



MEJORAMIENTO GENÉTICO EN SOJA: EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO, SUS DETERMINANTES FISIOLÓGICOS Y EL USO DEL AGUA

Selva Avalos¹, Santiago Zujic², María Laura Lozano², María Elena Otegui³, Alfredo Cirilo⁴

¹Becaria doctoral de BECAL-FAUBA. Ruta 32, Km 4,5 Pergamino (2700) Argentina. savalos@agro.uba.ar

²Criadero Santa Rosa, Salto, Prov. de Buenos Aires, Argentina. zujic@criaderosantarosa.com

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. otegui@agro.uba.ar

⁴Investigador del INTA. Ruta 32, Km 4,5 Pergamino (2700), Buenos Aires. cirilo.alfredo@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

En los próximos años se prevé un aumento importante en la demanda mundial de alimentos como producto de un incremento de la población. Para cubrir esa demanda, la producción deberá aumentar a casi el doble (3). Argentina es uno de los principales países productores y exportadores de soja (*Glycine max*). Para aumentar la producción sin extender la agricultura hacia los ambientes más frágiles, la estrategia sería aumentar el rendimiento en ambientes aptos. Para avanzar en la mejora de los rendimientos resulta central efectuar estudios sobre ganancia genética para rasgos secundarios en el ambiente para el cual los genotipos fueron seleccionados, en particular cuando se trata de evaluar la respuesta a estrés (1). Sin embargo, es casi inexistente el conocimiento de los efectos de los programas de mejoramiento genético sobre los determinantes fisiológicos del rendimiento de soja en la región. La única evidencia disponible corresponde a condiciones potenciales de crecimiento (2), siendo nula la información referida al requerimiento y consumo de agua. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la productividad (i.e. biomasa total aérea), el rendimiento en grano y el consumo de agua de un grupo acotado de variedades de soja pertenecientes a grupos de madurez (GM) IV-V. Las variedades elegidas fueron representativas de las más utilizadas en el mercado argentino entre 1980 y 2016.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 11 (Sitio 1: Gahan, Criadero Santa Rosa) y 13 (Sitio 2: Pergamino, INTA) variedades de soja pertenecientes a GM IV-V y liberadas al mercado en las décadas de 1980 (3 vars), 1990 (3 vars), 2000 (4 vars) y 2010 (3 vars). Los ensayos se realizaron a campo durante la campaña 2016/17. Cada unidad experimental consistió en una parcela de 4 (sitio 1) o 6 (sitio 2) surcos, con un espaciamiento entre hileras de 0,52 m (sitio 1) o 0,35 m (sitio 2). La siembra se efectuó el 17 (sitio 1) y 23 de noviembre (sitio 2) a una densidad de 300000 plantas ha⁻¹. Se distribuyó a las variedades en un diseño en bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones. En ambos sitios se determinó en R7 la biomasa total aérea (BT), el rendimiento en grano (RG) y sus componentes (NG/m²: número de granos m⁻²; PG: peso individual del grano), y el índice de cosecha (IC= RG/BT). En el sitio 2 se determinó además la evapotranspiración del cultivo (ETc) entre siembra y R7 (consumo medido hasta 1,8 m de profundidad). En este último sitio se calculó la eficiencia en el uso del agua (EUA) para producir biomasa (EUA_{B,ETc}) y grano (EUA_{RG,ETc}). Las variables se analizaron por análisis de varianza. Se estimó el progreso genético para cada variable por regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El RG promedio fue de 4808 y 5276 kg ha⁻¹ para el Sitio 1 y el Sitio 2, respectivamente. Las variaciones en RG estuvieron explicadas por el NG/m² ($r^2 \geq 0.66$). En ambos sitios se detectaron diferencias significativas entre variedades para todas las variables estudiadas (Tabla), excepto para la ETc. Por el contrario, no se detectó efecto alguno del mejoramiento



genético sobre ellas, excepto una leve tendencia ($P \leq 0.10$) negativa para la producción de biomasa ($-71,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) y positiva para el IC ($0,0014 \text{ año}^{-1}$). Dicha tendencia se dio exclusivamente en el sitio 2. Como consecuencia de la ausencia de diferencias genotípicas en ETc, las diferencias significativas en EUAs (Tabla 2) serían sólo atribuibles a las variaciones registradas en BT o RG.

