



COMPORTAMIENTO DE GENOTIPOS DE SOJA CULTIVADOS EN SECANO Y BAJO RIEGO EN RÍO CUARTO (CÓRDOBA, ARGENTINA).

1. CAPTURA Y EFICIENCIA DE USO DE LA RADIACIÓN

GIAYETTO, O.¹; CERIONI, G.A.¹; FERNANDEZ, E.M.¹; MORLA, F.D.¹; ROSSO, M.B.¹; VIOLANTE, M.G.¹; KEARNEY, M.I.T.¹; PASTORE, M.E.²; ¹Docentes investigadores Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina); ²Profesional actividad privada; ogjayetto@ayv.unrc.edu.ar

La soja es un cultivo clave de la cadena agroalimentaria mundial como fuente de proteína y aceite, y actualmente para biocombustible. En Argentina, se la cultiva en secano, siendo el manejo del agua estratégico para minimizar los efectos negativos del estrés hídrico (GESTER & BACIGALUPPO, 2009). La región de Río Cuarto presenta un balance hídrico negativo en la época estival (SEILER et al., 1995) y su impacto en el rendimiento depende de la etapa en la que se encuentre el cultivo, siendo particularmente crítico el período R4-R6,5 (definición del número de granos) (SADRAS et al., 2002). La elección del genotipo y su fecha de siembra son prácticas decisivas para la obtención de altos rendimientos. Según SALVAGIOTTI et al., (2010), el rendimiento del cultivo depende de la radiación solar interceptada (RFAint), que es función del IAF y varía con el grupo de madurez (GM), la etapa fenológica y las condiciones ambientales (ANDRADE et al., 2000). La pendiente de la relación lineal entre la RFAint por la canopia y la biomasa, es la eficiencia de uso de la radiación (EUR) (CARCOVA et al., 2003) que varía con condiciones de estrés (CONFALONE et al., 2002) o según la disponibilidad de recursos (LANDLER & KANTOLIC, 2011). La habilidad de un cultivo para captar radiación solar depende de sus mecanismos de plasticidad vegetativa para generar y ajustar el área foliar, cuya manifestación está regulada por el genotipo y el ambiente. Por ello, las diferencias genotípicas en longitud de ciclo, arquitectura de planta, producción de nudos, ramas y hojas entre variedades de soja de distintos GM, permiten explorar distintas ventanas meteorológicas, cuando son sembradas en la misma fecha y en un mismo lote (SALVAGIOTTI et al., 2010). Los cultivares de ciclo corto, de baja área foliar por planta y plasticidad vegetativa, presentarían una mayor dificultad para alcanzar una intercepción completa ante condiciones ambientales desfavorables. Al contrario, cultivares de ciclo largo y mayor potencial de ramificación, presentan más tolerancia al estrés ambiental. Generalmente la producción de biomasa es mayor cuando el ciclo es más largo pero esto no implica mayores rendimientos, ya que el peso del grano puede modificarse con la disponibilidad de recursos durante la etapa de definición del rendimiento. En ese marco teórico, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de cultivares de soja de diferentes GM bajo condiciones hídricas contrastantes respecto a la captura y EUR, las variables que determinantes, el rendimiento en granos y sus componentes directos en la región central de Argentina (provincia de Córdoba). El estudio se realizó en los ciclos 2011/12 y 2012/13 (en adelante 2011 y 2012) en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC, (33°06'12" LS, 64°17'55" LO y 421 msnm), en un suelo Hapludol típico de textura franco-arenosa fina. Los factores estudiados fueron: (i) la condición hídrica: secano y riego complementario por aspersión; y (ii) el genotipo: cultivares de los GM III, IV y V. El diseño experimental fue de parcelas subdivididas dispuestas en bloques al azar con tres repeticiones. Los cultivares fueron GM III: TJ2137, GM IV: TJ2146 (en ambos ciclos) y GM V: NA5009 y TJ2255 exp. (en 2011 y 2012, respectivamente) sembrados el 2 y 8 de noviembre de cada ciclo en hileras a 0,52 m y una densidad de 30 pl m⁻². Se realizaron prácticas de manejo para minimizar los efectos de malezas, plagas y enfermedades. Los tratamientos con riego,

