

## COMPORTAMIENTO DE GENOTIPOS DE SOJA CULTIVADOS EN SECANO Y BAJO RIEGO EN RÍO CUARTO (CÓRDOBA, ARGENTINA). 2. CAPTURA Y EFICIENCIA DE USO DEL AGUA

GIAYETTO, O.<sup>1</sup>; CERIONI, G.A.<sup>1</sup>; FERNANDEZ, E.M.<sup>1</sup>; MORLA, F.D.<sup>1</sup>; ROSSO, M.B.<sup>1</sup>; VIOLANTE, M.G.<sup>1</sup>; KEARNEY, M.I.T.<sup>1</sup>; GUZMAN, E.D.<sup>2</sup>; <sup>1</sup>Docentes investigadores Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina); <sup>2</sup>Estudiante de grado avanzado; [ogiyetto@ayv.unrc.edu.ar](mailto:ogiyetto@ayv.unrc.edu.ar)

El crecimiento poblacional y los cambios en la dieta de las personas parecen ser la causa principal del incremento en la demanda de alimentos a escala mundial, proyectada en un 60% para 2050 (FAO, 2013); es decir, se necesitará más agua para producir esa cantidad adicional de alimento. La agricultura se enfrenta a retos complejos, lograr un aumento sostenible de la producción de alimentos mejorando la captura y uso de los recursos, el agua entre ellos.

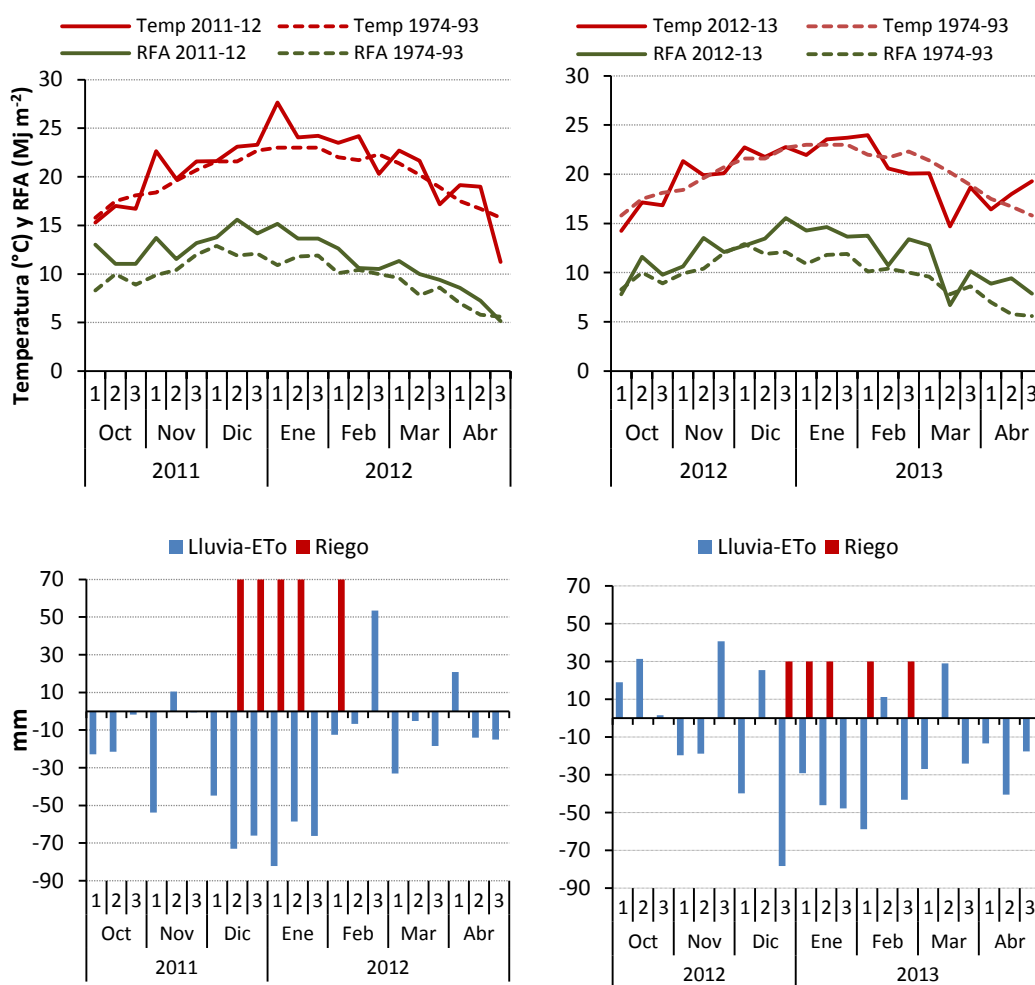
La soja es un cultivo clave de la cadena agroalimentaria mundial como fuente de alimentos y biocombustible (PICARDI, 2008). En Argentina, se la cultiva en secano, siendo el manejo del agua estratégico para minimizar los efectos negativos del estrés hídrico (GESTER & BACIGALUPPO, 2009). La región de Río Cuarto presenta un balance hídrico negativo en la estación estival (SEILER et al., 1995) y su impacto en el rendimiento depende de la etapa del cultivo en la que se produzca ese déficit. Particularmente críticos son los periodos R4-R6,5 (definición del número de granos) y R5-R8 (llenado de granos) (SADRAS et al., 2002; GIMÉNEZ, 2011). Por ello, la elección del genotipo y la fecha de siembra son prácticas decisivas para minimizar riesgos y obtener altos rendimientos (MARTIGNONE et al., 2002), generando escenarios hídricos favorables en esos periodos críticos (APPELLA & IRIARTE, 2011). Otros manejos del cultivo que alteran la captura y eficiencia de uso del agua de soja son el sistema de labranza y el cultivo antecesor (MIRES & ZUIL, 2011), el intercultivo soja-maíz (VALENZUELA et al., 2011).

