

Productividad de soja en la zona centro de Córdoba, Argentina

Autor: Ing. Agr. Rubén Toledo
Facultad de Ciencias Agropecuarias, U.N.C. rtoledo@agro.unc.edu.ar

INTRODUCCION

La brecha existente entre el rendimiento potencial y logrado del cultivo de soja está limitado, por ejemplo, por la distribución de precipitaciones, aspectos nutricionales, incidencia de malezas, plagas y enfermedades, y que son, junto a otras adversidades, de gran influencia en la restricción del crecimiento. (Iltersum and Rabbinge, 2007) El techo de rendimiento para un ambiente de producción, a excepción de la influencia de los mencionados factores bióticos y abióticos, está estrechamente vinculado con las temperaturas, radiación y fotoperiodo que imperan entre R3-R5,5. (Egli, 2006) citado por Vega, (2012). Por todo esto, la decisión pasa por una adecuada elección de la fecha de siembra (FS), que junto con la combinación con el GM le permitirá explorar las mejores condiciones ambientales durante la etapa crítica del cultivo, lo que favorecerá la generación de un mayor número de granos, que por ser el principal componente numérico, incrementará el rendimiento. El objetivo de este trabajo es analizar las respuestas productivas del GM IV, GM V y GM VI sembrados en la zona central de Córdoba entre la 2^{da} quincena de octubre y la 1^{er} quincena de enero.

MATERIALES Y METODOS

En las campañas 2002 al 2013, en el Área Experimental del Campo Escuela de la FCA-UNC (31°19'LS, 64°13'LV) se sembraron manualmente con una densidad promedio de 30 plantas logradas m², ensayos comparativos de rendimiento. En la Tabla 1 se presenta las precipitaciones de todas las campañas analizadas, y en la Tabla 2 se detallan los cultivares participantes según la campaña; clasificados por GM y largo de ciclo dentro de cada GM. Las FS fueron cinco: 13 de octubre, 02 de noviembre, 22 de noviembre, 14 de diciembre y 12 de enero.

Tabla 1. Precipitaciones de once campañas agrícolas en Córdoba

Campaña	Meses								Acumulado
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	
2002	0	53	132	127	133	71	147	84	747
2003	0	19	93	181	11	27	28	50	409
2004	0	45	92	168	185	87	140	28	745
2005	13	61	73	86	234	45	60	121	693
2006	15	41	133	141	100	88	170	121	809
2007	67	11	25	71	98	126	129	43	570
2008	51	2	74	50	58	65	71	0	371
2009	14	7	109	54	66	113	119	34	516
2010	57	76	93	42	202	80	37	55	642
2011	15	85	112	51	97	123	87	96	666
2012	68	126	69	102	96	93	31	29	614
2013	57	76	93	42	202	80	37	55	642
Media	30	50	92	93	123	83	88	60	619

Los experimentos se condujeron según un diseño en bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones. La unidad experimental fue una parcela de 4 surcos de 4 m. Para obtener el rendimiento se cosecharon 2 m lineales de cada uno de los dos surcos centrales (2,08 m²), cuyo análisis se realizó con el valor ajustado al 13,5 % de humedad de grano. En todas las campañas el espaciamiento entre hileras fue de 0,52 m.

Estos ensayos formaron parte de proyectos nacionales coordinados por la EEA INTA Marcos Juárez para analizar los efectos de los factores GM y FS a través de los años, y fueron utilizados en este trabajo para obtener los promedios, realizar un análisis de regresión lineal tomando como variable dependiente el rendimiento y como variables regresoras al número y al peso de los granos, y para elaborar gráficos de la distribución empírica, en función de la variable de estudio y el GM, todo esto a través del programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2013).

Tabla 2. Cultivares intervinientes según campaña

Cultivares	Campañas	GM	HC	Cultivares	Campañas	GM	HC
SP4500	2008/09	IV largo	ind	DM4970	2008/12	IV largo	ind
DM4600	2002/08	IV largo	ind	A4990	2010/12	IV largo	ind
SRM4602	2012/13	IV largo	ind	DM4970	2010/11	IV largo	ind
DM4612	2012/13	IV largo	ind	TJ2049	2004/05	IV largo	ind
A4613	2007/11	IV largo	ind	SRM5001	2011/13	V corto	ind
DM4800	2002/04	IV largo	ind	NA5009	2008/13	V corto	ind
FN4,85	2011/12	IV corto	ind	SRM5200	2012/13	V corto	ind
DM4870	2004/08	IV largo	ind	A5409	2002/04	V corto	ind
DM50048	2002-04	IV largo	ind	A6445	2002/03	VI	det
RA418	2005/06	IV largo	ind	A6411	2003/10	VI	det
SA4900	2008/09	IV largo	ind	A6517	2010/12	VI	det
SRM4901	2011/12	IV corto	ind	NA6127	2012/13	VI	det
A4910	2002/04	IV largo	ind				

HC: Hábito de crecimiento; ind: indeterminado, det: determinado. Si la campaña se muestra con "-" indica presencia del cultivar en esa secuencia de años.

