

## COMPORTAMIENTO AGRÓNOMICO DE GRUPOS DE MADUREZ CONTRASTANTES DE SOJA EN SUELOS ARROCEROS DEL ESTE

J. Castillo<sup>1</sup>, F. Bonilla<sup>2</sup>, T. Lucas<sup>3</sup>, R. Amaral<sup>4</sup>, A. Bordagorri<sup>5</sup>, J. Terra<sup>6</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Rendimiento, fisiología, rotación arroz-soja.

### 1. INTRODUCCIÓN

La rotación arroz-pasturas tiene ventajas productivas, económicas y ambientales bien documentadas (Deambrosi, 2009). Sin embargo, el deterioro de los márgenes del arroz en los últimos años ha despertado el interés por incorporar la soja a la rotación aprovechando sus buenos precios y transparencia de mercado. La viabilización de la soja en sistemas arroceros, podría contribuir a reducir algunos costos y mejorar aspectos agronómicos relacionados a la preparación de suelos y control de malezas mejorando la productividad y rentabilidad.

Sin embargo, los suelos arroceros del Este tienen limitantes importantes para el cultivo de soja debido a su pobre drenaje interno, baja capacidad de almacenamiento de agua y exploración radicular, pobre estructura y fertilidad natural que causan stress abióticos de diferente intensidad y reducen la productividad (Chebataroff et. al. 2002). Preocupa especialmente el riesgo de anegamiento, ya que la soja es un cultivo muy sensible a los mismos, reduciendo su productividad entre 17-43% durante la etapa vegetativa y entre 50-56% en la etapa reproductiva ante excesos temporales de agua (Oosterhuis et al., 1990, Boru et al., 2003).

La vulnerabilidad del cultivo de soja al stress abiótico puede mitigarse a través del uso de cultivares tolerantes, o mediante algunas prácticas de manejo del cultivo como la elección del ciclo del cultivar, la época de siembra, la densidad y distribución del mismo para desfasar las tapas críticas del cultivo de los momentos de mayor probabilidad de riesgo climático.

El objetivo de esta red experimental fue evaluar el comportamiento agronómico y productivo de algunos grupos de madurez contrastantes de soja utilizados a nivel productivo en distintos suelos arroceros de la región Este.

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la zafra 2012-13 se instalaron una red experimental sobre chacras comerciales ubicadas en 5 localidades: Río Branco (1 de Nov.), Rincón (17/Nov.), La Charqueada (18 Nov.), India Muerta (22 Nov.), y Paso de la Laguna (10 Dic.) sobre unidades de suelos contrastantes.

En cada sitio se instaló un experimento evaluando 4 cultivares de grupos de madurez (GM) contrastante: Nidera 5009, Nidera 5909, Don Mario 6.2i y Don Mario 6.8i. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en cada localidad. Los cultivares se sembraron en parcelas de 10-m de ancho y 25-m de largo con 2 repeticiones en cada localidad.

Los experimentos se sembraron con una sembradora 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. Se utilizó una población objetivo de 320.000 pl/ha. Se fertilizó con el criterio de asegurar los niveles críticos de P y K mas los niveles de absorción para un rinde objetivo de 3000 kg/ha. Se utilizó K<sub>2</sub>O para ajustar K y 7-40-0 + 5S para ajustar P. El P fue aplicado 50% en línea y 50% al voleo, mientras que el K fue aplicado al voleo sobre la superficie. El manejo del cultivo, preparación de suelos, drenaje y control de malezas, plagas y enfermedades fue realizado en base al manejo comercial de la chacra, con pequeños ajustes puntuales.

Las determinaciones incluyeron muestreos de suelos (0-15 cm) previo a la siembra para análisis del contenido de C orgánico, N total, P (Bray I y ácido cítrico), K intercambiable, Mg y pH (agua) (Castillo et al, en esta publicación). Se cuantificó la recuperación de plantas luego de emergencia, estado fisiológico durante el ciclo del cultivo, plantas a cosecha, componentes de rendimiento (n chauchas/planta, n

<sup>1</sup> Ing. Agr., INIA. Programa Arroz. [jcastillo@tyt.inia.org.uy](mailto:jcastillo@tyt.inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, [fbonillacedrez@gmail.com](mailto:fbonillacedrez@gmail.com)

<sup>3</sup> Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, [tliolupe2323@hotmail.com](mailto:tliolupe2323@hotmail.com)

<sup>4</sup> Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, [rodrigo@marconnocampo.com.br](mailto:rodrigo@marconnocampo.com.br)

<sup>5</sup> Téc. Agrop. INIA

<sup>6</sup> Ph.D, INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. [jterra@tyt.inia.org.uy](mailto:jterra@tyt.inia.org.uy)

granos/chaucha y peso de mil granos) y rendimiento realizado con cosechadora comercial (10 hileras x 25 m).