La ausencia de progreso genético para el conjunto de variedades estudiadas contradice resultados previos (2). En estos últimos se detectó una ganancia de $1,1\% \text{ año}^{-1}$ utilizando un número muy grande de cultivares (181) y un rango más amplio de GM (III además de IV y V), creciendo en similar condición ambiental (RG promedio de 4841 kg ha^{-1}) y de manejo ($0,52 \text{ m}$ entre hileras y $350000 \text{ plantas ha}^{-1}$). En (2), sin embargo, la ganancia estimada fue inferior ($0,7\% \text{ año}^{-1}$) al considerar sólo el decil superior de RG.

Tabla. Valores promedio y resultado del análisis de varianza para rendimiento en grano (RG) y algunos rasgos secundarios medidos en 13 variedades de soja en experimentos conducidos en Pergamino (Pe) y Gahan (Ga). BT: biomasa total aérea; IC: índice de cosecha, ETc: evapotranspiración del cultivo; $\text{EUA}_{B,ETc}$: eficiencia en el uso del agua para producir biomasa; $\text{EUA}_{RG,ETc}$: eficiencia en el uso del agua para producir grano. En negrita los valores máximo y mínimo de cada variable en cada sitio.

Año de Liberación	Variedad	RG		BT		IC		ETc	$\text{EUA}_{B,ETc}$	$\text{EUA}_{RG,ETc}$
		Pe	Ga	Pe	Ga	Pe	Ga	Pe		
		---- kg ha^{-1} ----		---- kg ha^{-1} ----				mm	--- $\text{kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ---	
1982	Asgrow 4268	5226	5292	14963	12340	0.40	0.44	467	27.9	11.2
1982	A5618	5514	4527	20540	12765	0.35	0.36	466	33.6	11.8
1984	Asgrow 5308	5578	4703	16323	10986	0.35	0.45	421	38.0	13.3
1990	DK CX 458	5001	3834	13160	9367	0.40	0.41	434	28.7	11.5
1994	A5780	6987	5088	20397	14373	0.40	0.36	421	41.5	16.6
1997	A5402	4969	5074	16217	15345	0.37	0.34	454	30.1	11.0
2000	ADM4800	4402	4698	17800	12453	0.36	0.38	424	28.7	10.4
2006	DM5.8i	4164	4889	15867	18521	0.33	0.27	447	28.5	9.3
2008	DM4250	4988	4617	16280	10344	0.43	0.45	407	28.6	12.3
2008	DM4670	5845	5181	14670	12088	0.41	0.43	417	34.8	14.0
2012	DM 4612 RFS	5001	--	16243	--	0.43	--	468	24.7	10.7
2013	DM4990	5096	4984	15287	13394	0.38	0.38	415	32.5	12.3
2016	DM40R16	5810	--	14473	--	0.45	--	448	29.1	13.0
	Significancia	****	*	****	***	***	**	ns	****	****

*, **, ***, **** Significa diferencias estadísticamente significativas al 0.10, 0.05, 0.01 y 0.001.

CONCLUSIONES

Los resultados alertan sobre la importancia del conjunto de genotipos utilizados para la estimación del progreso genético, resaltando la tendencia a valores menores o nulos cuando sólo se consideran aquellos de ubicación superior en el ranking de su era (presente estudio) respecto a aquellos que usan un gran número de cultivares. Si bien los programas de mejoramiento utilizan distanciamientos entre hileras no menores a 52 cm, el empleo de espaciamientos más estrechos (e.g. 35 cm) en las variedades de los GM evaluados no afectaría el RG.



BIBLIOGRAFÍA

1. Bänziger, M y Lafitte, HR. 1997 Efficiency of secondary traits for improving maize for low-nitrogen target environments. *Crop Science* 37:1110-1117.
2. De Felipe et al., 2016. Soybean Genetic Gain in Maturity Groups III to V in Argentina from 1980 to 2015. *CropScience*. 56:1–12 (2016).
3. Ray et al., 2013. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE* 8.