



Evaluación de parámetros morfofisiológicos para determinar mecanismos de tolerancia al déficit hídrico en soja [*Glycine max* (L.) Merr.]

Marina Belén Rainaud^{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: Pizarro, María Dolores.

Área: 8. Ingeniería

Palabras clave: soja, déficit hídrico, parámetros fisiológicos.

INTRODUCCIÓN

En condiciones de campo, los cultivos pueden manifestar marcados déficits hídricos (DH). Esto ocurre cuando la absorción de agua por las raíces es insuficiente para compensar las pérdidas por transpiración. Si este desbalance se prolonga en el tiempo, genera en el cultivo una situación de déficit hídrico que afecta su normal desenvolvimiento (Locke y col., 2014).

Por otro lado, la soja se consolida como un cultivo clave para satisfacer la demanda mundial de alimentos proteicos y oleaginosos, tanto para uso en la producción animal como para la alimentación humana. Además, en la actualidad, este cultivo logró expandirse hacia áreas extra-pampeanas, donde el total y la variabilidad en las precipitaciones suele ser más marcada aumentando las brechas entre los rendimientos potenciales y los rendimientos alcanzados (Dardaneli y Andreani, 2003).

Por todo lo anterior, en el presente trabajo se cuantificaron los cambios provocados por el déficit hídrico en tres variedades comerciales de soja, hipotetizando que este estrés modifica considerablemente diversos parámetros morfológicos, encontrándose respuestas diferenciales para cada variedad.

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

Instrumento: CAI+D

Año convocatoria: 2016

Organismo financiador: UNL

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

OBJETIVOS

1-Cuantificar cambios en la altura de las plantas (en diferentes estados fenológicos) en tres genotipos de soja sometidas a déficit hídrico (DH).

2-Cuantificar cambios en la acumulación de materia seca y su partición (en diferentes estados fenológicos) en tres genotipos de soja sometidas a DH.

3-Cuantificar cambios en parámetros foliares (en diferentes estados fenológicos) en tres genotipos de soja sometidas a DH.

METODOLOGÍA

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental “Juan Donnet” de la Facultad de Ciencias Agrarias en Esperanza, Santa Fe. Se utilizaron tres variedades comerciales de soja: Santa Rosa 6.5, Nidera 5.9 y Santa Rosa 4.3.

Se ubicaron estructuras denominadas “*rain out shelter*” con el objetivo de evitar la entrada de agua por las precipitaciones en el período reproductivo de las plantas, momento en el cual se impuso el estrés (Oya y col., 2003).

Los tratamientos hídricos fueron los siguientes; *situación control (C)*, donde la oferta hídrica equiparó totalmente los requerimientos del cultivo, *situación estresante moderada (E I)*, en la cual se entregó el 75 % de la oferta hídrica de la situación control en el período vegetativo y *situación estresante severa (E II)*, en la que se ofreció el 55 % de la oferta hídrica que en la situación control en el período vegetativo

Se cuantificaron los siguientes parámetros:

1. Cuantificación de la altura de plantas. Las alturas de las plantas se midieron semanalmente utilizando una regla de metal en los estados fenológicos V2, V3, V5, V7, V9, R1, R2, R3, R4, R5, R6 y R7.

2. Cuantificación de la acumulación de biomasa aérea y su partición. Las estructuras morfológicas consideradas en la determinación de materia seca (MS) fueron: MS de folíolos, MS de tallos, MS de pecíolos, MS de vainas (en el caso de los estados fenológicos donde las hubiera).

Para su determinación se siguió la metodología propuesta por Andriani y col. (1991). Para ello, se obtuvieron 15 plantas al azar por tratamiento y genotipo en el estado fenológico R6 (100 % de granos llenos).

3. Cuantificación del área foliar. Las mediciones se realizaron con un medidor de área foliar marca LI-COR® modelo LI-3100C. Esta determinación se realizó en los estados fenológicos V5, R2, R4 y R6.

