

Evaluación de cultivares de soja en siembra de primavera

Norma Arias y Juan José De Battista
INTA EEA Concepción del Uruguay
Ruta 39 Km 143,5 (3260) Concepción del Uruguay
narias@concepcion.inta.gov.ar

La siembra de soja en la provincia de Entre Ríos mayoritariamente se realiza durante un amplio período que va desde octubre a enero. Durante todo ese período se producen importantes variaciones en lo que hace a fotoperíodo, temperatura y precipitaciones que influyen sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo.

En las últimas campañas se observa una tendencia a la ampliación aún más del período de siembra sobre todo adelantando la misma, es lo que denominamos soja primavera que comprende la siembra durante los meses de septiembre y octubre.

La fecha de siembra (FS) es una de las prácticas de manejo que más influye sobre el crecimiento y específicamente el rendimiento del cultivo. Actualmente se cuenta con numerosa información sobre los patrones de la evolución del desarrollo y crecimiento de los cultivares en función de la FS. En numerosos trabajos en lo que hace a diferentes FS De Battista et al. (2006, 2007, 2008) con cultivares de GM III al VII reporta que en FS tempranas de principio de octubre: 1. se logra la mayor longitud de ciclo; 2. se obtiene el mayor número de nudos en el tallo principal; 3. la altura de las plantas en R8 es algo menor a las FS de noviembre y 4. los rendimientos son similares a los que se obtienen en FS óptimas, dependiendo en gran medida de las condiciones hídricas de cada campaña.

El incremento de la longitud del ciclo total que se produce al adelantar la FS, es debido fundamentalmente al aumento de los días de emergencia a floración (R1), es decir la etapa netamente vegetativa. No obstante, en menor medida también se incrementa la duración de las etapas reproductivas, incluyendo el llenado de granos. Por lo que al adelantar la FS, aumenta la duración del llenado de granos y se adelanta su ocurrencia, con lo que logramos disponer de mayor radiación solar y temperatura para generar más rendimiento, todo esto en condiciones hídricas no limitantes.

Respecto a la altura de las plantas, los cultivares de HC indeterminado presentan menor reducción de la altura con el adelanto de la FS que los de HC determinado. Sin embargo, la altura lograda por cualquier cultivar varía con las condiciones ambientales y en especial con la disponibilidad hídrica.

El rendimiento presenta una estrecha relación con la FS, que depende del cultivar y el ambiente. En condiciones hídricas no limitantes es posible

incrementar el rendimiento con el adelanto de la FS, hasta la fecha en la que ocurran heladas tardías.

La estación de crecimiento disponible para un cultivo está definida por la época de ocurrencia de heladas y por la diferente sensibilidad a las mismas que presenta cada uno de los cultivos. El cultivo de soja es muy sensible a heladas durante todo su ciclo, temperaturas inferiores a 6 °C pueden representar la pérdida total del cultivo desde las primeras etapas del desarrollo, aunque los máximos daños se asocian a temperaturas por debajo de 0 °C (Otegui et al., 2003).

Para Concepción del Uruguay, la fecha media de última helada agronómica (en intemperie a 0.05 m sobre la superficie del suelo) es el 8 de octubre (Datos Estación Meteorológica INTA EEA C. del Uruguay, promedio 1967-2008). Para la campaña 2008-09 la última helada agronómica se produjo el 16 de septiembre.

Dentro de la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja (RECSO), a partir de la campaña 2005/06 se inicia la RECSO de Primavera que consiste en evaluar las características productivas y de adaptación a FS muy tempranas de cultivares de GM IV y V indeterminados. A fin de contar con información local, en la campaña 2008/09 se condujo la siguiente experiencia.

En el Campo Experimental de Soja de INTA EEA C. del Uruguay, ubicado en Villa Mantero (Entre Ríos), 32°23'170"S y 58°45'202"O, se evaluaron 21 cultivares de soja resistentes a glifosato, de GM IV y V indeterminado sembrados el 10 de octubre de 2008.

Se aplicó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se utilizaron parcelas de 6 m de largo y cuatro surcos a 52,5 cm.

El ensayo se implantó sobre un suelo Serie Arroyo Genacito (Argiudol vértico) con 4 años consecutivos de soja de primera, sobre la soja 07/08 se sembró un raigrás como cultivo de cobertura el que se secó con glifosato en agosto/08 y cuyas características pueden verse en la Tabla 1.

La siembra se realizó en directa con una sembradora Precisa Mini Giorgi y la semilla fue inoculada con inoculante turba Biagro 10.