RESULTADOS

En la Tabla 3 se observa que los mayores registros, para las diferentes variables de estudio, se lograron entre la 2^{da} quincena de octubre y la 2^{da} de noviembre. Con respecto a las vainas planta⁻¹ el mayor promedio se obtuvo en octubre (58) con diferencias estadísticas significativas en diciembre y en menor medida enero, donde el GM IV largo se destacó con sus registros en FS tempranas y los GM mayores en FS tardías. El promedio de los GM fue similar (47), donde el 90 % de las veces (percentil 10) se obtuvieron valores superiores a 24 (GM IV largo), 27 (GM V corto), y 23 (GM VI); por otro lado el 10 % de las veces (percentil 90) el GM IV largo registró 75, el GM V corto 66 y el GM VI 74 vainas planta⁻¹. Figura 1a.

El comportamiento del número de granos vaina⁻¹ fue similar a la variable anterior con respecto a las FS de mayores registros, donde se destacó el GM IV largo con diferencias estadísticas significativas con respecto al resto en diciembre, y sin diferencias con el GM VI pero si con marcada diferencia con el GM V corto en enero. Tabla 3. El promedio para el GM V corto fue de 1,4 granos vaina⁻¹ y fue similar para el resto de los GM (1,6). Se obtuvo frecuencias similares para los GM, con percentiles 10 y 90 de 0,6 y 2,6 granos vaina⁻¹ respectivamente. Figura 1b.

Tabla 3. Promedios de las variables de estudio, según FS y GM

FS	GM	Vainas por planta	Nº granos por vaina	Peso 1000 granos	Nº granos/mt ²	RTO(kg/ha)
13-oct	IV largo ind.	62,7 A	1,4 A	143,0 A	2325,1 A	3640,9 A
	V ind corto ind.	57,8 A	1,2 A	146,6 A	1872,7 A	3137,8 A B
	VI det.	53,1 A	1,4 A	142,1 A	1924,2 A	2931,6 B
02-nov	IV largo ind.	54,2 A	1,5 A	141,8 A	2369,3 A	3737,5 A
	V ind corto ind.	51,6 A	1,4 A	139,1 A	2066,4 A	3381,1 A B
	VI det.	52,0 A	1,8 A	137,0 A	2109,9 A	3178,2 B
22-nov	IV largo ind.	44,2 A	1,8 A	138,6 A	2276,9 A	3540,8 B
	V ind corto ind.	47,0 A	1,8 A	143,7 A	2341,3 A	4046,3 A
	VI det.	48,4 A	1,7 A	135,7 A	2230,8 A	3307,0 B
14-dic	IV largo ind.	37,8 B	2,0 A	138,3 A	2071,7 A	3169,6 A
	V ind corto ind.	48,6 A	1,5 B	135,2 A	2027,7 A	3213,9 A
	VI det.	40,7 A B	1,7 A B	138,1 A	2019,6 A	3004,5 A
12-ene	IV largo ind.	32,6 A	1,5 A	127,2 A	1429,4 A	2072,4 A
	V ind corto ind.	31,8 A B	0,7 B	117,3 A	713,1 B	1158,2 B
	VI det.	39,9 A	1,4 A	130,9 A	1419,4 A	1966,1 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)

En cuanto al peso de 1000 granos no se registraron diferencias estadísticas significativas entre los GM, destacándose la FS de octubre donde se obtuvieron los mayores pesos promedio (137 g). Tabla 1. El 90 % de los valores fue superior a 107 g para el GM IV largo, de 99 g para el GM V corto y de 93 g para el GM VI. El 10 % de los valores estuvo por encima de 170 g (GM IV largo), 177 g (GM V corto) y 175 g el peso de 1000 granos (GM VI). Figura 1c.

El número de granos m^{-2} solo obtuvo diferencias estadísticas en enero con una marcada caída del GM V corto. El promedio para el GM IV largo fue de 2119 m^{-2} , tanto para el GM V largo y GM VI fue de 1865 y 1945 m^{-2} respectivamente, con una frecuencia de valores superiores a 1054 (GM IV corto), 495 (GM V largo) y 1293 (GM VI) en el 90 % de los registros; para el 10 % de las veces superaron los 3233 (GM IV largo), 2990 (GM V largo) y 2872 granos m^{-2} (GM VI). Figura 1d.

