



Plasticidad en parámetros hídricos y fotosintéticos en soja [*Glycine max* (L.) Merr.] bajo déficit hídrico Malano, Juan Pablo^{1,2}

¹Laboratorio de Investigaciones en Fisiología y Biología Molecular Vegetal (LIFiBVe). Facultad de Ciencias Agrarias (FCA). Universidad Nacional del Litoral (UNL).

²Instituto de Ciencias Agropecuarias del Litoral (ICiAgro Litoral, UNL-CONICET).

Director: Céccoli, Gabriel.

Codirectora: Muñoz, Fernando.

Área: 8. Ingeniería

Palabras claves: soja, déficit hídrico, relaciones hídricas, fotosíntesis

INTRODUCCIÓN

En Argentina, la región donde se produce soja cubre un amplio rango de condiciones ambientales, realizándose mayoritariamente bajo secano (Carrera y col., 2009). En este sentido, el déficit hídrico (DH) es el estrés más severo y limitante de origen abiótico siendo la respuesta de la planta en este escenario altamente compleja. Se realizó un experimento en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias en Esperanza, Santa Fe. El suelo está clasificado como Argiudol típico. Dicho experimento consistió en la imposición de déficit hídrico a lo largo de todo el período reproductivo del cultivo habiendo ofrecido previamente parte de los requerimientos hídricos a lo largo del período vegetativo; para posteriormente cuantificar cambios en parámetros hídricos y fotosintéticos bajo este estrés.

OBJETIVO

Evaluar los efectos por déficit hídrico sobre los cambios en parámetros hídricos y fotosintéticos en etapas fenológicas críticas para el cultivo de soja.

*Título del proyecto: "Modelización de la arquitectura y el desarrollo en diferentes genotipos de soja (*Glycine max* (L.) Merril) para maximizar los rendimientos y el uso de la tierra."*

Instrumento: CAI+D.

Año convocatoria: 2016.

Organismo financiador: UNL.

Director: Dr. (Ing. Agr.) Gabriel Céccoli.

METODOLOGÍA

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental “Juan Donnet” de la Facultad de Ciencias Agrarias en Esperanza, Santa Fe. El suelo está clasificado como Argiudol típico (arcilloso fino), el mismo se denomina Serie Esperanza, con un IP de 82. Se trata de un suelo profundo, moderadamente bien drenado (Carta de suelos de la provincia de Santa Fe. Visor GEO INTA).

La distancia entre surcos fue de 52 cm. y la densidad de siembra fue aproximadamente de 30 semillas por m² para todas las variedades.

Material vegetal

Se utilizaron tres variedades comerciales de soja de uso frecuente en la región central santafesina. Las variedades utilizadas fueron: Santa rosa 4.3., Nidera 5.9 y Santa Rosa 6.5.

Tratamientos aplicados

Se aplicaron los siguientes tratamientos en las tres variedades evaluadas:

Situación control (C): la oferta hídrica equiparó totalmente a los requerimientos hídricos del cultivo. Según Dardanelli y Andriani (2003), 500 mm son suficientes para lograr un óptimo desarrollo y crecimiento.

Situación estresante moderada (EI): se entregaron 375 mm de agua durante el período vegetativo del cultivo. No se realizarán riegos en el período reproductivo.

Situación estresante severa (EII): se entregaron 275 mm de agua. La oferta hídrica se realizó en el período vegetativo del cultivo. No se realizaron riegos en el período reproductivo.

Parámetros analizados

Medición del Contenido Relativo de Agua (CRA): el contenido relativo de agua es un indicador del estado hídrico de una hoja. En los estados fenológicos V5, R2, R4 y R6 se realizó un muestreo de 10 plantas por tratamiento, en las cuales se extrajeron 3 discos de hoja para determinar el CRA mediante la siguiente fórmula (ecuación 1):

$$\text{CRA (\%)} = [(\text{peso fresco} - \text{peso seco})] / [(\text{peso a saturación} - \text{peso seco})] * 100 \text{ (ecuación 1).}$$

Para cada hoja se cortaron 3 discos en la mañana, correspondientes al sector izquierdo de cada uno de los tres folíolos de la hoja. El peso saturado se determinó colocando los tres discos de hoja por planta en cámara húmeda hasta alcanzar peso constante. Para determinar el peso seco se colocaron los discos en estufa durante 72 horas a 60°C (hasta peso constante).

