

RESPUESTAS DEL CULTIVO DE SOJA AL ANEGAMIENTO

I. Macedo¹ J. Terra²

PALABRAS CLAVE: excesos hídricos, daño por inundación

INTRODUCCIÓN

El área de soja ha tenido un crecimiento sostenido en la región en los últimos años a pesar de que la productividad en nuestras condiciones está por debajo de la obtenida en los países vecinos. La disponibilidad de agua para el cultivo durante las etapas reproductivas, condicionado por el régimen hídrico de los suelos y su capacidad de almacenamiento es considerada la principal limitante productiva para el cultivo en el país (Giménez, 2014).

Los ajustados márgenes económicos del cultivo de arroz han llevado a la inclusión de otros cultivos como la soja en las rotaciones arroceras.

La mayor parte de los suelos de la planicie arroceras de la cuenca de la laguna Merín tienen limitantes de drenaje. La gran diferenciación textural y la topografía dominante los hacen muy aptos para el cultivo de arroz, pero representan una limitante importante para otros cultivos poco adaptados a los excesos hídricos.

De esta forma, los suelos de la planicie arroceras además de tener mayor riesgo de sequía por su menor capacidad de almacenamiento de agua disponible, también tienen el riesgo de anegamiento por sus restricciones de drenaje interno y superficial, existiendo entonces en estos suelos un “doble riesgo”.

Este artículo revisa algunos trabajos que estudiaron las respuestas agronómicas del cultivo de soja en suelos de mal drenaje. Se busca cuantificar el impacto productivo que puedan causar periodos de anegamiento durante el cultivo para eventualmente minimizar el riesgo de los mismos.

DAÑOS POR ANEGAMIENTO

El anegamiento provoca muchos daños y distorsiones fisiológicas en la planta que en mayor o menor medida determinan pérdidas en el rendimiento (Douglas *et al.* 2010).

La duración y el momento que ocurre anegamiento determinan la magnitud del daño (Sullivan *et al.*, 2001) y su impacto productivo. Existen diferencias entre cultivares en su capacidad de adaptarse a este tipo de stress y por tanto en las opciones de mitigación mediante el mejoramiento genético. También existen diferencias entre tipos de suelos, donde los daños en un suelo arenoso no son los mismos que en uno arcilloso (Scott *et al.* 1989).

Las chacras de soja en el delta del Mississippi (USA) ocasionalmente se inundan debido a excesos de lluvia o riegos seguidos de eventos de precipitación. Los síntomas más comunes reportados en estos ambientes son, amarillamiento de hojas, reducción en el crecimiento de las raíces, defoliación, reducciones en el rendimiento y muerte de plantas (Linkemer *et al.* 1998).

El amarillamiento de hojas está dado a la falta de nitrógeno ya que la duración de la inundación está negativamente correlacionada con las concentraciones de nitrógeno en hoja (Sullivan *et al.* 2001), a su vez Sallam y Scott (1987), reportan que inundaciones en V1 (Fehr *et al.* 1971) inhiben completamente la nodulación en soja comprometiendo el abastecimiento de N al cultivo.

La inundación durante tres días en el estadio V2-V3 provocaron reducciones del 20% en el rendimiento de chacras comerciales (Sullivan *et al.* 2001). Esas reducciones en el rendimiento fueron atribuidas a una reducción en la población de plantas, altura, y en el número de chauchas por planta.

¹ Ing. Agr., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. imacedo@tyt.inia.org.uy

² Ph.D., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. jterra@tyt.inia.org.uy

Por otra parte, Oosterhuis *et al.* (1989), indicaron que 48 hs de inundación en V4 y R2, provocó una reducción de 33 y 32% de la fotosíntesis respectivamente. A su vez, la reducción de rendimiento fue 40 y 55% en V4 y R2, lo que muestra que similares disminuciones en la fotosíntesis no necesariamente implicaron las mismas reducciones en el rendimiento. Griffin *et al.* (1988), encontraron que el cultivo fue más tolerante al anegamiento durante estadios vegetativos que reproductivos y concluyeron que para mitigar las pérdidas de rendimiento, el agua debía ser removida en menos de 48 hs.

Cuadro 1. Efecto de la duración de la inundación sobre el rendimiento en soja creciendo en dos suelos e inundada a V4 y R2.

Días de inundación	Crowley (arenoso)		Sharkey (arcilloso)	
	V4	R2	V4	R2
	-----Rendimiento (kg/ha)-----			
2	3231a	2796ab	2491a	2281a
4	3130a	3188a	2054b	1688b
7	3160a	2366b	1778c	896c
14	2586b	1809c	930d	355d

Valores seguidos por la misma letra no son diferentes significativamente entre momento de inundación y suelo ($p < 0.05$)
 Fuente: Adaptado de Scott *et al.*, 1989

Las pérdidas de rendimiento son directamente proporcionales a la duración del periodo de anegamiento y estas son mayores si el stress ocurre en R2 respecto a V4 (Scott *et al.* 1989). Los autores también encontraron que a igual duración de inundación la reducción de rendimiento fue mayor en suelo arcilloso a V4 que en suelo arenoso a R2.