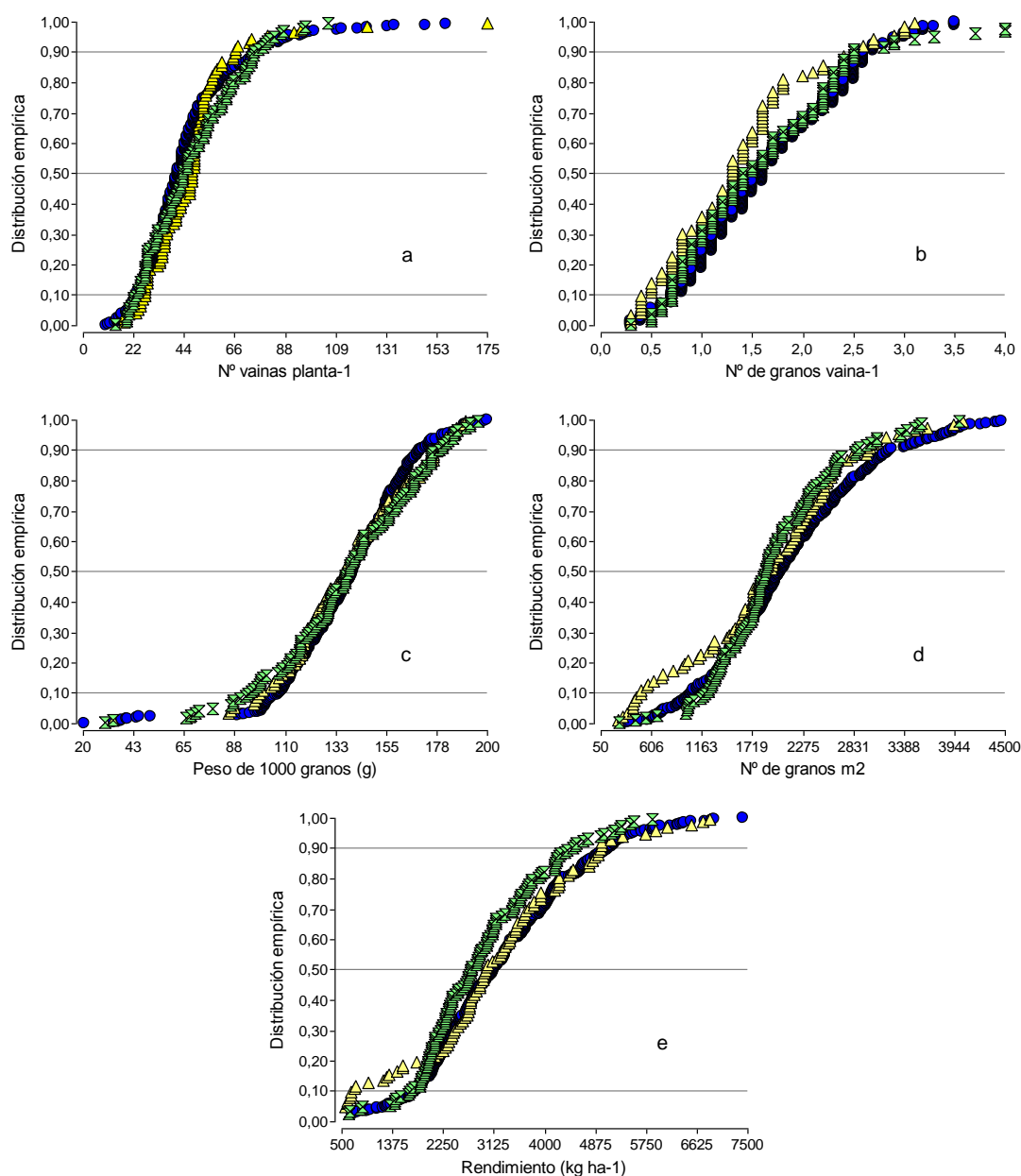


Figura 1. Distribución empírica del GM IV largo (●), GM V corto (△) y GM VI (⊗) considerando el conjunto de datos según número de vainas planta⁻¹ (a), número de granos vaina⁻¹ (b), peso de 100 granos (c), número de granos m⁻² (d) y rendimiento (e)

En el rendimiento obtenido, salvo en diciembre, se obtuvieron diferencias significativas entre los GM, donde se destacó a lo largo de las FS el GM IV largo (3215 kg ha⁻¹), le siguió en performance el GM V corto (3078

kg ha⁻¹), y por último el GM VI (2956 kg ha⁻¹), donde el 90% de los registros fueron superiores a 1766 (GM IV largo), 724 (GM V corto) y 1718 kg ha⁻¹ (GM VI). El 10% de los valores superó los 5099 (GM IV largo), 4971 (GM V corto) y 4384 kg ha⁻¹ (GM VI) Figura 1e.