Tabla 1. Datos analíticos del suelo al momento de la siembra.

Prof. (cm)	pH	C	MO	N Total	Rel C:N	P Bray 1 (ppm)
		(%)				
0-15	6,4	2,01	3,45	0,204	9,85	17,8

El ensayo se mantuvo libre de malezas e insectos plagas. Para el control de malezas en presiembra se aplicó Pivot + glifosato y durante el cultivo, previo al

cierre de surcos, se realizó una aplicación de Roundup UltraMax. Para el control de orugas defoliadoras se aplicó Curyom y para el control del complejo de chinches, a partir de formación de vainas, se aplicó Engeo. Para el control de enfermedades de fin de ciclo y roya de la soja se realizó una aplicación de Amistar X.

Durante el ciclo del cultivo (octubre 08 a marzo 09) se registró un total de 545 mm de lluvia y una ETP Penman de 989 mm, en la Figura 1 observa el balance hídrico decádico al que se agregó el mes de septiembre ya que los 61 mm de lluvia de ese mes se produjeron el 30/09, logrando humedad adecuada en el suelo que posibilitó la siembra el 10 de octubre. Desde el momento de la siembra hasta el 28 de enero fue el período en el que se registró el mayor déficit hídrico (321 mm) de la campaña, afectando a todos los cultivares y que se visualizó por el escaso desarrollo de las plantas que no llegaron a cerrar el entresurco y especialmente en los cultivares de GM más cortos que presentaron importante aborto de flores y vainas.

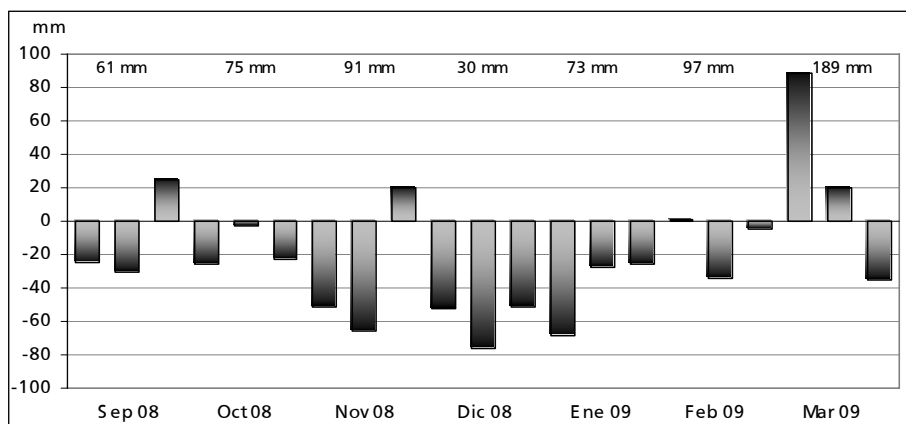


Figura 1. Balance hídrico, período septiembre 2008 a marzo 2009.

Se registró la fecha de ocurrencia de los siguientes estados fenológicos: R1, R5, R7 y R8, de acuerdo a la escala de Fehr y Caviness (1977).

En inicio de floración (R1) se determinó el número de nudos en el tallo principal. En plena madurez (R8) se determinó el número de nudos en el tallo principal, altura de planta y vuelco. Para la evaluación del vuelco en R8 se tomó una escala de 1 a 4 donde, 1: todas las plantas erectas y 4: todas las plantas volcadas. Previo a la cosecha se registró la manifestación del síndrome de tallo verde (STV).

Para la determinación de rendimiento en grano se cosecharon 5 metros lineales sobre los dos surcos centrales de cada parcela. Se determinó además el peso de mil semillas (PMG) y número de granos por superficie.

La fecha de cosecha fue diferente en función del ciclo de cada cultivar, comenzando el 14 de marzo para los cultivares de GM IV más cortos y finalizando el 6 de abril para los cultivares de GM V más largos.

Los resultados de rendimiento, PMG y número de granos/m² se analizaron estadísticamente por medio de un análisis de varianza y test de comparación de medias (DMS: Diferencia Mínima Significativa).

En la Tabla 2 se presentan las características de los cultivares evaluados.

Tabla 2. Características de los cultivares.

