

RESPUESTA AL ESPACIAMIENTO ENTRE HILERAS EN SOJA: II RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.

S. Bacigaluppo ⁽¹⁾, J. M. Enrico ⁽¹⁾ ; R. A. Martignone ⁽²⁾; J; M. L. Bodrero ⁽¹⁾

⁽¹⁾ E.E.A. Oliveros INTA, 2206 Oliveros, Argentina. sbacigaluppo@correo.inta.gov.ar. Tel. 54-03476-498010. ⁽²⁾ Fac. Cs. Agrarias, CIUNR, Univ. Nac. de Rosario, 2125 Zavalla.

Palabras claves: Soja, espaciamiento entre surcos, rendimiento, número de semillas.

Introducción

Las técnicas de manejo del cultivo más frecuentemente utilizadas en soja tales como: fechas de siembra, cultivares, espaciamientos y densidades, entre otros, deben estar definidas en función de la oferta de los recursos y/o necesidades de los cultivos. La falta de asociación correcta entre tecnologías adoptadas y la oferta ambiental, sería una de las causas que podrían explicar la brecha entre los rendimientos potenciales y los actuales y la gran variabilidad interanual aún en ambientes de alta calidad.

Ajustar la distancia entre hileras de un cultivo, como en el caso de la soja, tiene importancia para lograr la máxima eficiencia en el uso de la radiación solar incidente (Shibles y Weber, 1965; Board et al., 1996; Bodrero et al., 1989; Martignone, et al., 2011) fundamentalmente en siembras de segunda época o siembras tardías. En la región sojera núcleo se generalizó el uso de cultivares semiprecoces, pertenecientes a los grupos de madurez (GM) III y IV, acompañado por el uso de un espaciamiento entre hileras cada vez menor, hasta 0,26 m, aún en soja de primera época de siembra.

En soja de primera, sin limitaciones hídricas y en suelos de mediana a alta productividad, la respuesta del rendimiento en granos a la utilización de espaciamientos menores a 0,52 m, fue errática, aún tratándose de cultivares semiprecoces (Mendez et al., 2001; Capurro et al 2006b). En cambio otros autores obtuvieron respuestas significativas con el menor espaciamiento entre hileras (De Bruin and Pedersen 2008; Rizzo y De Luca 2009).

En siembras de segunda época, después de mediados de diciembre, al sembrarse más tarde las plantas alcanzan un menor crecimiento (menor cantidad de nudos, menor altura, menor IAF) por lo tanto si la siembra se realiza a un menor espaciamiento se logra una mejor intercepción de la radiación, y por lo general un mayor rendimiento (Board et al. 1996; Bodrero, et al., 1999; Rocchi, et al., 2000; Capurro et al., 2006a)

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de distintos espaciamientos sobre el rendimiento en granos y sus componentes en cultivares de distintos GM y fechas de siembra.

Materiales y métodos

Los experimentos se condujeron en la E.E.A. Oliveros INTA, Argentina (32° 33' S) durante las campañas agrícolas 2009/10 y 10/11 con fechas de siembra (FS) del 20 de octubre de 2009; 18 de diciembre de 2009; 26 de octubre de 2010 y 7 de enero de 2011, en condiciones de secano. El espaciamiento (Esp) entre hileras fue de 0,26 y 0,52 m. El tamaño de las parcelas fue de 2,80 m por 20 m de largo.

Los cultivares (cvs) evaluados fueron: NA 3731 (GM IIIL), DM 4210 (GM IVC), NA 4990 (GM IVL) y DM 5.1i (GM VC indeterminado), estos dos últimos con alto potencial de ramificación. Las demás características del sitio experimental, mediciones, están descriptas en Martignone et al. (2011)

Para la determinación del rendimiento se cosecharon, en cada unidad experimental, 20.8 m² con una cosechadora experimental de parcelas. Los datos de rendimiento se expresaron en kg/ha al 13 % de humedad. El diseño experimental para cada año, fue el de parcelas divididas siendo la parcela principal la FS. Dentro de cada parcela principal los subtratamientos, cvs y Esp, se distribuyeron al azar. Se realizaron 3 repeticiones. Los datos se procesaron con el análisis de la variancia y de regresión y los promedios se compararon con test LSD.

