

## POTENCIAL PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE SOJA SIN LIMITANTES DE AGUA

J.A. Terra<sup>1</sup>, G. Cantou<sup>2</sup>, M.Oxley<sup>2</sup>, I.Furtado<sup>2</sup>, A. Bordagorri<sup>2</sup>, J. Sawchik<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Riego, sistemas agrícolas, rendimiento.

### 1. INTRODUCCIÓN

La soja es el principal cultivo agrícola y está integrado a sistemas de agricultura continua en siembra directa rotando predominantemente con trigo (eventualmente cebada) y ocasionalmente con maíz (en los mejores suelos) o sorgo. La predominancia del cultivo en la rotación ha generado un sistema de producción poco diversificado y vulnerable productiva y ambientalmente.

Los rendimientos medios nacionales están estancados en aproximadamente 2000 kg/ha desde hace una década, con un ligero incremento en las dos últimas zafas, lo que genera una fuerte dependencia del clima y los precios del grano en un escenario de costos en aumento que amenazan la sustentabilidad del sistema. En este sentido, es ampliamente conocida la gran vulnerabilidad y dependencia del rendimiento de la soja al régimen hídrico de cada zafa que determina una brecha importante entre los rendimientos comerciales y los rendimientos potenciales alcanzables (Ciampitti y García, 2009). En este sentido, los mayores impactos negativos sobre el rendimiento ocurren en los estadios de R3 a R5 (Pedersen, 2004)

Por tanto, es necesario disponer de tecnologías de manejo integrado del cultivo para incrementar la productividad y reducir la variabilidad ambiental del cultivo de soja. Esto incluye evaluar el comportamiento agronómico y el potencial productivo de distintos grupos de madurez y prácticas de manejo del cultivo de soja en ambientes edáficos y regímenes hídricos contrastantes.

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En la zafa 2012-13 se instalaron experimentos idénticos en Treinta y Tres y La Estanzuela. El sitio de Treinta y Tres se encontraba sobre un Argisol Subéutrico con una pastura de Lotus maku desde 1996 que fue terminada con glifosato, nivelada con landplane y sembrada sin laboreo con raigrás en el otoño. El análisis de suelo (0-15 cm) previo a la siembra indicaba para el sitio un contenido de 19 g/kg de C orgánico, 5 ppm de P Bray, 6ppm de P Ac. Cítrico, 0.28 meq/100g de K intercambiable y 5.2 de pH.

En cada localidad se instalaron dos experimentos, uno con riego suplementario por aspersión y otro sin riego. Cada experimento consistió en un arreglo factorial de 4 grupos de madurez (GM) de soja y 4 poblaciones. Los GM fueron: Nidera 5009, Relmo 5500, Nidera 6126 y Don Mario 6.8i; mientras q las poblaciones objetivos consistieron en 20, 28, 36 y 44 plantas/m<sup>2</sup>. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo de parcelas divididas con 4 repeticiones. En la parcela grande (20x20-m) se colocaron los GM, mientras que en las parcelas menores (5x20-m) se dispusieron las densidades.

El criterio de riego consistió en la aplicación de una lámina semanal suplementaria de 8-20mm, permitida por el ala de riego, de forma de generar dos situaciones. El riego se realizó siempre y cuando las precipitaciones semanales no superaban los 30mm durante el estado vegetativo o 40 mm durante la fase reproductiva del cultivo, o cuando se constataba que el contenido de agua en los primeros 45 cm del perfil se encontraba por debajo del 50% de la capacidad de almacenamiento de agua útil, que para este suelo es de unos 12mm/10cm.

La vegetación fue controlada con glifosato y dicamba (4 l/ha de GlifoWeed + 250 cc Bambel) el 5 de octubre y la siembra directa se realizó el 15 de noviembre con una Semeato con sistema abre surco de Facón-Guillotina + doble disco con sistema de distribución de semilla de placas, 6 líneas a 40 cm entre hileras. Todas las parcelas fueron fertilizadas con 180 kg/ha de N<sub>8</sub>-P<sub>39</sub>-K<sub>15</sub> aplicado 50% en línea y 50% al voleo. Inmediatamente luego de la siembra se aplicó glifosato (Roundup Full 3 l/ha) y metolaclor (1 l/ha Dual Gold). Al estado de V5 se aplicó 3 l/ha N-P-K + micro (ISUSA) y posteriormente en R3 fosfitos de potasio (ISUSA). El control de insectos (7), malezas (1) y enfermedades (3) subsiguientes se realizaron con el criterio de asegurar el control efectivo y minimizar las pérdidas de rendimiento por estas.

