

RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD SEGÚN FECHA DE SIEMBRA EN LA REGIÓN CENTRO-NORTE DE CÓRDOBA, ARGENTINA

Toledo Rubén E. ⁽¹⁾; Rubiolo Oscar J. ⁽²⁾

(1) Conductor de ensayos proyecto Nacional INTA. toledoruben@yahoo.com.ar

(2) Cátedra de Cereales y Oleaginosas - Fac. de Cs. Ags. - U. N. C. orubiolo@agro.uncor.edu

Cereales y Oleaginosas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Av. Valparaíso s/n. Ciudad Universitaria. 5000 Córdoba, Argentina.

Palabras clave: soja, fecha de siembra, grupos de madurez, estabilidad, rendimiento.

INTRODUCCION

El surgimiento en los últimos años de la actividad agrícola en la región centro-norte de Córdoba se debe, principalmente, a la incorporación del cultivo de soja en los sistemas productivos. La difusión de esta oleaginosa en la región fue acompañada de un importante aporte tecnológico, que permitió adoptar cultivares de mejor comportamiento y adaptados a las diferentes zonas productivas.

El rendimiento tiene relación directa con la fecha de siembra (FS), e influye en forma preponderante en la respuesta del grupo de madurez (GM), el comportamiento medio de un conjunto de variedades en un ambiente, se puede tomar como una medida biológica que caracteriza al mismo. (Martinez Alvarez *et al.*, 1995) El ciclo de la variedad y la fecha de siembra son los dos elementos claves para ajustar el momento de ocurrencia del período crítico (Andrade *et al.*, 2000) En ambientes sin deficiencias hídricas, la combinación adecuada de la variedad y del momento de siembra incrementa el rendimiento en forma lineal a medida que se adelanta la FS, siendo la elección de la época una de las prácticas agronómicas más importantes en la determinación del rendimiento (Otegui *et al.*, 2004)

Las siembras comenzaron en septiembre y se utilizaron variedades de GM III al VI; en siembras de fines de septiembre se destacó el GM V de hábito de crecimiento indeterminado (ind), en octubre se obtuvieron los máximos registros donde el GM IV largo fue el de mayor registro, en siembra tardía tuvieron mejor respuesta los GM más altos pero no con diferencias significativas como ocurrió en la FS tempranas. El GM V ind fue el más estable a lo largo de las FS, con un buen comportamiento tanto en ambientes de buena como de mala calidad.

El objetivo del trabajo fue estudiar cómo influye la modificación de la FS sobre el rendimiento y la estabilidad del cultivo de soja, en ambientes representativos de la región centro-norte de Córdoba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los resultados se obtuvieron a partir de macroparcelas en campos de productores de la región Córdoba Norte de AACREA (2000/01 y 2001/02), y de microparcelas sembradas en las campañas 2002/03 al 2004/05 en el campo escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (31°19'LS, 64°13' LW) en el marco del proyecto “Potencialidad productiva y calidad industrial del cultivo de la soja, en función del ambiente y del manejo”, cuya coordinación está a cargo de la EEA-INTA Marcos Juárez.

Los materiales (tabla 1) fueron sembrados en seis FS promedio: la 1^{era} fue el 25 de septiembre, la 2^{da} el 13 de octubre, la 3^{era} el 30 de octubre, la 4^{ta} el 21 de noviembre, la 5^{ta} el 11 diciembre y la 6^{ta} se sembró el 07 de enero. Se utilizaron bloques completos aleatorizados con tres repeticiones; la unidad experimental fue una parcela de tres surcos de 100 m de largo en las primeras dos campañas, de 3 surcos de 3 metros de largo en las campañas 2002/03 y 2003/04, y de 4 surcos de 4 metros de largo en la campaña 2004/05. En todos los casos la distancia entre hilera fue de 0,52 metros, con 25 semillas sembradas por metro lineal.

Tabla 1:

	Cultivares	Campaña	HC		Cultivares	Campaña	HC
GM III ciclo largo	DM3700 RR	2002/03/04/05	indeterminado	GM V ciclo corto	A5409 RG	2000/01/02/03/04	indeterminado
	A3770 RG	2000/01	indeterminado		RAR 514 RR	2004/05	indeterminado
	DM3800 RR	2000/01	indeterminado	GM V ciclo largo	Maria55 RR	2000/01	determinado
	A3901 RG	2002/03/04	indeterminado		A5520 RG	2002/03	determinado
	DM 3950 RR	2002/03	indeterminado		A5634 RG	2000/01	determinado
			Rafaela58 RR		2002/03	determinado	
GM IV ciclo corto	DM4200 RR	2004/05	indeterminado	A5901 RG	2000/01/02/03/04	determinado	
	A4303 RG	2003/04	indeterminado	A5766 RG	2004/05	determinado	
	DM4400 RR	2002/03	indeterminado	GM VI	A6401 RG	2000/01	determinado
GM IV ciclo largo	DM 4600 RR	2002/03/04/05	indeterminado		A6411 RG	2003/04/05	determinado
	DM 4800 RR	2000/01/02/03/04	indeterminado		A6445 RG	2000/01/02/03	determinado
	DM 4870 RR	2004/05	indeterminado				
	DM 500480 RR	2002/03/04/05	indeterminado				
	A4910 RG	2002/03/04	indeterminado				
	TJ 2049 RR	2004/05	indeterminado				

Para la determinación del rendimiento se cosecharon las plantas ubicadas en los dos metros del surco central (2 m²), en la última campaña aquellas situadas en los dos metros de los dos surcos centrales (4 m²) Se trillaron las plantas recolectadas, las muestras de semillas fueron colocadas en estufas de aire forzado durante 72 horas y luego se pesaron en una balanza electrónica. El promedio de todos los grupos en cada FS fue denominado promedio ambiental.

La estabilidad de los GM se estimó a través de la prueba de LSD de Fischer, y a través del método de rendimiento relativo. En la Tabla 2 se observan las precipitaciones desde septiembre a mayo, registradas a partir de la campaña 2002, y datos promedios a partir del año 1931 del INTA Manfredi (31° 49'LS, 63° 46'W)

Tabla 2:

	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may
pp(mm) 2002/03	0	53	132	127	133	71	147	84	13
pp(mm) 2003/04	0	19	93	181	11	27	28	50	40
pp(mm) 2004/05	0	45	92	168	185	87	140	28	1
pp(mm) histórico	34	75	101	121	118	95	102	54	23

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El rendimiento de los GM disminuyó a medida que se atrasó el momento de siembra. Idéntica respuesta de los GM reportaron (Zgrablich *et al.*, 2002) y (Baigorri 2004), afirmando este último que el rendimiento aumenta en forma lineal y creciente cuando se adelanta la siembra.

En la Figura 1 se observa que la tendencia de los GM III y IV registraron valores máximos en octubre en la FS del 13 de octubre se destacó el GM IV largo (4548 kg ha⁻¹) con diferencias significativas al resto de los GM (tabla 3), en la FS del 30 de octubre el mayor valor fue registrado por el GM III (4422 kg ha⁻¹), pero sin diferencias significativas con respecto a los demás GM (tabla 3). Según Toledo y Rubiolo (2005a), los GM más bajos responden mejor cuando se siembran entre el 23 de octubre y el 15 de noviembre. Mientras que Torrent (2003) reportó que en los últimos años, para la región centro-norte de Córdoba, los rendimientos son mayores entre el 16 y el 31 de octubre utilizando predominantemente el grupo IV. A partir de la 2^{da} quincena de octubre la reducción del rendimiento en el GM III largo fue de 26 kg ha⁻¹ por día de atraso en la siembra, en el GM IV fue de 20 kg ha⁻¹ por día. Andrade *et al.* (2000) establecieron que en condiciones de crecimientos sin limitaciones hídricas y nutricionales los rendimientos se reducen menos de 40 kg ha⁻¹ por día. Baigorri (2004) reportó que al adelantar la FS el rendimiento varía entre 20-40 kg ha⁻¹ por día.

En la Figura 2 se observa la mayor estabilidad en el rendimiento de los GM V corto indeterminado y VI determinado, con valores máximos a fines de septiembre con reducción de 15 y 13 kg ha⁻¹ por día respectivamente, y con diferencias significativas entre los GM (Tabla 3) El GM V largo determinado tuvo un comportamiento similar al observado en los GM más bajos, pero con reducción de 11 kg ha⁻¹ por día a partir de la 2^{da} quincena de octubre. Bodrero *et al.* (2003) reportaron en la zona núcleo de producción de soja a los GM V, VI y VII de HC indeterminado. Igualmente Toledo *et al.* (2005) mencionaron a los GM altos pero seleccionando cultivares de mayor ciclo. El principal inconveniente en esta FS es la escasez de

precipitaciones invernales, el promedio a partir de 1931 fue de 35 milímetros, y de 69 mm milímetros si se incorpora septiembre (INTA Manfredi, 2006).