Resultados y discusión

Las condiciones climáticas fueron descritas en Martignone et al. (2011). No obstante, dada su importancia y la constante referencia que se hace de las mismas para interpretar los resultados obtenidos, se reiteran, en esta segunda parte del trabajo, los aspectos mas sobresalientes. Como se aprecia en la Figura 1, la campaña 2009/10 presentó una adecuada disponibilidad hídrica durante el período vegetativo de ambas FS y durante el período reproductivo de la 1ª FS, mientras que durante el llenado de las semillas, en la 2ª FS, hubo un importante estrés hídrico. En la campaña 2010/11 se registraron escasas precipitaciones durante el período vegetativo y primera parte del estado reproductivo en la 1ª FS. La 2ª FS, que se retrasó respecto de la 1ª FS por falta de humedad edáfica, tuvo mejor disponibilidad hídrica, con exceso de lluvias a final del llenado de las semillas.

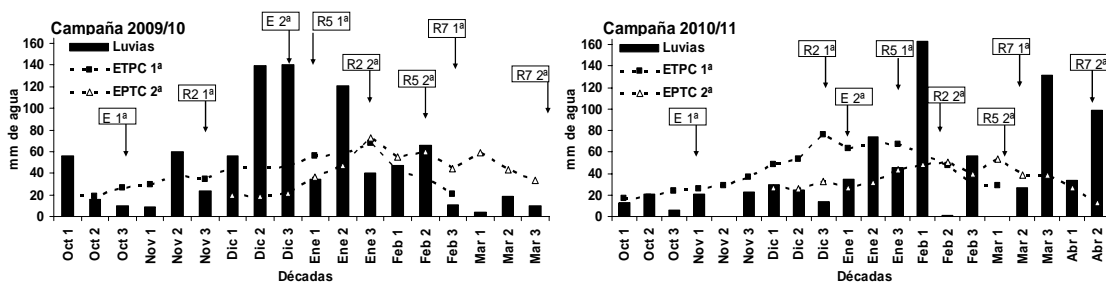


Figura 1: Valores decádicos de lluvias y evapotranspiración potencial de cultivo (EPTC) correspondientes a la 1ª y 2ª FS de las campañas 2009/10 y 10/11. Las flechas indican la fecha promedio de los estados fenológicos de los cultivares.

Al ser las campañas climáticamente distintas, los resultados se analizarán dentro de cada campaña. Analizando los rendimientos, en la campaña 2009/10, las FS explicaron el 52 % de la variabilidad, seguida por los cvs y la interacción entre FS y cvs con 15% cada uno. Los Esp representaron el 2% de la variabilidad y las interacciones que involucraron el Esp, el 0,9%. En la campaña 2010/11 las FS, cvs y la interacción entre ambos factores representaron el 36; 3,5 y 4,2 %, respectivamente. En esta campaña el Esp y las interacciones que comprendieron el Esp, explicaron el 4 y 17,6%, respectivamente.

En la 1ª campaña hubo interacción entre Esp y FS debido a que en la 1ª FS el rendimiento se incrementó en 4,8% en el Esp de 0,26 m (Tabla 1). En la 2ª FS no hubo diferencias de rendimientos entre ambos Esp.

En la 2ª campaña hubo interacción entre Esp y FS, solamente en la 2ª FS se incrementó el rendimiento a menor Esp.

Tabla 1: Rendimiento (kg/ha, ajustado a 13% de humedad), número de semillas/m² y peso unitario de semillas (mg, ajustado a 13% de humedad) según espaciamientos y fechas de siembra y cultivares en las campañas 2009/10 y 2010/11.