Cultivar	Criadero	GM	HC	FH	Color		
					F	Pb	H
NA 5909 RG	Nidera	5.9	I	A	P	G	Ni
NA 4990 RG	Nidera	4.9	I	A	B	M	N
AS 5308i	ASP	5.3	I	A	P	G	N
SP 4x9.9	SPS	4.9	I	A	B	M	N
NA 5009 RG	Nidera	5.0	I	A	B	M	N
SA 4900	SPS	4.9	I	A	P	G	C
NA 4903 RG	Nidera	4.9	I	A	P	G	Ni
DM 5.1i	Don Mario	5.1	I	A	B	M	N
DM 4970	Don Mario	4.9	I	A	P	G	N
BS 4.80	Bioceres	4.8	I	A	B	G	N
CHAMP 4.90	AGD	4.9	I	A	B	G	Ni
AS 4801	ASP	4.8	I	A	B	G	N
DM 5.5i	Don Mario	5.5	I	A	B	G	AO
SRM 4754	Sursem	4.7	I	A	B	G	N
CHAMP 4.55	AGD	4.5	I	A	B	G	N
SPS 5x5	SPS	5.5	I	A	P	G	AO
DM 5.9i	Don Mario	5.9	I	A	B	G	
DM 5.8i	Don Mario	5.8	I	A	B	G	AO
NA 5209 RG	Nidera	5.2	I	A	P	M	
SRM 5301	Sursem	5.7	I	A	P	G	CO
NA 5509 RG	Nidera	5.5	I	A	B	M	N

GM: Grupo madurez. **HC:** Hábito de crecimiento. **I:** Indeterminado. **F:** Color de flor. **P:** Púrpura. **B:** Blanca. **Pb:** Color de pubescencia. **M:** Marrón. **G:** Gris. **H:** Color de Hilo. **N:** Negro. **Ni:** Negro imperfecto. **CO:** Castaño oscuro. **C:** Castaño. **AO:** Amarillo oscuro. **FH:** Forma de hoja. **A:** Ancha.

Resultados

En la Tabla 3 se detallan los resultados de las evaluaciones fenológicas: número de nudos en el tallo principal en inicio de floración (R1) y en madurez (R8), los días de emergencia a R1 y R8, los días de llenado de grano (desde R5 a R7), la altura de planta en R8 y la manifestación del STV como % de severidad. Los valores son promedio de 3 repeticiones.

No se presentan los datos de vuelco ya que ningún cultivar presentó vuelco asociado a la poca altura de planta alcanzada.

Tabla 3. Número de nudos en R1 y R8, días a R1 y R8, días llenado de granos (R5 a R7), altura de planta y STV de cultivares de soja primavera, campaña 2008/09.

Cultivar	Nudos en R1	Nudos en R8	Días a R1	Días llenado granos	Días a R8	Altura (cm)	STV (%)
NA 5909 RG	9	18	59	42	162	60	20
NA 4990 RG	7	19	49	41	139	52	23
AS 5308i	7	18	50	44	142	50	40
SP 4x9.9	8	19	46	41	138	51	50
NA 5009 RG	9	19	48	41	137	47	7
SA 4900	6	18	48	43	137	44	40
NA 4903 RG	8	15	49	40	141	43	50
DM 5.1i	8	18	49	40	142	46	33
DM 4970	7	16	46	43	136	44	17
BS 4.80	8	14	46	40	140	39	50
CHAMP 4.90	8	18	48	43	138	40	50
AS 4801	7	15	46	39	138	37	50
DM 5.5i	10	19	59	35	145	54	13
SRM 4754	7	19	48	39	137	47	17
CHAMP 4.55	8	14	46	32	134	39	50
SPS 5x5	9	16	59	32	146	49	23
DM 5.9i	9	19	59	39	158	53	7
DM 5.8i	9	19	59	40	147	50	20
NA 5209 RG	8	16	49	45	142	45	27
SRM 5301	8	16	59	30	145	50	23
NA 5509 RG	7	19	53	38	146	55	20
Promedio	8	17	51	39	142	47	30

En inicio de floración (R1), se registró un valor promedio de 8 nudos en el tallo principal, con muy poca variación entre cultivares al igual que para los nudos en plena madurez (R8) que registró un valor promedio de 17 (Tabla 3).

Los días a R1 promedio fueron de 51, los cultivares de GM IV llegaron a R1 en 47 días promedio y los de GM V en 55 días promedio. La floración se inició entre el 5 y el 9 de diciembre para los cultivares de GM IV y V más cortos y el 18 de diciembre para los cultivares de GM V largo.

El período de llenado de granos contempló en promedio 39 días, sin haber diferencia entre GM. En cuanto a los días a R8, el valor promedio fue de 142, los cultivares de GM IV tuvieron un ciclo total promedio de 138 días y los de GM V 146 días en promedio. La madurez (R8) ocurrió entre el 3 al 8 de marzo para los cultivares más cortos y entre el 25 y 31 de marzo para los más largos.

