

RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DE USO DE AGUA EN SOJA BAJO COMPETENCIA CON SORGO DE ALEPO RESISTENTE A GLIFOSATO

Gianmarco Garione

*Alumno cientibecario – Cát. Cultivos Extensivos – Dpto. de Producción Vegetal - Facultad de Ciencias Agrarias
(Universidad Nacional del Litoral) – R.P. Kreder N° 2805, Esperanza, Santa Fe.*

*Ing. Agr. (M. Sc.) Marianela Pietrobón, directora; Ing. Agr. (Dr.) Horacio O. Imvinkelried, co-director.
Área: Ingeniería¹*

INTRODUCCIÓN

La producción vegetal es el resultado de la interacción entre el potencial genético y el ambiente, entendiendo éste como el conjunto de factores relacionados al clima, suelo y acción del hombre (manejo). El desafío de hoy es mejorar el ambiente permitiendo la expresión del potencial genético de los cultivos, para aumentar la cantidad de alimento producido con el menor impacto ambiental posible, ya sea en términos de deterioro de la calidad del recurso suelo (degradación físico-química) o de la atmósfera (aumento de la emisión de gases de efecto invernadero, reducción en la captura de carbono, balances negativos de nutrientes, etc.) (7).

La producción de materia seca y grano depende de la habilidad de los cultivos en capturar y usar los recursos. El suministro de agua es, a menudo, el factor limitante más crítico para el crecimiento y rendimiento de los cultivos en las regiones de secano (1).

El manejo de malezas es uno de los factores críticos que influyen en el rendimiento de los cultivos. El uso de herbicidas ha proporcionado el desarrollo de sistemas de producción relativamente simples, lo que permitió el aumento de la superficie cultivada y la productividad. Por otra parte, la fuerte dependencia del control químico ha causado efectos indeseables como el cambio de la flora de malezas, la aparición de malezas resistentes y los problemas de contaminación ambiental (2). Actualmente, con respecto al sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*), existen biotipos resistentes a glifosato, a haloxifop R-metil y, también, resistencia múltiple a glifosato y haloxifop R-Metil (3).

El sorgo de Alepo es una maleza gramínea de amplia difusión y sumamente agresiva con cultivos como soja, maíz o girasol. El principal escollo que interpone esta maleza para su control químico eficaz y económico es su carácter de perennidad a través de rizomas.

En este trabajo se planteó como objetivo general evaluar la eficiencia en el uso de agua (EUA) y el rendimiento del cultivo de soja en la competencia con sorgo de Alepo resistente a glifosato bajo manejos de cultivo diferentes.

Título del proyecto: "Alternativas de manejo del cultivo de soja sobre el establecimiento de Sorgo de Alepo resistente a glifosato"
Instrumento: CAI+D
Año convocatoria: 2016
Organismo financiador: Universidad Nacional del Litoral
Director/a: Ing. Agr. (Dr.) Horacio O. Imvinkelried

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó adelante en la Unidad Experimental de Cultivos Extensivos ubicado en la ciudad de Esperanza (Santa Fe) durante la campaña de soja 2017/2018. El diseño experimental fue en bloques completos al azar con diseño factorial 2^3 -tres factores con dos niveles cada uno- y tres repeticiones. Los mismos fueron: (1) grupo de madurez (GM): GM V indeterminado y GM VI determinado; (2) espaciamiento entre surcos (EES): 52 y 26 cm; (3) maleza sorgo de Alepo (M): con maleza y sin maleza; haciendo un total de 8 tratamientos.

La siembra del cultivo fue el 15/12/2017 con una sembradora experimental de dos surcos marca ERCA, la densidad fue de 25 pl m^{-2} . La siembra del sorgo de Alepo se realizó manualmente 12 días después que el cultivo, en el entresurco, con plantines de 15 centímetros de altura, para lograr una densidad de 10 pl m^{-2} . El tamaño de cada unidad experimental fue de 2 m de ancho por 5 m de largo.

Durante el ciclo del cultivo se evaluó semanalmente la evolución de la fenología del cultivo según escala de (6). En madurez fisiológica del cultivo se determinó materia seca total (MS total), rendimiento en grano (Rto) e índice de cosecha.

La EUA se calculó como el cociente entre la producción de MS total -medida en R8 en soja (sin hojas)- o Rto por unidad de agua evapotranspirada por el cultivo (ETc) (9).