El presente trabajo se realizó bajo la hipótesis de que las diferencias genotípicas de soja (duración de ciclo y arquitectura de planta) y el estado hídrico durante el ciclo del cultivo modifican la cantidad de agua consumida por el cultivo y su eficiencia de uso. El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento de cultivares de soja de distintos grupos de madurez bajo condiciones hídricas contrastantes, respecto a la captura y eficiencia de uso del agua, las variables que la determinan y el rendimiento en granos y sus componentes directos.

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. El diseño experimental fue de parcelas subdivididas con tres repeticiones. Los factores fueron (i) la condición hídrica: secano y riego complementario por aspersión; y (ii) el genotipo: cultivares de GM III, IV y V. Los cultivares fueron GM III: TJ2137, GM IV: TJ2146 (en ambos ciclos) y GM V: NA5009 y TJexp.2255 (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<sup>-2</sup>. Se realizaron prácticas de manejo para minimizar los efectos de malezas, plagas y enfermedades y registro diario de lluvia (mm), temperatura del aire (°C) y radiación global (MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>). A intervalos regulares en ambos ciclos, se midió la lámina de agua en el suelo de 0 a 100 cm de profundidad por el método gravimétrico y la biomasa aérea total mediante muestras de plantas en 1m<sup>2</sup> por tratamiento y repetición. Con los datos de agua del suelo y lluvias (+riegos), se calculó la evapotranspiración del cultivo (ETc) con un balance hídrico simplificado (ETc = lluvia (+riego) ±Δagua suelo). A cosecha, se cuantificaron los componentes directos y el rendimiento en

granos de 3 muestras de plantas en 1m<sup>2</sup> por tratamiento y repetición. Con los datos de ETc, biomasa aérea total (BT) y de granos (BG), se calcularon las respectivas EUA (EUA<sub>BT</sub> y EUA<sub>BG</sub>). Los resultados fueron sometidos a ANAVA y test de comparaciones múltiples LSD de Fisher ( $\alpha= 0,05$ ) (INFOSTAT, versión 2011).

Durante 2011, la RFA incidente y la temperatura media (en particular la máxima diaria) fueron superiores a los registros históricos en diciembre, enero y febrero. En 2012, la RFA incidente también superó a la serie histórica (desde la 2ª década de diciembre hasta la 1ª de marzo) y los valores del ciclo anterior; pero sin cambios notorios en la temperatura media (Figura 1). Los balances hidrológicos (lluvia-ETo) fueron negativos, con -410 mm acumulados en diciembre, enero y las dos primeras décadas de febrero de 2011; y -330 mm en 2012, desde la 3ª década de diciembre, enero y febrero. Para morigerar esas deficiencias el tratamiento con riego, recibió 5 láminas de 70 y 30 mm cada una en cada ciclo, respectivamente (Figura 1).



**Figura 1.** Temperatura media, radiación solar (RFA), lluvia y evapotranspiración potencial (ETo) de cada ciclo experimental y la serie histórica 1974-1993.