La altura media para todos los cultivares fue de 47 cm, teniendo los cultivares de GM IV un promedio de altura menor que los de GM V, 44 versus 51 cm.

Es interesante destacar los bajos valores de altura de planta que presentaron todos los cultivares asociado a las condiciones ambientales de la campaña, también se observó que ningún cultivar logró cerrar el surco en ninguna etapa.

En cuanto al STV todos los cultivares lo manifestaron con un promedio de 30 %, pero los cultivares de GM V presentaron un mejor comportamiento teniendo un promedio de 20 %. Si observamos en la Tabla 3, numerosos cultivares de GM IV presentaron un 50 % de STV. Al respecto, Peltzer y Formento (2006) destacan que un aspecto que puede incidir en la manifestación del STV podría asociarse a los cambios culturales acontecidos en los últimos años para la producción de soja, como el adelantamiento en la fecha de siembra y el material genético utilizado, las fechas tempranas como las de septiembre y octubre presentan altos valores de STV, afectando principalmente a los cultivares de GM cortos.

En la Tabla 4 se presentan los rendimientos en grano (corregidos a 13,5 % de humedad), el rendimiento relativo al promedio, el tamaño de la semilla (PMG) y el número de granos/m². Los valores son promedio de 3 repeticiones.

El rendimiento promedio fue de 1.434 kg/ha siendo superado por la mitad de los cultivares. Se destaca superando al promedio en un 40 % NA5909RG, y entre 25 % y 13 % sobre el promedio NA4990RG, AS5308i, SP4x9.9 y NA5009RG. Se observan diferencias significativas entre cultivares con un valor de 262 kg/ha como diferencia mínima significativa ($p < 0.05$).

En general, los bajos valores en los rendimientos alcanzados se explican por las condiciones ambientales de la campaña 2008/09 caracterizada por un importante déficit hídrico. En la campaña 2006/07, bajo condiciones hídricas muy favorables para el cultivo, Peltzer y Santos (2007) reportan rendimientos

entre 3.100 a 6.100 kg/ha en cultivares de soja primavera y para la campaña 2007/08, en Paraná, con condiciones hídricas intermedias se obtuvieron rendimientos entre 1.400 y 4.000 kg/ha en siembra del 10 de septiembre (INTA EEA Marcos Juárez, 2007).

Respecto a la variable PMG, para esta campaña vemos que esta variable fue muy afectada por las condiciones ambientales presentando un valor promedio de 130 g, destacándose el cultivar NA5909RG por presentar el mayor valor de 166 g.

Tabla 5. Rendimiento, rendimiento relativo al promedio, peso de mil granos (PMG) y número de granos/m² de cultivares de soja primavera, campaña 2008/09.

Cultivar	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento relativo	PMG (g)	Número de granos/m ²
NA 5909 RG	2013 a	140	166	1212
NA 4990 RG	1791 ab	125	129	1400
AS 5308i	1779 ab	124	152	1166
SP 4x9.9	1675 abc	117	139	1199
NA 5009 RG	1627 abcd	113	126	1279
SA 4900	1552 abcd	108	138	1111
NA 4903 RG	1519 bcde	106	140	1080
DM 5.1i	1506 bcde	105	125	1219
DM 4970	1500 bcde	105	120	1251
BS 4.80	1471 bcde	103	133	1105
CHAMP 4.90	1470 bcde	103	133	1107
AS 4801	1470 bcde	102	131	1124
DM 5.5i	1409 bcdef	98	131	1078
SRM 4754	1404 bcdef	98	120	1166
CHAMP 4.55	1281 cdef	89	124	1031
SPS 5x5	1258 cdef	88	123	1023
DM 5.9i	1223 def	85	124	975
DM 5.8i	1135 ef	79	127	839
NA 5209 RG	1070 ef	75	127	839
SRM 5301	1018 f	71	110	913
NA 5509 RG	947 f	66	102	924
Promedio	1434	100	130	1096
CV (%)	15.70		7.90	14.20
DMS	438		17	262

En columnas, letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$) según Test DMS.

En cuanto al número de granos/m² fue muy bajo para todos los cultivares con un promedio de 1.096, asociado a las limitantes ambientales que propiciaron un importante aborto de flores y vainas.

En la expresión del rendimiento, ambos componentes del rendimiento aportaron casi por igual, encontrando relaciones no muy estrechas con valores de R²=0.60 para la relación PMG y rendimiento y de 0.73 % para la relación número de granos y rendimiento (Figuras 2 y 3).