recibieron 350 y 150 mm en 2011 y 2012, respectivamente. Se registró diariamente la lluvia (mm), temperatura del aire ($^{\circ}\text{C}$) y radiación global ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$). A intervalos regulares en ambos ciclos, se midió la RFAint con ceptómetro y la biomasa aérea total mediante muestras de plantas en 1m^2 por tratamiento y repetición. Con los valores acumulados de ambas variables, se calculó la EUR (g MJ^{-1}). A cosecha, se cuantificaron los componentes directos y el rendimiento en granos en 3 muestras de plantas de 1m^2 por tratamiento y repetición. Los resultados fueron sometidos a ANAVA y al test de comparaciones múltiples LSD de Fisher ($\alpha < 0,05$). El estrés hídrico afectó negativamente el crecimiento de forma similar en los tres cultivares y ambos ciclos (Tabla 1), observándose una disminución en secano del 51 y 46% respecto a la condición con riego en el ciclo 2011 y 2012, respectivamente. Esta respuesta a la condición hídrica limitante también se observó en la máxima intercepción de la radiación y en la cantidad de RFAint. Así, bajo riego la cobertura de la canopia alcanzó el valor de IAF crítico ($>95\%$ de intercepción) en todos los GM y ambos ciclos agrícolas; mientras que en secano hubo diferencias entre los ciclos. En 2011, sólo se alcanzaron valores de cobertura del 55-60% y en 2012 la cobertura llegó al 90%, pero con un retraso temporal para lograr dichos valores. Estas diferencias estarían asociadas a disminuciones en el proceso de expansión foliar. Al contrario de lo descrito en la literatura, no se observaron diferencias entre los GM asociadas a la arquitectura de las plantas. En este sentido, SANTOS et al. (2011) señalaron que el estrés hídrico también afecta el momento de ocurrencia del IAF máximo y la duración del área foliar con disminución de la eficiencia de captación de radiación. Sin embargo, hubo un efecto del GM, asociado a la longitud del ciclo, sobre la RFAint; el GM V tuvo los mayores valores seguido por los GM IV y III en ambas condiciones hídricas y ciclos experimentales. La EUR varió con la condición hídrica siendo 41% mayor en el tratamiento bajo riego respecto al de secano, en promedio de todos los GM y ciclos experimentales. También, se observó una marcada diferencia entre los GM en la EUR, donde el GM III siempre tuvo valores superiores, seguido por el GM IV y por último el GM V bajo condiciones de riego; mientras que en secano los mayores valores de EUR se registraron en el GM IV seguido por los GM III y V. La condición hídrica fue el factor que más influyó en el rendimiento final del cultivo (Tabla 1), observándose además que los GM cortos tuvieron mayores rendimientos bajo riego; mientras que en secano esta tendencia fue inversa. Este patrón de respuesta fue observado, también, al analizar los componentes directos del rendimiento (Figura 1). Las interacciones entre GM y condición hídrica para la EUR, rendimiento en granos y sus componentes directos encontradas en este trabajo, pueden ser explicadas por el momento de ocurrencia del periodo crítico. En los GM cortos (III) ese período coincidió con un ambiente de mayor oferta de radiación y temperatura cuando el agua no era una limitante, o sea en condiciones ambientales que propician los procesos fisiológicos internos de la planta favoreciendo la EUR y la definición de los componentes del rendimiento. Al contrario, en condiciones de secano estos GM son los que menor rendimiento lograron, ya que su periodo crítico quedó expuesto a condiciones hídricas estresantes (alta demanda atmosférica, temperaturas elevadas, escasez de lluvia y falta de capacidad de aporte de agua por el suelo). Por ejemplo, el peso individual de granos del GMV fue el más bajo en condiciones de riego, ya que el llenado de los mismos ocurrió con radiación y temperatura en disminución (Figura 1). Sin embargo, en condiciones de secano fue uno de los más altos porque el llenado se produjo con una demanda atmosférica baja y, por ende, un estrés hídrico leve. Estos resultados son de importancia por su aporte a la validación de la base teórica para el diseño de prácticas de manejo agronómico en la región como la elección adecuada de cultivares que permita explorar de manera sostenible la productividad ambiental.