Fotosíntesis: se midió tasa la fotosintética (PN) con un medidor portátil de fotosíntesis modelo CIRAS-2 marca PP System® entre las 07:30 AM y las 10:30 AM en 10 plantas de cada genotipo y tratamiento. Las determinaciones se realizaron en los estados fenológicos V5, R2, R4 y R6. La hoja seleccionada fue la misma hoja que la utilizada para determinar el CRA.

Determinación del potencial hídrico: la medición se realizó en el estado fenológico R6.5, en la cual se tomaron 10 plantas por unidad experimental (genotipo x tratamiento). Las mediciones se realizaron en hojas al azar tomadas en el estrato superior de las plantas. Para esta determinación se utilizó una bomba/cámara de presión/Scholander marca PMS INSTRUMENTS® modelo 615.

Todos los parámetros fueron estadísticamente analizados utilizando el programa InfoStat®. Se realizaron los ANAVAS correspondientes y se utilizó el test de diferencias mínimas significativas entre medias (DMS) de Fisher. Se utilizó un nivel de significancia del 5 %.

RESULTADOS

Plasticidad en el contenido relativo de agua (CRA) bajo déficit hídrico

La variedad Santa Rosa 4.3 no modificó su CRA en R4 (período crítico). Las variedades Nidera 5.9 y Santa Rosa 6.5 disminuyeron de manera significativa sus CRA en ambas situaciones estresantes respecto a la situación control (Tabla 1).

Tabla 1. Contenido relativo de agua (CRA, %) para los distintos tratamientos a lo largo de los diferentes estados fenológicos analizados (V5 – R2 – R4 – R6). Para cada estado fenológico analizado, se compararon la combinación genotipo-tratamiento en escala de colores. En esta, los mayores valores se presentan con verde, los valores medios con amarillo y los valores menores con rojo. Medias con una letra común en cada fila no son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Se presenta la variación de los tratamientos estresantes en relación al control. Se observan los incrementos en celdas verdes y los descensos en celdas rojas.

		Santa Rosa 4.3						Nidera 5.9						Santa Rosa 6.5					
		C		E I		E II		C		E I		E II		C		E I		E II	
Contenido Relativo de Agua (%)	V5	81.7	abc	77.5	bc	84.1	ab	81.5	abc	74.3	c	87	a	80.8	abc	81.8	abc	82.1	ab
	R2	89.7	a	79.7	bc	77.3	c	90.1	a	77.5	c	80	bc	89.8	a	86.6	ab	74.6	c
	R4	69.3	bcd	68.9	bcd	64.8	de	82.9	a	72.3	b	65.4	cde	70.7	bc	64.8	de	69.4	e
	R6	85.6	a	82	ab	67.1	c	70.8	c	64.5	c	56.6	d	80.6	ab	78	b	77.8	b
Variación en relación al control (%)	V5			-5.1		2.9				-8.8		6.7				1.2		1.6	
	R2			-11.1		-13.8				-14.0		-11.2				-3.6		-16.9	
	R4			-0.6		-6.5				-12.8		-21.1				-8.3		-10.3	
	R6			-4.2		-21.6				-8.9		-20.1				-3.2		-3.5	

En R6, las variedades Santa Rosa 4.3 y Nidera 5.9 evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento estresante II y el resto. La variedad Santa Rosa 6.5 no disminuyó su CRA entre tratamientos, mostrando tolerancia al DH en este estado fenológico.

Cambios en la tasa fotosintética (PN) por DH

En la tabla 2 se presenta la tasa de fotosíntesis neta promedio en las 3 variedades (bajo los tres tratamientos impuestos) en los estados fenológicos V5, R2, R4 y R6).

Considerando el período crítico del cultivo (R4- R6) se puede apreciar que en el estado

Tabla 2. Tasa de fotosíntesis (PN, $\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2.\text{s}$) para los distintos tratamientos a lo largo de los diferentes estados fenológicos analizados. Referencias ídem a tabla 1.