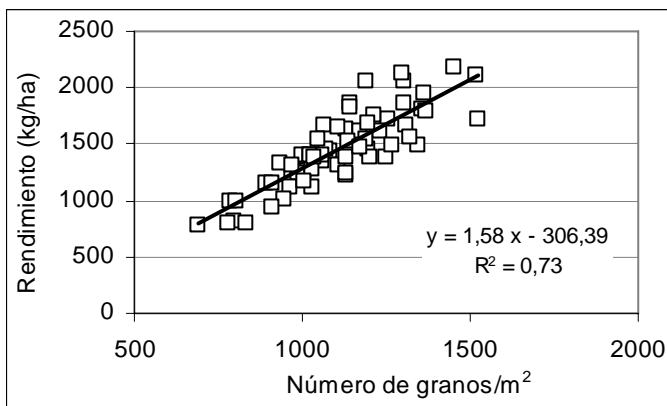


Figura 2. Relación entre número de granos/m² y rendimiento en cultivares de soja primavera, campaña 2008-09.

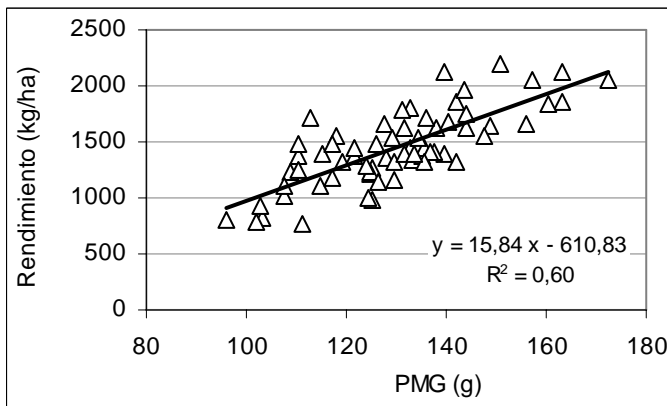


Figura 3. Relación entre PMG y rendimiento en cultivares de soja primavera, campaña 2008-09.

Consideraciones finales

La elección del cultivar para una siembra de soja primavera se debería realizar teniendo en cuenta no solamente el potencial de rendimiento de los cultivares sino también otras características como comportamiento al STV, al vuelco y altura de planta.

La repetición de estos ensayos en tiempo y espacio resulta muy importante para generar información necesaria en el momento de decidir qué cultivar sembrar en fechas muy tempranas.

Bibliografía

De Battista, J.J.; Arias, N.; Koch, R. y Dieci, A. 2008. Comportamiento de cultivares de soja en fechas de siembra. Resultados 2007/08. En: Cultivo de soja en el centro este de Entre Ríos. Resultados 2007/08. Bol. Téc. Serie Prod. Veg. N° 49. INTA EEA C. del Uruguay. Pág. 47-63.

De Battista, J.J.; Arias, N.; Rodríguez, H. y Curti A. 2006. Comportamiento de cultivares de soja en fechas de siembra. Resultados 2005/06. En: Cultivo de soja en el centro este de Entre Ríos. Resultados 2005/06. Bol. Téc. Serie Prod. Veg. N° 47. INTA EEA C. del Uruguay. Pág. 39-52.

De Battista, J.J.; Arias, N.; Rodríguez, H. y Giménez, D. 2007. Comportamiento de cultivares de soja en fechas de siembra. Resultados 2006/07. En: Cultivo de soja en el centro este de Entre Ríos. Resultados 2006/07. Bol. Téc. Serie Prod. Veg. N° 48. INTA EEA C. del Uruguay. Pág. 93-108.

Fehr, W.R. y Caviness, C.E. 1977. Stages of soybean development. Iowa St. Univ. Special Report 80. 11pp.

INTA EEA Marcos Juárez. 2008. Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja. Informe Técnico de resultados de la campaña 2007-08. 54 de agosto de 2008.

Otegui, M.E. y López Pereira, M. 2003. Fecha de siembra. En: Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Eds. E. Satorre *et al.* FAUBA. Pág. 259-275.

Peltzer, H.F. y A.N. Formento. 2006. Variabilidad entre cultivares de soja (*Glycine max*) y fechas de siembra en la manifestación del síndrome de tallo verde. Resúmenes expandidos. Mercosoja 2006. 3^{er} Congreso Soja Mercosur. 27-30 junio, Rosario, Argentina. p. 336-339.

Peltzer, H.F. y Santos, D. 2007. Evaluación de cultivares de soja primavera. En: Actualización Técnica Soja 2007. Serie Extensión N° 45. INTA EEA Paraná. Pág. 35-38.