Todos los parámetros fueron estadísticamente analizados utilizando el programa InfoStat (2009). Se realizaron los ANAVAS correspondientes y se utilizó el test LSD de Fisher (DMS, diferencias mínimas significativas). Se utilizó un nivel de significancia del 5 %.

RESULTADOS

Variaciones en la altura de plantas por efecto del déficit hídrico (DH)

La altura de plantas disminuyó en las situaciones estresantes en los tres genotipos en los estados fenológicos avanzados. Nidera 5.9 presentó tolerancia al DH en la situación estresante I ya que no disminuyó de manera significativa su altura (Tabla 1).

	Fenología referencia	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	
Altura media de la planta (mm)	V2	59.9	c	60.0	c	62.6	c	126.2	a	130.9	a	104.7	b	60.5	c	65.5	c	59.7	c
	V3	88.9	d	86.5	d	98.7	cd	172.1	ab	181.1	a	162.3	b	91.5	cd	103.8	c	96.9	cd
	V5	141.8	e	155.8	de	175.2	c	254.9	ab	261.5	a	239.3	b	156.7	de	158.5	cde	160.7	cd
	V7	226.0	e	247.3	de	274.3	c	341.0	ab	362.5	a	319.3	b	258.0	cd	229.5	e	245.4	de
	V9	306.5	d	350.3	c	353.3	c	419.3	a	430.0	a	384.3	b	293.0	de	265.9	e	297.7	d
	R1	397.0	cd	426.7	bc	433.0	b	498.0	a	505.7	a	439.3	b	378.3	de	323.3	e	393.0	d
	R2	508.9	d	552.0	bc	507.3	d	621.0	a	655.3	a	560.7	b	516.0	cd	416.3	e	506.7	d
	R3	580.3	c	584.3	c	519.7	d	660.6	b	725.0	a	634.0	b	653.0	b	523.0	d	644.7	b
	R4	594.0	de	594.7	d	528.0	f	683.7	bc	755.3	a	647.7	c	700.7	b	546.3	ef	686.3	bc
	R5	603.0	de	596.7	e	527.0	f	696.0	bc	761.7	a	651.0	cd	723.0	ab	577.0	ef	715.0	ab
	R6	603.0	d	595.7	d	521.7	e	693.0	bc	756.7	a	655.3	c	737.7	ab	564.7	de	722.3	ab
	R7	604.3	bc	590.0	c	523.7	d	704.3	a	721.3	a	653.0	b	735.7	a	563.3	cd	721.0	a

Tabla 1. Altura media de las plantas en milímetros (mm). Para cada estado fenológico de referencia, se realizó una comparación de colores donde se muestra los mayores valores en verde, los valores intermedios en amarillo, y los menores en rojo.

Cambios en la acumulación de materia seca (biomasa) por efecto del déficit hídrico (DH)

La acumulación de biomasa disminuyó por efecto del DH en los genotipos Santa Rosa 6.5 y Nidera 5.9 en el estado fenológico R6. Por el contrario, el genotipo Santa Rosa 4.3 mostró tolerancia frente al DH en este parámetro ya que mantuvo la acumulación y partición de biomasa bajo DH (Tabla 2).

		Estado fenológico R6																	
		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	
Peso de la planta (g)	Hoja TP	3,93	bc	3,43	bcd	3,88	bc	3,5	bcd	2,64	d	3,08	cd	5,23	a	4,02	b	5,1	a
	Pecíolo TP	1,74	bc	1,59	cd	1,63	cd	1,59	cd	1,37	cd	1,28	d	3,2	a	2,19	b	3,15	a
	Tallo TP	3,96	bc	3,8	bc	3,22	c	4,96	a	4,62	ab	4,6	ab	4,95	a	3,42	c	5,21	a
	Vaina TP	4,93	de	6,81	bc	8,16	a	6,8	bc	4	e	3,7	e	7,88	ab	5,89	cd	5,66	cd
	Hoja R	1,27	cd	1,52	bc	1,2	cd	2,61	a	2,43	a	2,29	ab	0,99	cd	0,94	cd	0,5	d
	Pecíolo R	0,49	c	0,61	bc	0,53	c	1,18	a	1,17	a	0,92	ab	0,53	c	0,42	c	0,57	bc
	Tallo R	1,19	bc	1,33	b	0,85	bc	2,58	a	2,61	a	2,26	a	1,25	bc	0,75	bc	0,57	c
	Vaina R	3,61	cd	4,33	cd	3,56	cd	13,21	a	8,1	b	7,66	b	6,05	bc	3,64	cd	2,08	d
	Total	20,48	bc	23,42	cd	22,92	cd	36,44	a	26,95	bc	25,79	bcd	30,08	b	21,26	cd	22,84	cd