En FS tardía se destacó el GM V corto indeterminado pero no se obtuvo diferencias significativas con respecto al GM IV largo, como sí ocurrió en FS de septiembre. Según Baigorri (1997) en siembras posteriores al 10 de diciembre se comienza la siembra con cultivares de ciclo más largo y finaliza con los de ciclo más corto. Toledo *et al.* (2005b) resaltaron que en siembras posteriores a noviembre los GM altos de HC determinado, y en menor medida los indeterminados, mejoran su comportamiento.

Figura 1:

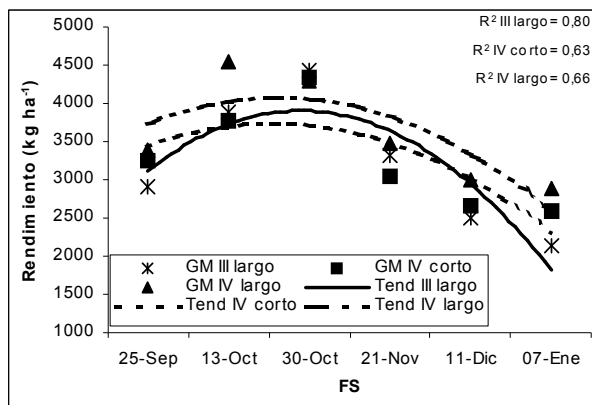


Figura 2:

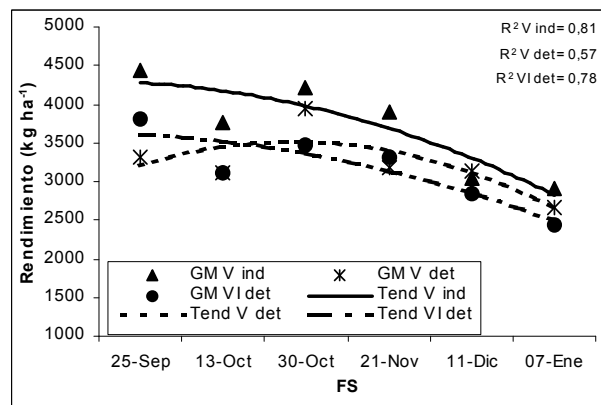


Tabla 3:

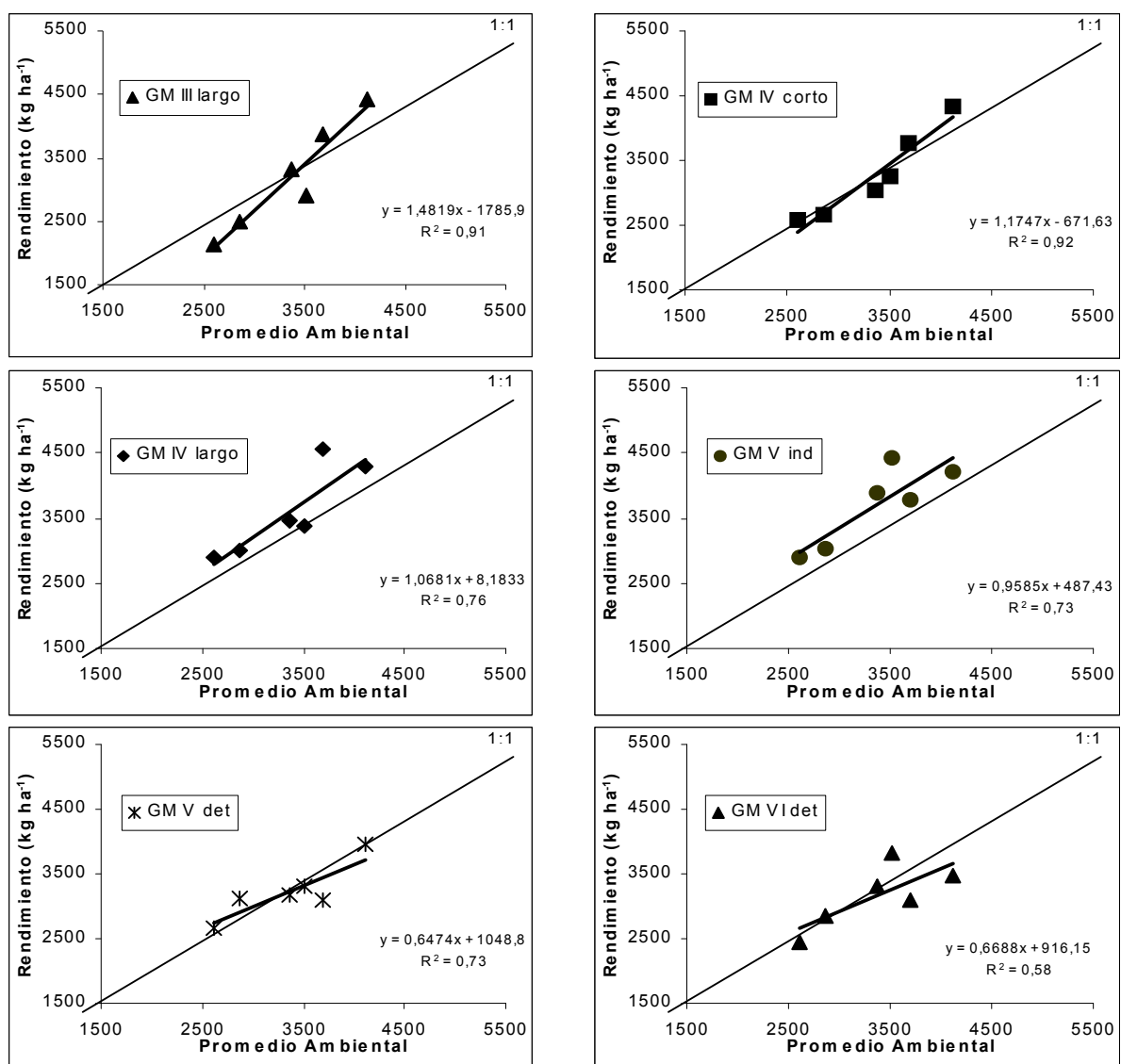
FS	25-Sep	13-Oct	30-Oct	21-Nov	11-Dic	07-Ene	Promedio
RTO Absoluto GM III largo	2907c	3876ab	4422a	3322ab	2500b	2136b	3194
RTO Relativo	83	105	107	99	87	82	94
CV %	16,29	29,03	24,97	22,57	24,41	24,66	23,66
Desvio Estandar	5,7	10,7	10,3	7,6	7,0	6,4	8,0
RTO Absoluto IV corto	3252bc	3771ab	4348a	3049b	2651ab	2593ab	3277
RTO Relativo	93	102	105	90	93	100	97
CV %	17,81	28,3	13,29	18,81	16,49	20,71	19,24
Desvio Estandar	6,3	10,4	5,5	6,3	4,7	5,4	6,4
RTO Absoluto IV largo	3376b	4548a	4286a	3473ab	3009ab	2892a	3597
RTO Relativo	96	123	104	103	105	111	107
CV %	22,22	25,01	25,21	21,26	23,20	28,75	24,28
Desvio Estandar	7,8	9,2	10,4	7,2	6,6	7,5	8,1
RTO Absoluto V ind	4429a	3769b	4215a	3894a	3041ab	2900a	3708
RTO Relativo	126	102	102	116	106	111	111
CV %	11,94	31,15	20,11	24,33	27,59	17,12	22,04
Desvio Estandar	4,2	11,5	8,3	8,2	7,9	4,5	7,4
RTO Absoluto V det	3306bc	3103b	3955a	3173b	3135a	2674a	3224
RTO Relativo	94	84	96	94	110	103	97
CV %	19,67	27,12	30,73	27,08	24,27	19,99	24,81
Desvio Estandar	6,9	10,0	7,6	9,1	6,9	5,2	7,6
RTO Absoluto VI det	3813b	3081b	3468a	3315ab	2841ab	2441ab	3160
RTO Relativo	109	84	84	98	99	94	95
CV %	9,78	32,25	33,1	26,34	43,91	22,58	27,99
Desvio Estandar	3,4	11,9	13,6	8,9	12,6	5,9	9,4
RTO Ambiental Absoluto	3514	3691	4116	3371	2863	2606	3360
CV %	16,29	28,81	24,57	23,40	26,65	22,30	23,67

En base a la prueba LSD de Fischer el GM V indeterminado fue el más estable, esto en base a que fue el GM de mayor rendimiento promedio y el que más veces no difirió significativamente con el GM de

mayor registro en cada FS. El método de rendimiento relativo supera el inconveniente de la modificación de la varianza de los rendimientos según FS, facilita la comprensión de la interacción genotipo-ambiente y ayuda a identificar a aquellos de mejor adaptación. El GM V indeterminado y IV largo registraron valores relativos superiores a 100, pero solo el primero superó este valor en las seis FS. (Tabla 3)

En la Figura 3 se observa la dispersión de cada GM considerando la media ambiente (línea 1:1); ante variaciones en la calidad ambiental, el GM V indeterminado y en menor medida el GM IV largo siempre superaron el promedio. Los GM III y IV corto tuvieron mejor comportamiento cuando el promedio superó 4000 kg ha⁻¹ (ambiente de alta calidad), cuando el promedio fue inferior a los 2500 kg ha⁻¹ los de mejor respuesta fueron el GM V determinado y VI (ambiente de baja calidad).