Las determinaciones incluyeron la recuperación de plantas luego de emergencia, contenido de agua gravimétrico en el suelo (0-45 cm), lamina de riego aplicada, estado fisiológico durante la estación de

<sup>1</sup> Ph.D. INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. [jterra@inia.org.uy](mailto:jterra@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr. INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. [gcantou@inia.org.uy](mailto:gcantou@inia.org.uy)

<sup>3</sup> Aux. de Investig. Programa Sustentabilidad Ambiental

<sup>4</sup> Ph.D. INIA. Programa Cultivos. [jsawchik@inia.org.uy](mailto:jsawchik@inia.org.uy)

crecimiento, altura de planta, biomasa a R5, plantas a cosecha, componentes de rendimiento (n chauchas/planta, n granos/chaucha y peso de mil granos) y rendimiento realizado con cosechadora comercial (10 hileras x 20 m).

Las respuestas agronómicas fueron evaluadas con modelos mixtos (PROC MIXED, SAS) (Littell et al., 1996). La situación hídrica (riego vs secano), los GM, las densidades y sus interacciones fueron considerados como efectos fijos, mientras que los bloques anidados en cada situación hídrica fueron considerados como efectos aleatorios. Para determinar la significancia de los efectos fijos en todos los análisis se utilizó un test F con un P=0.05.

### 3. RESULTADOS

Las precipitaciones durante el ciclo del cultivo (siembra a R8) superaron los 570 mm (Fig. 1). Se registraron 4 eventos de lluvias mayores a los 80 mm, dos durante la etapa vegetativa, y otros dos durante la reproductiva, además de varios eventos menores en todas las décadas. A causa del régimen hídrico favorable, el experimento regado se le aplicó una lámina adicional de solo 100 mm distribuida en 9 riegos a lo largo del ciclo, 3 durante la fase vegetativa y 6 durante la reproductiva. Esto sobrepasa ampliamente los 450-500 mm de agua que la soja necesita durante su ciclo.

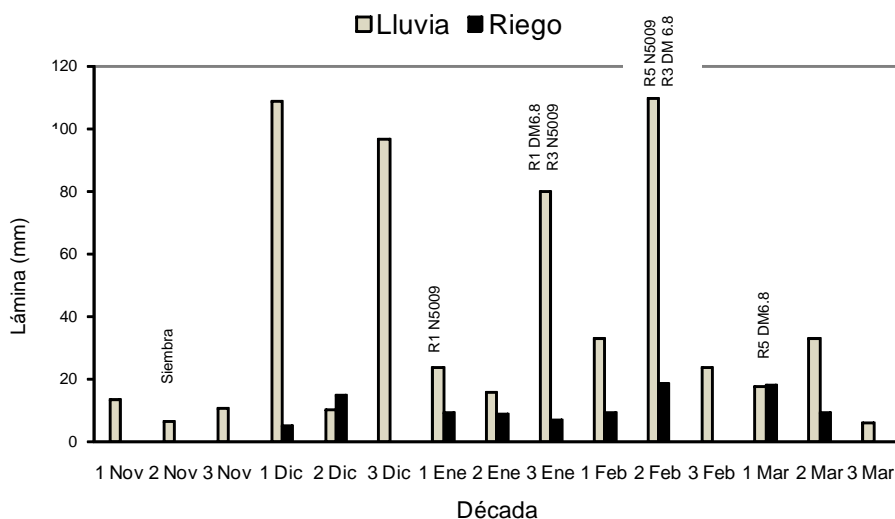


Figura 1. Precipitaciones durante el ciclo de la soja y lámina aplicada en el experimento regado.

No se observaron efectos significativos del riego suplementario sobre el rendimiento de soja (Cuadro 1); sino más bien una tendencia a deprimir los rendimientos principalmente en el grupo más corto (N5009). Las interacciones entre régimen hídrico y GM y entre GM y densidades no fueron significativas. La mayor productividad global se alcanzó con el GM más largo (DM 6.8) y con el más corto (N5009) en ambas situaciones; solo en el experimento bajo riego el rendimiento de este fue significativamente mayor a la del GM más corto.

Cuadro 1. Rendimiento de 4 grupos de madurez y 4 poblaciones de soja en dos regímenes hídricos.