El agua (lluvia+riego) ingresada al cultivo durante su ciclo fue, en promedio de cultivares y condición hídrica, 34 mm superior en 2011 que en 2012; pero la respuesta promedio de los genotipos a la condición hídrica, fue 156 mm mayor con riego (Tabla 1). Por su parte, el agua capturada por cada GM -promedio de año y condición hídrica-

se correspondió con la longitud del ciclo (517, 569 y 606 mm para los GM III, IV y V, respectivamente). El consumo de agua acumulado (ETc) reprodujo un patrón similar al agua ingresada al cultivo, pero con valores superiores ya que incluye el aporte desde el suelo. La dinámica temporal del agua consumida (datos no mostrados) varió con el ciclo experimental. En 2011, fue similar en los tres GM con una diferenciación temprana entre secano y riego (~55 DDS) debido a la mayor demanda atmosférica de ese ciclo. En 2012, el GM III no mostró diferencias entre condiciones hídricas; mientras que los GM IV y V reprodujeron el patrón observado en 2011 pero con una diferenciación más tardía (~77 DDS) entre secano y riego.

El estrés hídrico afectó negativamente el crecimiento del cultivo como lo señalaron otros autores (GESTER & BACIGALUPPO, 2009; MIERES & ZUIL, 2011; VALENZUELA et al., 2011; GIAYETTO et al., 2015). En este caso, hubo menos biomasa total (BT) y de granos (BG) en los tres GM y ambos ciclos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Captura (lluvia+riego) y consumo de agua (ETc) del cultivo, biomasa total y de granos y eficiencia de uso del agua de los tres cultivares de soja en secano y bajo riego, en ambos ciclos experimentales

Ciclo	GM	Condición hídrica	Lluvia	ETc	Biomasa			EUA	
			Riego		Total	Granos	BT	BG	
			mm	g m <sup>-2</sup>			kg ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup>		
2011	III	Riego	725	810	1162	488	A	14,3	6,0
		Secano	445	515	447	176	D	8,7	3,4
	IV	Riego	725	813	958	487	A	11,8	6,0
		Secano	498	585	538	209	D	9,2	3,6
	V	Riego	778	829	1220	411	B	14,7	5,0
		Secano	498	546	599	293	C	11,0	5,4
2012	III	Riego	523	557	1027	673	a	18,4	12,1
		Secano	373	476	521	364	b	10,9	7,4
	IV	Riego	601	656	1174	767	a	17,9	11,7
		Secano	451	549	533	367	b	9,7	6,7
	V	Riego	498	752	1117	653	a	14,9	8,7
		Secano	648	605	582	385	b	9,6	6,4

Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de LSD de Fisher ( $\alpha=0,05$ ) para el ciclo 2011 y 2012, respectivamente.

La  $EUA_{BG}$  concuerda con datos de la bibliografía (2,30-7,35 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) (VIDELA MENSEGUE, 2014); y ambas mostraron un patrón de respuesta con promedios ligeramente superiores en 2012 y mayor contraste bajo la condición hídrica no limitante (diferencias de 5,4 y 2,8 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> para  $EUA_{BT}$  y  $EUA_{BG}$ , respectivamente).

El análisis de genotipos reveló comportamientos distintos entre GM III y IV, respecto al V. Los dos primeros mostraron una mayor sensibilidad al estrés hídrico expresada en mayores reducciones de ambas eficiencias en ambos años. La  $EUA_{BT}$  se redujo 31 y 44% y la  $EUA_{BG}$  42 y 40% en 2011 y 2012, respectivamente. Mientras que, en el GM V las disminuciones fueron de 25 y 36% en BT y 0 y 26% para BG en 2011 y 2012, respectivamente. Este patrón de respuesta se atribuyó a la condición de año, marcadamente más estresante en 2011, y a la mayor longitud del ciclo total y el posicionamiento de las etapas de definición de los componentes directos del rendimiento del GM V en condiciones menos estresantes para el cultivo. Respuesta que concuerda con el rendimiento en granos y la magnitud de las diferencias entre secano y riego de ambos años (Biomasa de granos, Tabla 1). Estos resultados confirman que la elección de genotipos de mayor plasticidad vegetativa y reproductiva, como los GM IV largos y V, ofrece ventajas en ambientes con ocurrencia variable de déficit hídrico como los analizados en este estudio.