Las respuestas agronómicas fueron evaluadas con modelos mixtos (PROC MIXED, SAS) (Littell *et al.*, 1996). Los sitios, los GM y sus interacciones fueron considerados como efectos fijos, mientras que los bloques anidados en sitios fueron considerados como efectos aleatorios. Para determinar la significancia estadística de los efectos fijos en todos los análisis se utilizó un test F con un P=0.05.

### 3. RESULTADOS

Debido al exceso de precipitaciones en diciembre se perdieron por anegamiento los experimentos de GM de Rio Branco y Paso de la Laguna, donde el único GM en el que se obtuvo un stand aceptable de plantas sobrevivientes fue Nidera 5909. Por tanto la información agronómica y productiva que se presenta corresponde a los otros tres sitios restantes.

Cuadro 1. Efectos del Grupo de Madurez (GM) y el Sitio sobre la productividad de la soja y los componentes de rendimiento.

	Rinde	Población	Chauchas/planta	Chauchas/m <sup>2</sup>	Granos/chaucha	Grano/m <sup>2</sup>	PMG
-----Pr > F-----							
Sitio	0.0013	0.088	0.024	0.069	0.006	0.011	0.104
GM	0.0078	0.003	0.016	0.114	0.949	0.078	0.313
LOC*GM	0.0046	0.132	0.269	0.294	0.142	0.042	0.225

Se observaron diferencias significativas a la implantación entre GM y una tendencia entre sitios (Cuadro 1). La población obtenida en N5909 (31.5 pl/m<sup>2</sup>) fue la más cercana al objetivo, mientras que en DM6.2i fue un 42% inferior a la población buscada (Cuadro 2). La implantación en India Muerta fue algo mayor al de los otros dos sitios. La reducción en la población en DM6.2i estuvo relacionada al mayor tamaño y desuniformidad de semilla respecto a las dimensiones de los agujeros de la placa de siembra; mientras que las diferencias de N5909 respecto a los otros dos materiales parecen estar dados por una mejor recuperación y adaptación de la semilla de ese cultivar a los ambientes sembrados como ocurrió en los sitios perdidos. Las plantas a cosecha fueron prácticamente las mismas (5% menor) que las obtenidas a emergencia, resultado de las buenas condiciones climáticas del año.

Cuadro 2. Recuperación de plantas (pl/m<sup>2</sup>) por sitio experimental y grupo de madurez de soja.

Sitio/Grupo Madurez	N 5009	N 5909	DM 6.2i	DM 6.8i
-----pl/m <sup>2</sup> -----				
Rincón	22.5	32.5	17.5	24.0
La Charqueada	22.5	30.0	17.5	25.0
India Muerta	25.0	32.5	20.0	30.0
Media	23.3B	31.5A	18.3C	26.3B

Valores seguidos por una misma letra mayúscula en misma fila no difieren significativamente con p=0.05

El ciclo emergencia-R3 fue de 86 d en DM6.8 y de 76 d en N5009, sin mayores variaciones entre sitios. El ciclo a R8 fue de 167 y 145 d para DM 6.8 y N5009, respectivamente. No se observaron mayores diferencias entre el ciclo de N5909 y DM 6.2i a R3 (84d) ni R8 (160d).

La productividad de la soja fue afectada por la localidad, el GM y la interacción de ambas (Cuadro 1 y Cuadro 3). Considerando todos los sitios, la mayor productividad fue obtenida con los GM DM6.2i y DM6.8i que en promedio (3910 kg/ha) fue un 8% mayor a la obtenida con los GM N5009 y N5909 (3610 kg/ha). La mayor productividad fue obtenida en el sitio de La Charqueada bajo un régimen hídrico más favorable respecto a los otros sitios. En este sitio, la productividad del GM de ciclo más corto (5009) estuvo algo por encima incluso del GM de ciclo más largo (DM 6.8). Por otro lado, en el sitio de menor productividad relativa, India Muerta, el GM de ciclo más largo tuvo un rendimiento 17% mayor al del GM más corto. Esto sugiere que el ciclo más largo de DM 6.8i le permitió escapar de las condiciones de déficit impuestas por el ambiente a fines de enero a los ciclos más cortos en ese sitio.