Douglas *et al.* (2010), encontraron que mientras en suelos arenosos los rendimientos no se vieron afectados hasta 4 días después de inundados, en suelos con mayor tenor en arcilla ya a partir del día 2 disminuían significativamente su rendimiento, por lo cual suelos arenosos son capaces de soportar mayores periodos de anegamiento.

Griffin *et al.* (1988), encontraron pérdidas en el rendimiento de 300, 800 y 1350 kg/ha, cuando el cultivo pasaba de 1 a 8 días de inundado, en V6, R2 y R2+R5 respectivamente, para niveles de rendimiento de 3000 kg/ha promedio.

El efecto de la inundación sobre los componentes de rendimiento diferirá del estadio fenológico en que ocurra (Sullivan *et al.* 2001). Según Linkemer *et al.* 1998, inundaciones en V2 afectan al número de ramificaciones, en R1 al número de vainas por nudo reproductivo y en R5 el tamaño de grano.

Shannon *et al.* citados por Douglas *et al.* (2010), en un estudio de cultivares, encontraron que el rendimiento de todos los cultivares probados había sido reducido cuando se inundaron en R1. Aquellos que eran los más tolerantes las reducciones fueron del 39% y los más susceptibles las pérdidas fueron del 77%. Todos los cultivares son afectados por el anegamiento, pero la magnitud del impacto es diferente, por tanto debemos de hablar de tolerancia al anegamiento.

En un estudio donde se evaluaron distintas zonas de chacras comerciales que fueron delimitadas y discriminadas por zona drenada y no drenada, se vieron diferencias de rendimiento de 900 kg/ha a favor de las zonas drenadas (Linkemer *et al.* 1998).

CONCLUSIONES

Los daños por anegamiento pueden causar grandes pérdidas en el rendimiento de soja que pueden hacer la diferencia en la viabilidad del cultivo en rotación con arroz.

La sistematización de la chacra, incluyendo construcción de drenajes capaces de evacuar el agua en menos de 48 hs es una práctica de manejo que permitiría disminuir el riesgo de la soja en estos ambientes.

El uso de cultivares tolerantes al anegamiento con adaptabilidad local, también es una alternativa de manejo que podría tener impacto

El conocimiento del suelo y su textura es importante, ya que los tiempos de respuesta son diferentes si es un suelo arenoso o uno arcilloso.

Si bien estos sistemas tienen las limitaciones ya mencionadas, haciendo un manejo defensivo que considere como principal limitante la dinámica de agua en la chacra, se pueden obtener niveles de rendimientos aceptables.

El productor arrocero tiene una vasta experiencia en como regar su cultivo, si bien no existe mucha información generada para el riego en el cultivo de soja, pensar en regar oportunamente puede ayudar a disminuir aun más el riesgo en estos sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

DOUGLAS, M; STEVENS, G; SHANNON, G; WRATHER, A; SLEPER, D. 2010. Yield and nutritional responses to waterlogging of soybean cultivars. *Irrig Sci* 28:135-142.

FEHR, W.R; CAVINESS, C.E; BURMOOD, D.T; PENNINGTON, J.S. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci* 11:929-931.

GIMENEZ, L. 2014. Efecto de las deficiencias hídricas en diferentes etapas de desarrollo sobre el rendimiento en soja. *Agrociencia Uruguay*. 18: 1:53-64.

GRIFFIN, J.L; HABETZ, R.J; REGAN, R.P. 1988. Flood irrigation of soybeans in Southwest Louisiana. *La Agric Experiment Stn Bull* 795.

LINKEMER, G; BOARD, J.E; MUSGRAVE, M.E. 1998. Waterlogging effects on growth and yield components in late-planted soybean. *Crop Sci* 38:1576-1584

OOSTERHUIS, D.M; SCOTT, H.D; HAMPTON, R.E; WULLSCHLEGER, S.D. 1990. Physiological responses of two soybean [*Glycine max* (L.) Merr] cultivars to short-term flooding. *Environ Exp Bot* 30:85-92.

SALLAM, A; SCOTT, H. 1987. Effects of prolonged flooding on soybeans during early vegetative growth. *Soil Sci* 144:61-66.

SCOTT, H.D; J. DeAngulo; M.B. Daniels; L.S. Wood. 1989. Flood duration effects on soybean growth and yield. *Agron. J.* 81:631-636.

SULLIVAN, M; VAN TOAI, T; FAUSEY, N; BEUERLEIN, J; PARKINSON, R; SOBOYEJO, A. 2001. Evaluating on-farm flooding impacts on soybean. *Crop Sci* 41:93-100.