		Santa Rosa 4.3						Nidera 5.9						Santa Rosa 6.5					
		C		E I		E II		C		E I		E II		C		E I		E II	
Tasa de fotosíntesis ($\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2.\text{s}$)	V5	18,81	bc	20,76	abc	18,51	c	20,05	abc	20,13	abc	19,46	bc	21,65	ab	21,5	abc	22,78	a
	R2	15,16	b	13,53	bc	11,71	cd	20,11	a	18,86	a	14,45	b	11,13	d	10,28	d	14,79	b
	R4	14,02	bc	11,98	c	5,21	e	13,19	c	8,19	d	6,18	de	18,56	a	15,52	b	16,14	b
	R6	13,67	bc	12,11	c	6,16	de	10,96	c	7,74	d	3,51	e	17,33	a	15,88	ab	13,11	bc
Variación en relación al control (%)	V5			10,4		-1,6				0,4		-2,9				-0,7		5,2	
	R2			-10,8		-22,8				-6,2		-28,1				-7,6		32,9	
	R4			-14,6		-62,8				-37,9		-53,1				-16,4		-13,0	
	R6			-11,4		-54,9				-29,4		-68,0				-8,4		-24,4	

fenológico R4, la variedad Santa Rosa 4.3 evidenció diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento estresante II y el control. Nidera 5.9 mostró diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento estresante II y el resto. Santa Rosa 6.5 presentó diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento control y los tratamientos estresantes (EI y EII). En R6, el genotipo Santa Rosa 6.5 fue el que menos disminuyó su PN bajo déficit hídrico (DH).

Potencial hídrico

Como se mencionó anteriormente, el potencial hídrico se midió en R6.5. Las tres variedades presentaron disminuciones significativas en los tratamientos estresantes I y II respecto al tratamiento control.

Tabla 3. Potencial hídrico (bares) promedio de las hojas del estrato superior para los distintos tratamientos en el estado fenológico R6.5. La escala de colores utilizada fue la misma que aquellas utilizadas en las tablas 1 y 2.

	Santa Rosa 4.3			Nidera 5.9			Santa Rosa 6.5		
	C	E I	E II	C	E I	E II	C	E I	E II
Potencial hídrico en R 6.5	-13.13	-16.18	-17.78	-10.13	-11.78	-14.68	-9.65	-13	-13.55
Variación en relación al control (%)		23.2	35.4		16.3	44.9		34.7	40.4

CONCLUSIONES

El déficit hídrico generó una reducción en el contenido relativo de agua para todas las combinaciones genotipo-tratamiento en el período reproductivo del cultivo (R2 – R4 – R6). Si bien lo anterior, el genotipo Santa Rosa 6.5 mostró menores disminuciones para este parámetro en el períodos reproductivo R6 en ambas situaciones estresantes.

También se observó una disminución de la tasa fotosintética (PN) para el período crítico (R4 – R6) en las situaciones estresantes en todas las combinaciones genotipo-tratamiento.

El déficit hídrico (DH) redujo el potencial hídrico de las hojas en ambas situaciones estresantes en las tres variedades, mostrando menores disminuciones el genotipo Nidera 5.9 en el tratamiento EI y el genotipo Santa Rosa 4.3 en la situación estresante II (EII).

Los resultados de este experimento corroboraron que el estrés por déficit hídrico (DH) afecta en diferentes intensidades la fisiología del cultivo de soja en el período reproductivo. En las tres variedades utilizadas, bajo las tres condiciones ambientales y en los tres parámetros medidos no se pudo determinar que alguna de estas variedades presentara una tolerancia mayor que el resto de los genotipos.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Carrera, C. Martínez, M. J. Dardanelli, J. y Balzarini, M. (2009). Water deficit effect on the relationship between temperature during the seed fill period and soybean seed oil and protein concentrations. Crop Science Society of America, vol. 49. Pp. 990 – 998.

Carta de suelos de la provincia de Santa Fe. Visor GEO INTA. En: <http://visor.geointa.inta.gob.ar/?p=96>. Acceso: 15/7/2018.

Dardanelli, J. y Andriani, J. 2003. La disponibilidad hídrica y la respuesta del cultivo de soja. En: El libro de la soja. FormaColor Impresores S.R.L. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. p. 107-119.

InfoStat. 2009: InfoStat. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Provincia de Córdoba, República Argentina.