Tabla 2. Acumulación de materia seca (g) del total de la planta y los distintos componentes (hoja, pecíolo, tallo y vaina) para el tallo principal (TP) y para las ramas (R) en tres tratamientos de DH en el estado fenológico R6. Se realizó una escala de colores para comparar medias igual a la de la Tabla 1.

Modificaciones en el área foliar por planta (AFT) bajo DH

En la tabla 3 se presenta el área foliar total por planta (mm²) en los tres tratamientos impuestos a lo largo de los diferentes estados fenológicos analizados (V5 – R2 – R4 – R6). El DH redujo el área foliar en ambas situaciones estresantes durante el período reproductivo en las tres variedades analizadas. Santa Rosa 4.3 fue la variedad que más disminuyó su AFT. La variedad Santa Rosa 6.5 fue la que menos disminuyó su área foliar total por efecto del DH (Tabla 3).

		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	
Área foliar total (mm ²)	V5	348.4	c	409.7	bc	532.8	ab	546.4	a	470.8	abc	448.9	abc	437.9	abc	392.6	c	420.4	abc
	R2	1081.4	bc	935.5	c	1071.2	bc	1413.7	a	1599.7	a	1477.6	a	1330.5	ab	1379.2	ab	1482.3	a
	R4	1904.7	bc	1876.1	bc	1457.1	c	2513.5	a	2441.6	ab	2004.5	abc	1954.2	abc	2318.2	ab	2179.4	ab
	R6	1404.9	bcd	1740.3	ab	1314.6	cd	1878.4	a	1808.2	ab	1517.8	abc	1515.9	abc	1043.6	d	1250.4	cd

Tabla 3. Área foliar total (mm²) en los tres tratamientos analizados en los estados fenológicos V5, R2, R4 y R6. Para cada valor de área foliar, se realizó una escala comparativa de colores igual a la de la Tabla 1.

CONCLUSIONES

En los parámetros morfológicos analizados se observaron respuestas diferenciales frente al déficit hídrico según las variedades estudiadas. Estos cambios diferenciales ocurrieron solamente en estados fenológicos avanzados (fin de estado reproductivo). A medida que la ontogenia del cultivo avanzó, las diferencias de medias en los tres parámetros analizados, entre las situaciones estresantes y la situación control, fueron mayores. La variedad Santa Rosa 4.3 fue la más afectada por el déficit hídrico; Nidera 5.9 tuvo un comportamiento intermedio y la variedad Santa Rosa 6.5 presentó las menores disminuciones en los parámetros analizados, evidenciando una mayor tolerancia al DH.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Andriani, J. M.; Andrade, F. H.; Suero, E. E.; Dardanelli, J. L.** 1991. *Water deficits during reproductive growth of soybeans. I. Their effects on dry matter accumulation, seed yield and its components.* Agronomie, EDP Sciences. Pp. 737-746.
- Dardanelli, J.; 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.
- Locke, A.M. Ort, D.R.** 2014. *Leaf hydraulic conductance declines in coordination with photosynthesis, transpiration and leaf water status as soybean leaves age regardless of soil moisture.* Journal of Experimental Botany 65: 6617-6627.
- Oya, T. Nepomuceno, A.L. Neumaier, N. Boucas Farias, J.R. Tobita, S. Ito, O.** 2004. *Drought tolerance characteristics of Brazilian Soybean Cultivars – Evaluation and characterization of drought tolerance of various Brazilian soybean cultivars in the field.* Plant production Science, 7: 129-137.