvo en la del 12/01, con mayor NG promedio obtenido en la FS del 10/12 (2145). En la FS del 20/10 las variedades DM5.5iRR (2982), A4613RG (2387), RA626RR (2279) y DM3700RR (2027) superaron el valor promedio de la FS (2035) sin registrar diferencias significativas entre ellas ni con el resto de las variedades; en la FS del 10/11 (2154) se destacaron las variedades A4613RG (2986), A5485RG (2885) sin diferencias estadísticas entre ellas pero si con el resto; en la FS del 01/12 (2145) las de mejor comportamiento fueron A4613RG (2449), DM5.5RR (2413), DM4250RR (2385), A5485RG (2383), RA626RR (2329) sin diferencias estadísticas significativas entre ellas; en la FS del 15/12 (2123) las que superaron los 2500 granos fueron DM5.5RR (2594), DM4250RR (2547), en esta FS fue en donde se obtuvieron en mayor significancia diferencias estadísticas entre las variedades; en la fecha del 12/01 (1537) el único cultivar que superó el registro de 2000 fue A4613RG (2234), a su vez A5485RG (1876) obtuvo un registro sin diferencias significativas con respecto a la variedad de GM IV.



Figura 10: Número de granos m<sup>-2</sup> según variedad y FS

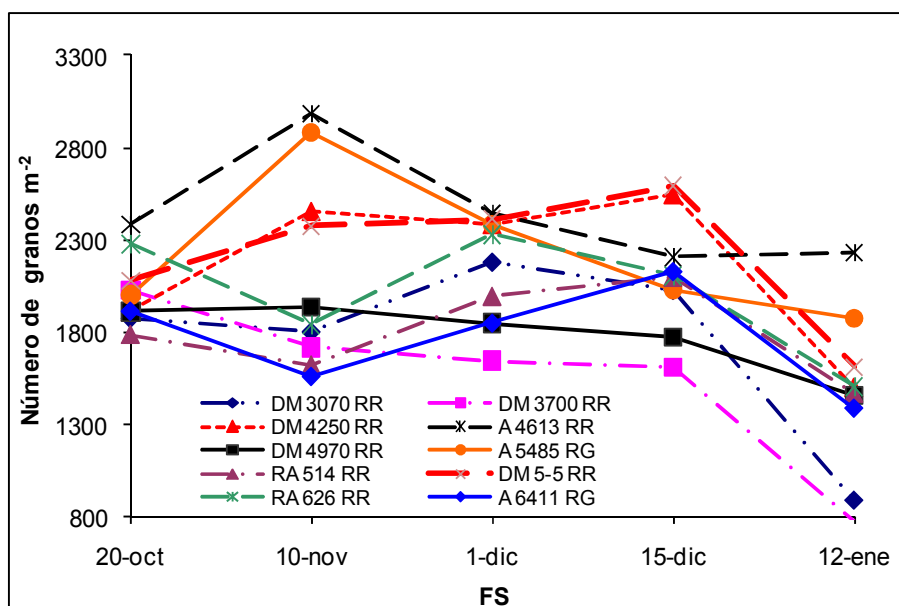


Tabla 4: Número de granos m<sup>-2</sup> promedio según variedades y FS

	20-oct	10-nov	01-dic	15-dic	12-ene
DM 3070 RR	1876a	1803bc	2183ab	2029bcd	887bc
DM 3700 RR	2027a	1720bc	1647b	1611d	778c
DM 4250 RR	1914a	2456ab	2385a	2546ab	1504ab
A 4613 RR	2387a	2985a	2448a	2207abc	2234a
DM 4970 RR	1912a	1936bc	1849ab	1777cd	1458abc
A 5485 RG	2003a	2885a	2383a	2033bcd	1876a
RA 514 RR	1789a	1623bc	1995ab	2100abcd	1470ab
DM 5-5i RR	2082a	2376abc	2413a	2594a	1613ab
RA 626 RR	2279a	1841bc	2329a	2106abcd	1505ab
A 6411 RG	1918a	1563c	1853ab	2133abcd	1391abc

En la Figura 11 y en la Tabla 5 se observa el registro del PG de cada variedad en cada FS, el mayor promedio se obtuvo en el mes de diciembre. En la FS del 20/10 (116,65g) se obtuvo el menor promedio de PG, dónde se destacaron DM3700RR (132,67g) y DM3070RR (132,45g) sin diferencias estadísticas entre ellas; en la FS del 10/11 (135,20g) sobresalió sobre el resto de los materiales ya sea en cuanto a registro como estadísticamente A6411RG (171,65g); en la FS del 01/12 (149,46g) continuó destacándose marcadamente por encima del resto A6411RG (189,08g); en la FS del 15/12 (146,90g) se redujeron las diferencias entre variedades, dónde por encima de los 160g estuvieron DM3700RR (164,95g) y A6411RG (160,74g) siendo la primera la que marcó diferencias significativas con respecto al resto; y en la FS del 12/01 (118,52g) el único cultivar que superó los 140g fue DM3700RR (149,11g) con diferencias estadísticas significativas con respecto al resto, la variedad de menor registro para esta FS fue RA626RR (99,99g).