Finalmente, los datos se analizaron con el programa InfoStat, versión 2014 (5). Se evaluaron mediante ANOVA y las medias se compararon según el test de mínima diferencia significativa (LSD, según sus siglas en inglés) con un nivel de significancia de 5 % ($P \leq 0,05$). Las interacciones entre los factores principales (GM, EES y M) se analizaron por medio de contrastes.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Condiciones ambientales

La campaña agrícola para el cultivo de soja tuvo características típicas bien marcadas. El ciclo del cultivo estuvo expuesto a bajas precipitaciones y temperaturas levemente superiores (Figura 1).

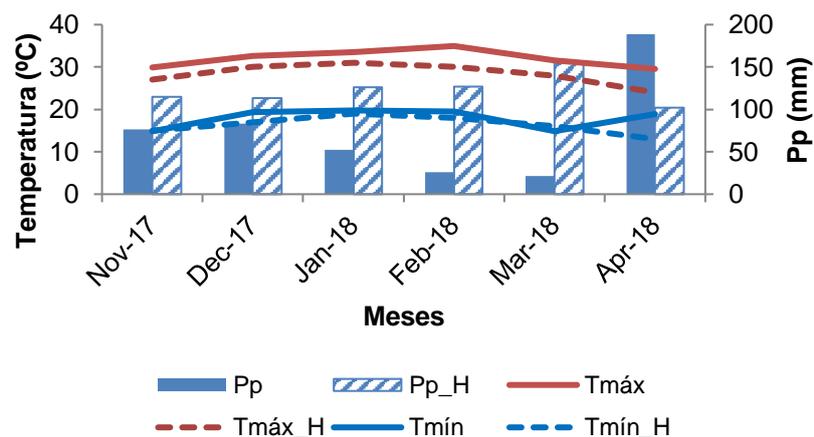


Figura 1. Registro de precipitaciones (Pp), temperatura máxima (Tmáx) y tmeperatura mínima (Tmín) comparadas con sus respectivas medias históricas (Pp_H, Tmáx_H y Tmín_H) durante el período comprendido desde un mes previo a la siembra de soja hasta madurez fisiológica del cultivo.

La precipitación acumulada desde diciembre 2017 hasta abril 2018 fue de 372 mm, un 40,4 % menos de las Pp históricas. A su vez, según la duración de los diferentes GM utilizados, de siembra hasta madurez fisiológica para el GM V la Pp fue de 157 mm y, para el GM VI fue de 241 mm. Considerando que un cultivo de soja tardío (siembra de diciembre) necesita en promedio 454 mm para completar exitosamente su ciclo (4); bajas en el rendimiento logrado pueden asociarse fuertemente a este factor climático.

Las temperaturas máximas fueron superiores a las históricas durante todo el ciclo del cultivo (Figura 1). Sin embargo, no representaron un factor depresivo para el rendimiento debido a que las temperaturas no estuvieron por encima de los rangos de óptimo desarrollo (temperaturas óptimas entre 25 y 35 °C y, máxima de 40 °C).

Materia seca total, rendimiento e índice de cosecha

Las variables MS total y Rto no presentaron interacciones significativas entre los factores (Tabla 1); siendo el GM el único que presentó diferencias (MS total: P= 0,0013; Rto: P= 0,0013). Las mayores producciones de MS y los rendimientos se lograron con el GM más largo (GM VI). En MS total se logró un 95,2 % más de producción; mientras que en Rto fue de 113 %. Esto se correlaciona con la distribución de las precipitaciones, que fueron deficitarias en todos los meses excepto en abril, donde el GM VI pudo aprovechar la mayor disponibilidad hídrica en parte del llenado de granos. Un acortamiento del ciclo del cultivo generado por exponerse a mayores temperaturas (retrasos en la fecha de siembra) provocan una menor duración del ciclo afectando negativamente la producción de biomasa y rendimiento (8).

Respecto al IC, se determinó una interacción triple entre GMxEESxMaleza (P= 0,0074). Del análisis de dicha interacción se evidenció que sólo para el GM V sembrado con un EES de 52 cm se obtuvieron diferencias en el IC a favor del cultivo sin malezas (IC de 44,3 vs. 28,9 %). Esto marca el impacto negativo de la presencia de maleza cuando el cultivo presentó mayor EES con el GM menor.