Con respecto a los componentes numéricos del rendimiento, tanto para el número como el para el peso de los granos se obtuvo una tendencia positiva, con una mayor influencia del número m⁻² sobre la productividad obtenida. En el GM IV largo el incremento promedio fue de 1,39 kg ha⁻¹ (p<0,001; R² = 0,76) por cada variación en el número de granos m⁻², siendo máximo (1,34) en la FS del 2/11; el GM V corto de 1,41 kg ha⁻¹ (p<0,001; R² = 0,64) y máximo (1,97) en octubre; y el GM VI fue de 1,39 kg ha⁻¹ (p<0,001; R² = 0,69) y máximo (1,41) en diciembre. Con respecto al peso de los granos el GM IV largo aumentó 23,72 kg ha⁻¹ (p<0,001; R² = 0,23) por cada variación en el peso de 1000 granos, y un registro mayor de 31,84; el GM V corto 26,12 (p<0,001; R² = 0,26) y un máximo de 38,32; y el GM VI de 17,09 kg ha⁻¹ (p<0,001; R² = 0,25) y un valor mayor de 22,08. En todos los GM el máximo registro fue en la FS del 22/11. Figura 3

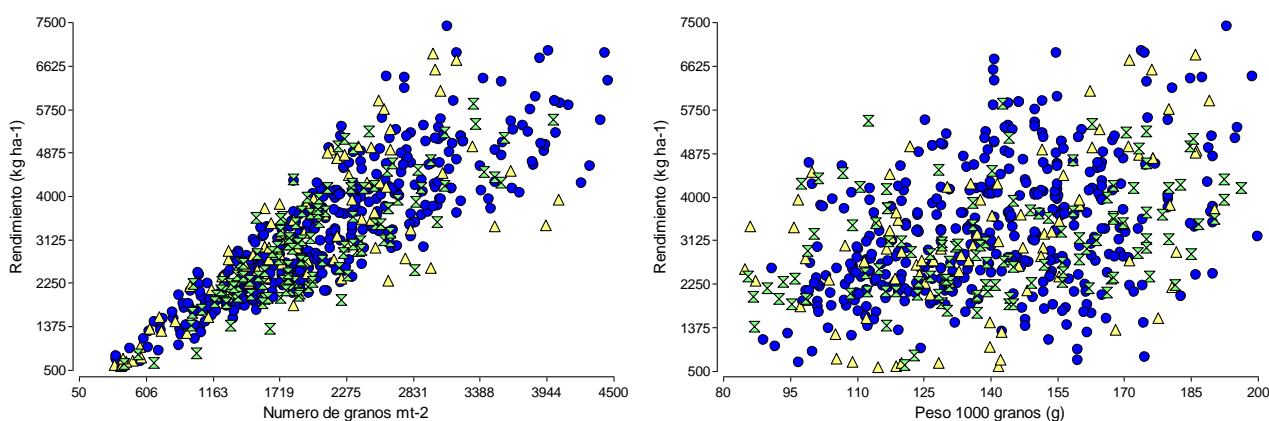


Figura 3. Dispersión entre número de granos m⁻² y el peso de 1000 granos con el rendimiento del GM IV largo (●), GM V corto (△) y GM VI (×)

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos las mejores condiciones ambientales en la región central de Córdoba se dieron entre octubre y noviembre, donde cada GM tuvo un comportamiento diferenciado. A lo largo de las once campañas se manifestó una alta variabilidad interanual, donde el GM IV largo obtuvo una mayor productividad entre la 2^{da} quincena de octubre y la 1^{era} de noviembre, el GM V corto se destacó entre la 2^{da} quincena de noviembre y la 1^{era} de diciembre. En cuanto al GM VI sus materiales no se destacaron por su productividad, que tuvo un techo en noviembre, pero su característica distintiva fue su estabilidad al variar la FS, con una reducción del rendimiento menor con respecto a los demás GM. La FS de enero fue problemática para todos los GM, sobre todo para el GM V corto, con una marcada reducción en su productividad.

BIBLIOGRAFIA

- Di Rienzo, J., F. Casanoves, M. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C. Robledo. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Egli, D. and W, Bruening. 2006. Temporal profiles of pod production and pod set in soybeans. *Europ. J. Agronomy* 24: 11-18
- Ittersum, M and R. Rabbinge, 2007. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. *Field Crops Research* 52: 197-208.
- Vega, Claudia y G. Salas. 2012. Bases para el manejo del cultivo de soja. En: *El Cultivo de soja en Argentina*. Buenos Aires. Eds: Baigorri H. (in memorian) y Salado Navarro. pp 147-162.