Figura 11: Peso de 1000 granos (g) según variedad y FS

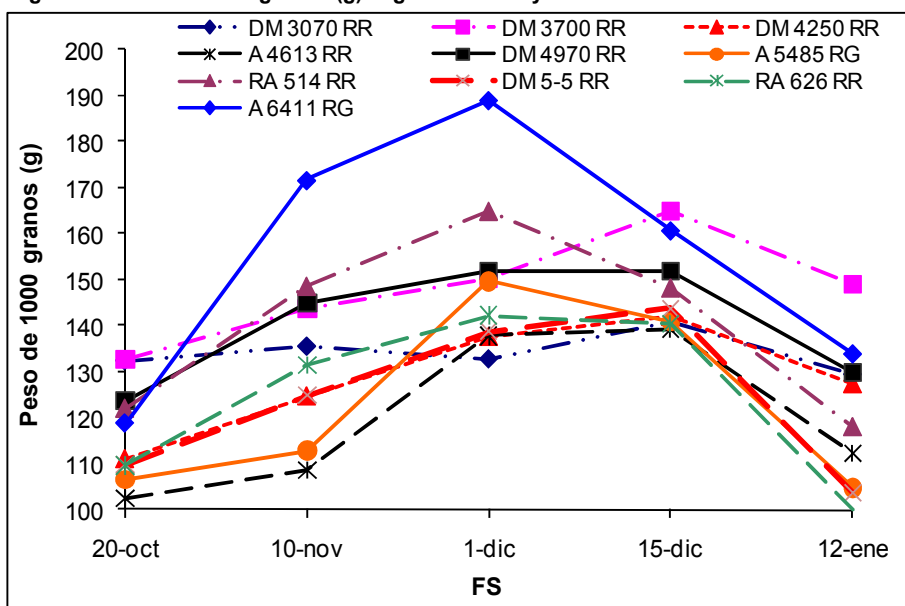


Tabla 5: Peso de 1000 granos (g) Número de granos m<sup>-2</sup> promedio según variedades y FS

	20-oct	10-nov	01-dic	15-dic	12-ene
DM 3070 RR	132,45a	135,57bc	132,8d	140,80c	129,50ab
DM 3700 RR	132,67a	143,70bc	150,28bc	164,95a	149,11a
DM 4250 RR	110,90bc	124,59cd	137,53cd	141,90c	127,23abc
A 4613 RR	102,35c	108,61d	137,79cd	139,28c	112,17abc
DM 4970 RR	123,77ab	144,98bc	151,86bc	151,85abc	129,88ab
A 5485 RG	106,62bc	112,85d	149,65bcd	140,94c	104,70bc
RA 514 RR	122,04abc	148,52b	164,80b	148,12bc	118,02abc
DM 5-5i RR	109,77bc	124,79cd	138,71cd	143,80c	103,68bc
RA 626 RR	109,63bc	131,38bcd	142,21cd	140,49c	99,99c
A 6411 RG	118,97abc	171,65a	189,08a	160,74ab	133,98ab

## CONSIDERACIONES FINALES

- En promedio a medida que se atrasó 2,1 días la FS, la duración de la etapa VE a R7 fue decreciendo 1 día.
- En promedio la AP se redujo 1cm cada 2,7 días de atraso de la FS a partir del 01/12.
- Los GM III y IV diferenciaron la mayor proporción de ND luego de R1.
- En la 1<sup>er</sup> quincena de diciembre se obtuvieron los máximos registros de RTO.
- La variedad de mejor comportamiento a lo largo de las cinco FS fue DM4250RR con un promedio de 3508kg<sup>-1</sup>, le siguió A4613RG con 3450kg ha<sup>-1</sup>; las de menor respuesta promedio fueron DM3700RR con 2846kg ha<sup>-1</sup> y DM3070RR con 2892kg h<sup>-1</sup>.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Andrade, F.; Cirilo, A. 2000. Fecha de siembra y rendimiento de los cultivos. En: F. Andrade; V. Sadras (eds.) Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. Editorial Médica Panamericana, Balcarce. pp 135-131.
- Fehr W.; Caviness C.; Burmood D.; Pennington J. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, glycine max (L.) Merrill. Crop Science. Vol 11: 929-931.
- Egli, D.; Cornelius P. 2009. A Regional Analysis of the Response of Soybean Yield to Planting Date. Agronomy Journal. Vol 101: 330-335.
- Martinez Alvarez D.; Corral A.; Bologna S. 1995. Adaptación, estabilidad relativa y rendimiento medio de cultivares de soja en Villa Mercedes (San Luis) En: resúmenes Congreso Nacional de Soja y II Reunión Nacional de Oleaginosos, Pergamino, pp 120-133.
- Toledo R.; Moya G. 2008. Respuesta diferenciada de grupos de madurez de soja según fecha de siembra. En: Soja Actualización 2008. Informe de Actualización Técnica n°10. ISSN 1851-9245
- Toledo R.; Camino S.; Esteves N.; Moya G.; Ramallo J.; Ramallo C. 2009. Productividad de grupos de madurez de soja según fecha de siembra. En: Soja Actualización 2009. Informe de Actualización Técnica n°14. ISSN 1851-9245

# ANEXO