Cuadro 3. Rendimiento de soja por sitio experimental y grupo de madurez.

Sitio/Grupo Madurez	N 5009	N 5909	DM 6.2i	DM 6.8i	Media
-----kg/ha-----					
Rincón	3130	3490	3930	3670	3550B
La Charqueada	4980	4310	5090	4770	4790A
India Muerta	2760	3000	2810	3220	2950C
Media	3620b	3600b	3940a	3880a	

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma fila no difieren significativamente con p=0.05

Valores seguidos por una misma letra mayúscula en la misma columna no difieren significativamente con p=0.05

El número de chauchas por planta fue el componente de rendimiento más afectado por el ambiente y los GM (Cuadro 4 y Cuadro 5). Los componentes lograron explicar gran parte de las diferencias de rendimientos observadas entre sitios, pero no lo hacen satisfactoriamente con las diferencias observadas entre GM; seguramente por la magnitud de las mismas.

El sitio de La Charqueada, el de mayor productividad, fue el de mayor número de chauchas por planta, n de granos por chaucha y también tuvo tendencia en peso de grano. Mientras que el sitio de menor productividad relativa, India Muerta, fue donde se obtuvieron menos chauchas por planta y también menos granos por chaucha.

Cuadro 4. Componentes de rendimiento de soja por ambiente (promedio de todos los GM).

	Chauchas /planta	Chauchas /m <sup>2</sup>	Granos /chaucha	Granos/m <sup>2</sup>	PMG
Rincón	61a	1393b	2.0b	2718b	146a
La Charqueada	66a	1628a	2.2a	3595a	162a
India Muerta	34b	1199b	1.9b	2303c	153a

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con p=0.05

Los cultivares N5009 y DM 6.2i tuvieron en promedio 46% más chauchas por planta que la media de los otros dos cultivares. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre GM en los otros componentes que contribuyan a explicar las diferencias en productividad comentadas anteriormente.

Cuadro 5. Componentes de rendimiento de soja por GM (promedio de todos los sitios)

	Chauchas/ planta	Chauchas/ m <sup>2</sup>	Granos/ chaucha	Granos/m <sup>2</sup>	PMG
N5009	62a	1508a	2.05a	3127a	152a
N5909	41b	1422a	2.01a	2859a	154a
DM6.2i	64a	1378a	2.04a	2835a	160a
DM6.8i	46b	1321a	2.00a	2669a	148a

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con p=0.05

### 3. CONCLUSIONES

A pesar de ser un año climáticamente favorable para el cultivo de soja, 2 de los 5 experimentos fueron perdidos a causa del anegamiento, uno de los principales riesgos en estos ambientes edáficos. En ambos sitios, fue destacable el hecho de que uno de los cultivares pareció ser más tolerante a dichas condiciones.

Por otro lado, se obtuvieron altas productividades en los sitios restantes, inusuales para la región y para estos suelos. En el ambiente más favorable, el rendimiento del GM corto fue similar al alcanzado con GM más largos, sin embargo en ambientes algo más restringidos, a pesar de los rendimientos medios, fue importante el uso de un GM más largo para desfasar etapas críticas del cultivo de los periodos de mayor riesgo de déficit hídrico en enero.

Parece importante repetir esta red nuevamente en un año climáticamente menos favorable a los efectos de sacar algunas conclusiones en ese tipo de escenario más probable.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

DEAMBROSI, E. 2009. 10 años de la Unidad de Producción Arroz-Ganadería. Serie Técnica 180. INIA.

BORU, G., T. VANTOAJ, J. ALVES, D. HUA, and M. KNEE. 2003. Responses of Soybean to Oxygen Deficiency and Elevated Root-zone CO<sub>2</sub> Concentration. *Annals of Botany*, 91: 447-453.

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

CHEBATAROFF, N.; ZORRILLA, H.; FERREIRA, E.; GAGO, LIMA, R.; MIRABALLES, R.; GONNET, D. 2002. Cultivos de alternativa en rotación con arroz. *Revista Plan Agropecuario* 103: 50-53