Campaña 2009/10					
		Espaciamiento	Rendimiento (kg/ha)	Nº semillas/m ²	Peso unitario semilla (mg)
Fecha de siembra	Primera	0,26 m	4787,8 (*)	3031,2	158,5
	Primera	0,52 m	4569,1	2901,8	158,0
	Segunda	0,26 m	3974,2	2739,6	145,1
	Segunda	0,52 m	3901,6	2661,7	146,6
	LSD P=0,10		109,8	72,8	1,5
Cultivar	NA 3731 RG	0,26 m	4121,1	2950,0	139,5
	NA 3731 RG	0,52 m	3937,9	2803,7	140,4
	DM 4210	0,26 m	4639,2	2985,6	155,4
	DM 4210	0,52 m	4520,7	2910,4	155,3
	NA 4990 RG	0,26 m	4405,7	2926,2	149,9
	NA 4990 RG	0,52 m	4333,1	2900,1	148,9
	DM 5,1	0,26 m	4357,9	2679,6	162,4
	DM 5,1	0,52 m	4149,6	2512,8	164,7
	LSD P=0,10		155,3	103,0	2,2
	Espaciamiento	0,26 m	4381,0	2885,4	152,3
	0,52 m	4235,3	2781,8	151,8	
LSD P=0,10		77,6	51,5	1,1	
Campaña 2010/11					
		Espaciamiento	Rendimiento (kg/ha)	Nº semillas/m ²	Peso unitario semilla (mg)
Fecha de siembra	Primera	0,26 m	3826,9	2696,7	142,8
	Primera	0,52 m	3927,0	2737,3	144,0
	Segunda	0,26 m	3683,6	2637,4	139,9
	Segunda	0,52 m	3330,9	2405,8	138,9
	LSD P=0,10		132,9	149,1	4,6
Cultivar	NA 3731 RG	0,26 m	3718,9	2878,4	130,1
	NA 3731 RG	0,52 m	3726,9	2706,1	131,4
	DM 4210	0,26 m	3822,4	2588,2	144,2
	DM 4210	0,52 m	3720,3	2498,9	148,8
	NA 4990 RG	0,26 m	3736,1	2623,6	142,9
	NA 4990 RG	0,52 m	3551,4	2589,0	136,6
	DM 5,1	0,26 m	3743,6	2578,1	148,2
	DM 5,1	0,52 m	3517,2	2492,1	149,0
	LSD P=0,10		188,0	210,8	6,5
	Espaciamiento	0,26 m	3755,3	2667,1	141,3
	0,52 m	3628,9	2571,5	141,5	
LSD P=0,10		93,9	95,4	3,2	

(*) Valores resaltados con negritas indican diferencias significativas entre espaciamiento 0,26 m y 0,52 m dentro de cada fecha de siembra, cultivar y espaciamiento según test de LSD p<0,1.

El incremento de rendimientos en la 1ª FS de la campaña 2009/10, pudo deberse a una mejor intercepción de RFA en etapas más tempranas (Martignone et al., 2011) que permitió un mayor establecimiento de destinos reproductivos. En la 2ª FS, si bien hubo mayor número de semillas/m² en el menor espaciamiento, el estrés hídrico en la parte final del llenado de las semillas provocó un menor peso unitario por mayor competencia entre las mismas. Este mayor número de semillas/m² fue consecuencia de un mayor valor de IAF en R2R5, mayor acumulación de materia seca y mayor número de nudos/m² en R5 con el menor Esp.

En las distintas situaciones bajo las que se condujeron los ensayos, el rendimiento estuvo significativamente asociado al número de semillas/m² (P<0,01). Únicamente en la 1ª FS de la 1ª campaña el rendimiento se correlacionó con el peso unitario de las semillas (P< 0,002). En la 1ª campaña el mayor número de semillas/m² estuvo positivamente asociado al IAF entre R2R5, materia seca y n° de nudos/m² en R5.

En la 2ª campaña no hubo asociaciones significativas entre el rendimiento y estas variables vegetativas. Esta falta de asociación en la 1ª FS se puede explicar por la incidencia del estrés hídrico en el período vegetativo y primera etapa del período reproductivo, ya que las lluvias se produjeron después de R3. Así, el mayor crecimiento vegetativo registrado no se pudo traducir en mayor número de semillas/m². En la 2ª FS, como consecuencia de la menor RFA incidente en esta época del año y de largos períodos de nubosidad, la radiación solar diaria en el período entre R5 y R7 fue un 46 % menor que la registrada en la 1ª FS.