Grupos Madurez/Densidad	20 pl/m <sup>2</sup>	28 pl/m <sup>2</sup>	36 pl/m <sup>2</sup>	44 pl/m <sup>2</sup>	Media
-----kg/ha-----					
<b>SECANO</b>					
DM 6.8	4200	4460	4280	4380	<b>4330a</b>
N6126	3780	4270	4040	3910	<b>4000b</b>
RM55	3970	3980	4040	4150	<b>4030b</b>
N5009	4010	4140	4440	4450	<b>4260a</b>
<b>Media</b>	3990B	4210A	4200A	4220A	<b>4160</b>
<b>RIEGO</b>					
DM 6.8	4150	4040	4310	4210	<b>4180a</b>
N6126	3760	3740	3810	3810	<b>3780b</b>
RM55	3560	3720	3760	3770	<b>3705b</b>
N5009	3840	3860	3930	4140	<b>3940ab</b>
<b>Media</b>	3790B	3840AB	3950AB	3980A	<b>3900</b>

Esto sugiere un efecto depresivo del riego en este cultivar por exceso de agua en el suelo debido a condiciones intermitentes de anaerobiosis durante el periodo crítico de R3-R5. Casi todos los GM mostraron una tendencia a menor rendimiento en la densidad más baja de 20 pl/ha comparada con la densidad de 36 y 44 pl/m<sup>2</sup>, en ambos regímenes hídricos.

El contenido de agua del suelo (0-30 mm) durante el ciclo del cultivo solo fue limitante durante un par de semanas en enero que fue lo más cercano al punto de marchitez permanente para este suelo (8% agua gravimétrica) en la zafra. En el resto del ciclo el contenido de agua del suelo estuvo por encima de 50% de agua disponible. No se observaron tendencias claras entre experimentos, GM y densidades.

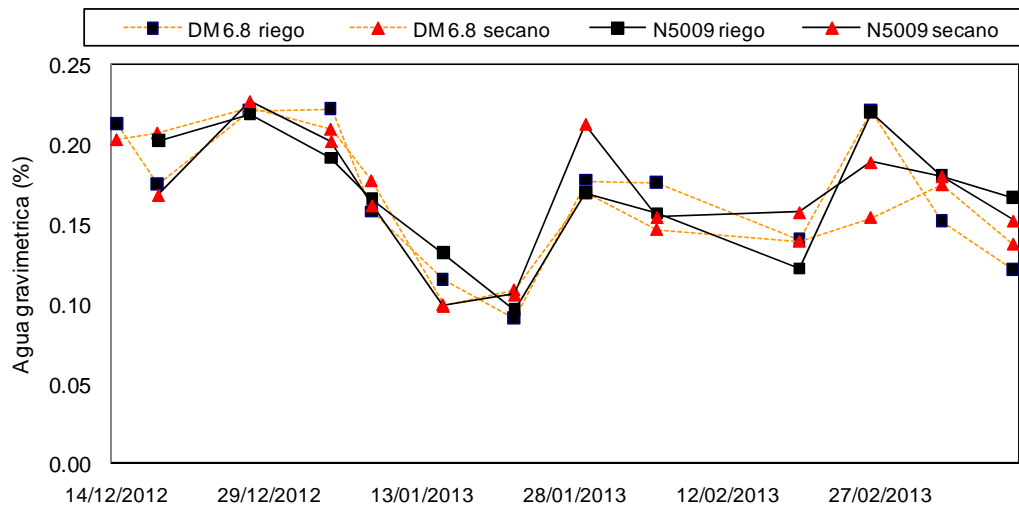


Figura 2. Contenido de agua gravimétrico del suelo (0-30 cm) entre situaciones de riego y secano en dos grupos de madurez de soja.

Los componentes de rendimiento debido a la alta productividad no logran explicar claramente la escasa diferencia absoluta de rendimientos entre tratamientos. La densidad de plantas obtenidas a cosecha fue de 21, 27, 29 y 32 pl/m<sup>2</sup> en los tratamientos de densidades crecientes. La mayor cantidad de chauchas/planta fue observada en N5009 (66) y la menor en DM 6.8 (55), aunque se recuperaron en promedio 3 pl/m<sup>2</sup> adicionales en DM 6.8 respecto a N5009. La mayor cantidad de granos/chaucha fue observada en N5009 (1.97) y la menor en RM55 (1.80). El peso de mil granos en DM 6.8 y N5009 (148g) fue un 30% y un 8% superior al de N6126 y RM55 respectivamente.

#### 4. CONCLUSIONES

El volumen de precipitaciones, su distribución, la evolución del agua en el suelo y la ausencia de respuesta de rendimiento al riego suplementario sugieren que fue un año inmejorable desde el punto de vista climático para el cultivo en la región. Por tanto, se especula que la productividad fue cercana al potencial de rendimiento de los distintos materiales. Seguramente, con un régimen de precipitaciones menos favorable en los próximos años del experimento, se podrá observar un mayor impacto sobre el rendimiento y componentes de las variables incluidas que permita ajustar modelos de crecimiento del cultivo.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- CIAMPITTI I., y F. GARCÍA.** 2009. Manejo del cultivo de soja. In: Manual de Manejo del Cultivo de Soja. Editores: F. García, I. Ciampatti, I., y H. Baigorri. 2009. IPNI. 190pp.
- PEDERSEN, P.** 2004. Soybean Growth and Development. Iowa State University. 28 pp.