Figura 3:



Entonces, los resultados obtenidos variaron con la FS y en algunos casos con diferencias significativas entre los GM, el GM V indeterminado y en menor medida el GM IV largo fueron los más estables a través de la FS. La respuesta diferente de los GM destaca la importancia de la correcta elección del material.

BIBLIOGRAFIA

Andrade, F. y A. Cirilo, 2000. Fecha de siembra y rendimiento de los cultivos. En: Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. F. Andrade y V. Sadras (eds.). Balcarce, Editorial Médica Panamericana. pp 135-131.

Baigorri, H., 1997. Manejo del cultivo. En: El cultivo de la Soja en Argentina. L. Giorda y H. Baigorri (eds.). Córdoba, INTA Centro Regional Córdoba. pp 125-137.

Baigorri, H., 2002. Conclusiones sobre el efecto de la fecha de siembra en el desarrollo y crecimiento de los cultivos. En: Manejo del cultivo de la soja en Argentina: Actualizaciones. H. Baigorri (ed.). Marcos Juárez, INTA EEA. pp 100-111.

Baigorri, H., 2004. Criterios para la elección y el manejo de cultivares. En: Soja: Actualizaciones 2004. H. Baigorri, A. del Pino y L. Segura (eds.). Marcos Juárez, INTA EEA. pp 61-76.

Bodrero M., J. Enrico, R. Martignone y P. Nicola, 2003. Cultivares y fecha de siembra. En: Agromercado. Cuadernillo nº 78. pp 26-31.

INTA Manfredi, 2006. Histórico de lluvias en mm desde el año 1931 [en línea]. <<http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/clima/historico/lluvde31.htm>> [Consultado: 21/04/06].

Martinez Alvarez; A. Z. Corral y S. B. Bologna, 1995. Adaptación, Estabilidad relativa y rendimiento medio de cultivares de soja en Villa Mercedes (San Luis) En libro de del 1er Congreso Nacional de Soja y Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos. Pergamino, Asociación Ingenieros Agrónomos de la zona norte de la Provincia de Buenos Aires. pp 120-133.

Kruk, B. y E. Satorre, 2004. Densidad y arreglo espacial del cultivo. En: Producción de Granos: Bases funcionales para su manejo. E. Satorre... [et al.]. 2^{da} edición. Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía. pp 295-297.

Otegui M. y M. López Pereira, 2004. Fecha de siembra. En: Producción de Granos: Bases funcionales para su manejo. E. Satorre... [et al.]. 2^{da} edición. Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía. pp 262-273.

Toledo, R., M. Cantarero y O. Rubiolo, 2005. Cartilla de manejo del cultivo de Soja. En: Compendio bibliográfico Cereales y Oleaginosas tomo II. Córdoba, Centro de Estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias UNC.

Toledo, R. y O. Rubiolo, 2005a. Análisis comparativo entre Grupos de Madurez III al VII, sembrados en Capilla de Los Remedios, Córdoba. Campañas 2002/03, 2003/04 y 2004/05. En: Soja: Actualizaciones 2005. H. Baigorri, A. del Pino y L. Segura (eds.). Marcos Juárez, INTA EEA. Información para extensión nº 97. Eds: H. Baigorri, A. del Pino y L. Segura, Marcos Juárez. pp 13-19.

Toledo, R. y O. Rubiolo, 2005b. Evaluación del comportamiento de variedades de soja de Grupo de Madurez III al VII, sembradas en Capilla de Los Remedios; Córdoba, campaña 2004/05 (en línea) En: <http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=4486&idSec=6&publi=72> (consultado: 27/02/06).

Torrent, M., 2003. La soja en los planteos de producción en el norte de Córdoba. En: El libro de la Soja. AACREA, AAPRESID (eds.). Buenos Aires. pp 205-210.

Zgrablich S., R. Toledo, M. Cantarero y O. Rubiolo, 2002. Crecimiento de cultivares de GM III al VI en FS de Octubre a Diciembre en el norte de Córdoba, campaña 2001/02. En: Manejo del cultivo de la soja en Argentina: Actualizaciones. H. Baigorri (ed.) Marcos Juárez, INTA EEA. pp 62-65.