Referencias

- ANDRADE, F.H.; L.A.N AGUIRREZABAL y R.H RIZALLI. 2000. Crecimiento y rendimiento comparados. En: ANDRADE, F. H. y V.O. SADRAS. *Bases para el manejo de maíz, el girasol y la soja*. U.I. INTA Balcarce- Fac. Ciencias Agrarias UNMP. Primera Edición. Cap.3. p: 61-96.
- CARCOVA, J.; L.G ABELEDO y M. LOPEZ PEREIRA. 2003. Análisis de la generación del rendimiento: crecimiento, partición y componentes. En: SATORRE, E. H; R.L BENECH A; G.A. SLAFER; E.B de la FUENTE; D.J. MIRALLES; M.E. OTEGUI y R.SAVIN. *Producción de granos. Bases funcionales para su manejo*. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Primera Edición. Cap. 6. p: 75-95
- CONFALONE, A.; Y. VILLACAMPA, M. CORTÉS y M. NAVARRO. 2002. Crecimiento de soja en función de la temperatura del aire y la radiación fotosintéticamente activa. *Revista Brasileira. Agrocência*, v. 8, n. 3, pp. 185-189
- GESTER, G. y S. BACIGALUPPO. 2009. Como alcanzar altos rendimientos en soja. **Para mejorar la producción N° 45**. EEA INTA Oliveros, p 63-67
- LANDLER MT, Y AG KANTOLIC. 2011. Generación del rendimiento de soja (Glycine max) en planteos con diferente distribución espacial. Mercosoja 2011, quinto congreso de soja de MERCOSUR. Rosario, Santa Fe.
- SADRAS, V. O., FERREIRO, M., GUTHEIM, F. Y KANTOLIC, R. H. 2002. Desarrollo fenológico y su repuesta a temperatura y fotoperíodo. En **Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja**. 2º ed. Andrade, F. y Sadras, V. (Ed.) Graficas Sirio. Argentina. pp. 25-56.
- SALVAGIOTTI, F.; J.M. ENRICO, M.L. BODERO y S. BACIGALUPPO. 2010. Producción de soja y uso eficiente de los recursos. **Para mejorar la producción N° 45**. EEA INTA Oliveros, pp 151-153.
- SANTOS D. J., S. KRÄMER, S. SIBAU. 2011. Dinámica del IAF e intercepción de la radiación en variedades de diferente madurez en Paraná, ER. Quinto congreso de soja de Mercosur. Rosario, Santa Fe.
- SEILER, R. A., FABRICUIS, R., ROTONDO, V. y VINOCUR, M. 1995. **Agroclimatología de Rio Cuarto**- 1974/1993- Vol. I. 1, UNRC. 68 p.

Tabla 1: Porcentaje máximo de intercepción, radiación fotosintéticamente activa interceptada, biomasa aérea acumulada, rendimiento en grano y eficiencia de uso de la radiación de cultivares de soja de distintos GM sembrados en los ciclos 2011 y 2013 en seco y bajo riego.

Ciclo	GM	Condición	Intercepción máx. (%)	RFA		Biomasa g m ⁻²	Rend. grano kg há ⁻¹	EUR	
				Etapa	MJ m ⁻²			g MJ ⁻¹	R ²
2011	III	Riego	>95	R2-3	851	1162	4879 a	1,30	0,98
		Secano	55	R3-4	498	447	1763 d	0,88	0,97
	IV	Riego	>95	R2-3	913	958	4873 a	1,05	0,99
		Secano	60	R3	527	538	2090 d	0,99	0,99
	V	Riego	>95	R1	1199	1220	4107 b	1,01	0,99
		Secano	60	R2-3	671	599	2925 c	0,82	0,97
2012	III	Riego	>95	R4-5	969	1027	6729 a	1,33	0,93
		Secano	90	R5	778	521	3638 b	0,83	0,90
	IV	Riego	>95	R4-5	1018	1174	7672 a	1,32	0,96
		Secano	90	R5	787	532	3674 b	0,89	0,83
	V	Riego	>95	R2-3	1116	1117	6531 a	1,01	0,99
		Secano	90	R5	1004	582	3853 b	0,59	0,96

Rend. Grano, letras distintas en cada ciclo, indican diferencias significativas (test LSD Fisher, $\alpha=0,05$)

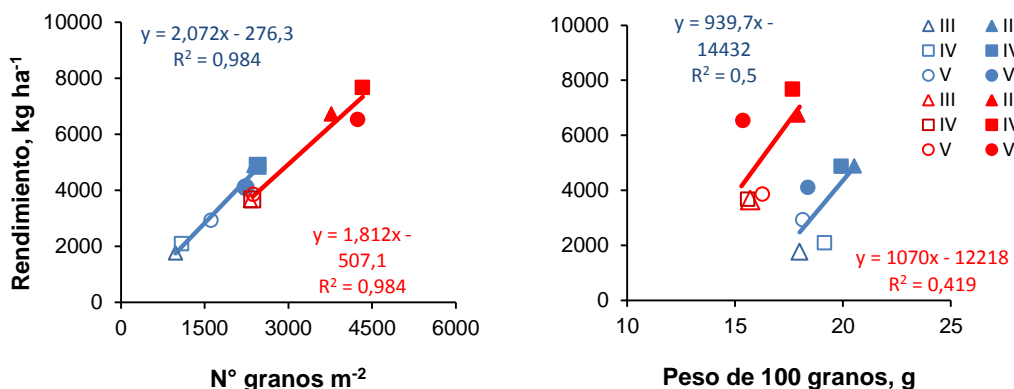


Figura 1: Relaciones entre el rendimiento en granos (kg há⁻¹) de los GM (III, IV y V) bajo riego (símbolos llenos) y en seco (símbolos vacíos), y los componentes número m⁻² y peso unitario de los granos. Referencias: en azul ciclo 2011 y en rojo ciclo 2012.