Eficiencia de uso del agua

Al analizar los valores correspondientes a la EUA en grano no se evidenció ningún efecto de los tratamientos, por interacciones ni efectos simples (Tabla 1). Se presume que la falta de efecto ante las variaciones de los factores pudo asociarse a la campaña seca registrada. Los datos de EUA_g obtenidos están dentro del rango reportado por (7) para la misma zona; donde obtuvo EUA_g entre 5,20 y 8,7 kg ha⁻¹ mm⁻¹ para año seco y húmedo, respectivamente.

Tratamientos	MS total		Rto		IC	EUA_g
GM						
VI	3895	a	1708	a	44,2	6,16 a
V	1995	b	801	b	40,1	5,08 a
EES						
52	3199	a	1306	a	39,7	5,61 a
26	2691	a	1204	a	44,6	5,63 a
Maleza						
Sin	3262	a	1372	a	42,4	5,24 a
Con	2628	a	1137	a	41,9	6,00 a



	Análisis de varianza			
	*	*	*	
GM	*	*	*	ns
EES	ns	Ns	*	ns
Maleza	ns	Ns	ns	ns
GM x EES	ns	Ns	ns	ns
GM x Maleza	ns	Ns	*	ns
EES x Maleza	ns	Ns	*	ns
GM x EES x Maleza	ns	Ns	*	ns

Tabla 1. Materia seca total (MS total, en kg ha⁻¹), rendimiento (Rto, en kg ha⁻¹), índice de cosecha (IC, en %) y eficiencia de uso de agua en granos (EUA_g, en kg ha⁻¹ mm⁻¹) según grupo de madurez (GM; GM IV y GM V), espaciamiento entre surcos (EES; 52 y 26 cm) y presencia de maleza (sin= sin maleza, con= con maleza). Letras diferentes, dentro de una misma columna, indican diferencias según el test LSD ($p \leq 0,05$). ns: no significativo; *: $p \leq 0,05$.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones dadas, sólo hubo efectos en las mayores producciones en MS total y Rto con el uso de GM más largos. El impacto de la campaña seca (40,4 % menos de Pp que las históricas) pudo dejar enmascarado los cambios en el EES y la competencia con malezas. Esta situación refleja la importancia de poder repetir el ensayo para abarcar una mayor variabilidad en las condiciones ambientales a campo.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Abbate, P.E.; J.L. Dardanelli; M.G. Cantarero; M. Maturano; R.J.M. Melchiori & E.E. Suero.** 2004. Climatic and water availability effect on water-use efficiency in wheat. *Crop. Sci.* 44: 474-483.
2. **Buhler, D.D.** 2002. Challenges and opportunities for integrated weed management. *Weed Sci.* 50 (3): 273-280.
3. **De La Vega, M.H.; D. Fadda; A. Alonso; M. Argañaraz; J. Sanchez Loria & A. García.** 2006. Curvas doseresposta em duas populações de Sorghum halepense ao herbicida glyphosate no norte Argentino (pp.: 4). Resumos do XXV Congresso Brasileiro da Ciencia das plantas Daninas. Brasilia, Brasil.
4. **Della Maggiora, A.I.; Gardiol, J.M.; Irigoyen, A.I.** 2000. Requerimientos hídricos (pp.: 155-171). En: Andrade, F.H; Sadras, V.O. (eds.). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Editorial Médica Panamericana S.A. Buenos Aires, Argentina.
5. **Di Rienzo, J.A.; F. Casanoves; M.G. Balzarini; L. Gonzales; M. Tablada & C.W. Robledo.** 2014. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
6. **Fehr, W.R. & C.E. Caviness.** 1977. Stages of soybean development. Cooperative Extension Service, Agriculture and Home Economics Experiment Station, Iowa State University, Ames, Iowa, USA.
7. **Imvinkelried, H.** 2016. Relación entre la calidad del suelo y variables ecofisiológicas de los cultivos de trigo y soja. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Agrarias. FCA, UNL. Esperanza, Santa Fe, Argentina. 169 p.
8. **Otegui, M.E Y Lopez Pereira, M.** 2003. Fecha de siembra (PP: 240-275). En Satorre, E.H et al. (EDS. Producción de granos, bases funcionales para su manejo. FAUBA, ciudad de Buenos Aires).
9. **Pierce, F.J. & C.W. Rice.** 1988. Crop rotation and its impact on efficiency of water and nitrogen use (pp.: 21-42). In: Hargrove, W.L. (ed.). Cropping strategies for efficient use of water and nitrogen. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.