Cabe recordar que estos experimentos se llevaron a cabo en un suelo de mediana productividad, en campañas climáticas distintas, evaluando cvs de distintos GM y de distinta estructura de canopeo. Los resultados en estas condiciones mostraron que un menor Esp permite aprovechar más eficientemente los recursos disponibles, traduciéndose en mayor acumulación de materia seca, mayor número de semillas/m² y mayor rendimiento. Sin embargo, del análisis de los factores que intervinieron en estas dos campañas, se comprobó que el impacto del Esp fue menor que las variables FS y cvs.

Estos resultados no deben extrapolarse a suelos con mayor capacidad productiva a los efectos de evitar consecuencias adversas derivadas de un excesivo crecimiento vegetativo con un menor Esp, sombreado, vuelco, entre otros.

Agradecimientos

A la Ing. Agr. Evangelina Perotti, a los estudiantes pasantes de la FCA UNR y al personal auxiliar del grupo Ecofisiología y Manejo del Cultivo de Soja que colaboraron en la realización de estos ensayos. A los Criaderos que nos proveyeron la semilla para la realización de los ensayos.

Bibliografía

- ANDRADE, F.H., CALVINO, P; CIRILO, A. and BARBIERI, P. 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. *Agron. J.* 94:975–980.
- BOARD J.E. and HARVILLE. B.G. 1996. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow-row, late planted soybean. *Agron. J.* 88:567-572
- BODRERO, M.L.; DARWICH, N.; ANDRADE, F. y NAKAYAMA, F. 1989. Intercepción de radiación fotosintéticamente activa y productividad de soja de segunda sembrada a distintos espaciamientos entre surcos. IV Conferencia Mundial de Investigación en Soja. Buenos Aires. Argentina.
- CAPURRO, J.; BODRERO, M. L. y ANDRIANI, J. 2006a. Espaciamiento en soja de segunda época de siembra en Cañada de Gómez en lotes de alta y baja productividad. In: *Actas 3er Congreso de soja del MERCOSUR*. Rosario, Argentina. Pag 586-589.
- CAPURRO, J; BODRERO, M.L.; ENRICO, J.M. y ANDRIANI, J. 2006b. Espaciamiento en soja de primera en Armstrong provincia de Santa Fe, Argentina. In: *Actas 3er Congreso de soja del MERCOSUR*. Rosario, Argentina. Pag 582-585
- DE BRUIN, J.L. and PEDERSEN. P 2008. Effect of row spacing and seeding rate on soybean yield. *Agron. J.* 100: 704-710.
- MARTIGNONE, R.; BACIGALUPPO, S.; ENRICO, J. M Y BODRERO, M. L. 2011. Respuesta al espaciamiento entre hileras en soja: I Intercepción de radiación y parámetros de crecimiento. 5 Congreso de la Soja del MERCOSUR 2011. Rosario, Argentina.
- MENDEZ, J.M.; BODRERO, M. L.; REGIS, C.; y ANDRIANI, J. 2001. Influencia de la fecha de siembra y estructura del cultivo sobre el comportamiento de cultivares de distinto ciclo en las localidades de Classon y Runciman. 2001. *Revista Soja para mejorar la Producción* 18:75-80.
- RIZZO, F.A. and DE LUCA, P.C. 2009. Impact of row spacing upon soybean crop yield. VIII World Soybean Research, Abstracts p 240.

- ROCCHI, L., BODRERO, M. L. y MARTIGNONE, R. 2000. Efecto del espaciamiento entre hileras y la densidad de plantas sobre el rendimiento de soja en siembras tardías. Para mejorar la producción. No 15 Soja Campaña 1999/00 EEA Oliveros
- SHIBLES R.M. and WEBER, C.R.. 1965. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. Crop Sci. 5:575-577.