

# Respuesta productiva de Soja según Fecha de Siembra en el centro de Córdoba, Argentina



Toledo<sup>1</sup>, Rubén; Esteves, Noelia<sup>2</sup>; Moya, Gabriela<sup>2</sup>; Ramallo, Carolina<sup>2</sup>

1. Cereales y Oleaginosas-Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba

2. Estudiante de grado. FCA, UNC

e-mail: [rtoledo@agro.unc.edu.ar](mailto:rtoledo@agro.unc.edu.ar)

## INTRODUCCIÓN

La reducción de los niveles y distribución de precipitaciones durante el ciclo del cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merr.), constituye la principal causa de caída de productividad en los diferentes grupos de madurez (GM), la disponibilidad hídrica controla el desarrollo y crecimiento del cultivo, lo que la constituye en el factor abiótico más limitante del rendimiento (RTO) para la producción de secano en el Cono Sur. (Baigorri *et al.*, 2009)

La caracterización del ambiente es la primera práctica de manejo del cultivo, posteriormente es necesario una adecuada combinación de GM, hábito de crecimiento (HC) y la fecha de siembra (FS). Esta última influye en gran medida en la respuesta productiva del cultivo, siendo un aspecto crítico que genera diferentes respuestas en los RTO según sea el ambiente en donde se siembre. (Egli *et al.*, 2009).

La FS es una herramienta de alta relevancia en el RTO obtenido, (Kantolic *et al.*, 2004) Este depende tanto del número de granos (NG) por unidad de superficie, como del peso de los mismos (PG). El NG a su vez se divide en componentes que representan la cantidad total de sitios potenciales de establecimiento de los granos, el número de nudos (ND), el número de vainas por planta (NVP) y el número de granos por vainas (NGV). (Baigorri *et al.*, 2009)

Con el objetivo de identificar los diferentes comportamientos productivos, se analizaron los resultados obtenidos por los cultivares de GM III al VI ante modificación del momento de siembra.

## MATERIALES Y METODOS

Bajo la coordinación de la EEA-INTA Marcos Juárez, se sembraron entre las campañas 2002/03 y 2008/09, los ensayos de FS y GM en el Área Experimental del Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (31°19'LS, 64°13'LV), ubicado en camino a Capilla de los Remedios KM 15<sup>½</sup>.

En la Tabla 1 se observa el promedio de precipitaciones en las campañas 2002-2008 y el registrado en la campaña 2008/09. En la Tabla 2 se detallan los materiales y las campañas donde fueron utilizados, el GM y HC (indeterminado (ind) - determinado (det)) Dichos materiales fueron sembrados manualmente (25-30 semillas m<sup>-1</sup> lineal) en seis FS promedio: 1<sup>er</sup> FS 24/09, 2<sup>da</sup> FS 16/10, 3<sup>er</sup> FS 02/11, 4<sup>ta</sup> FS 22/11, 5<sup>ta</sup> FS 14/12 y 6<sup>ta</sup> FS 11/01.

**Tabla 1: Precipitaciones (mm) registradas promedio de las campañas 2002 al 2008 y la obtenida en la campaña 2008/09**

	S	O	N	D	E	F	M	A
2002/08	16	38	91	129	127	74	112	75
2008/09	51	2	74	50	58	65	71	5

**Tabla 2: Cultivares utilizados, según campaña, GM y HC**

Cultivares	Campañas	GM	Hábito de crecimiento
DM3000	2002/03	III corto	indeterminado
DM3070	2008/09	III corto	indeterminado
DM3100	2002/03-2006/07	III corto	indeterminado
A3901	2002/03	III largo	indeterminado
DM3950	2002/03	III largo	indeterminado
DM3700	2003/09	III largo	indeterminado
DM4200	2004/07	IV corto	indeterminado
DM4250	2008/09	IV corto	indeterminado
A4303	2003/04	IV corto	indeterminado
DM4400	2002/03	IV corto	indeterminado
SP4500	2008/09	IV largo	indeterminado
DM4600	2002/08	IV largo	indeterminado
A4613	2007/09	IV largo	indeterminado
DM4800	2002/04	IV largo	indeterminado
DM4870	2004/08	IV largo	indeterminado
DM50048	2002/03-2004/05	IV largo	indeterminado
RA418	2005/06	IV largo	indeterminado
SA4900	2008/09	IV largo	indeterminado
A4910	2002/04	IV largo	indeterminado
DM4970	2008/09	IV largo	indeterminado
TJ2049	2004/05	IV largo	indeterminado
NA5009	2008/09	IV largo	indeterminado
A5409	2002/04	V	indeterminado
RA514	2004/09	V	indeterminado
DM5.5	2008/09	V	indeterminado
Rafaela58	2002/03	V	determinado
A5485	2008/09	V	determinado
A5520	2002/03	V	determinado
A5766	2004/08	V	determinado
A5901	2003/04	V	determinado
A6445	2002/03	VI	determinado
A6411	2003/09	VI	determinado

Los experimentos se condujeron como diseño completo en bloques aleatorios (DCBA) con 3 repeticiones, la unidad experimental fue una parcela de 3 surcos de 3m de largo en las campañas

2002/03 y 2003/04, y de 4 surcos de 4m durante la campaña 2004/05 a la 2008/09, en todos los casos el espaciamiento entre hileras fue de 0,52m.

Oportunamente se realizó el control de malezas con glifosato ( $3000 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), las plagas fueron controladas alternativamente con clorpirifos ( $800 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) y endosulfan+deltametrina ( $500 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). En todas las campañas se regó en presiembra en las FS tempranas.

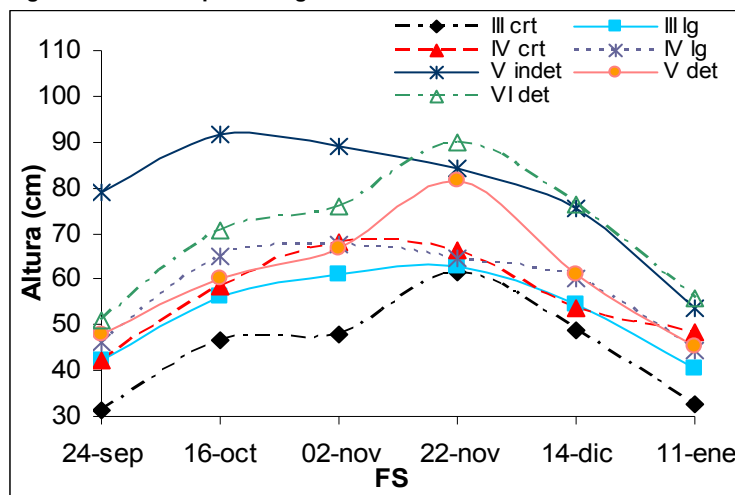
En madurez ( $R_8$ ) se tomaron 10 plantas de cada parcela y se registró altura promedio (AP) (expresado en cm), el NVP y el NG totales  $\text{planta}^{-1}$ , este valor se dividió por el NVP para así obtener el NGV promedio, se registró en NGV y en inicio de floración ( $R_1$ ) y en  $R_8$  el ND en tallo principal. Se obtuvo el peso de 1000 granos (PG) (expresado en g) y para obtener el RTO comercial (expresado en  $\text{g m}^{-2}$ ), se cosecharon 2m lineales del surco central ( $1,04\text{m}^2$ ) en las dos primeras campañas y 2m lineales de cada uno de los dos surcos centrales ( $2,08\text{m}^2$ ) en las restantes; se peso (en  $R_8$ ) con balanza electrónica la biomasa aérea (BA) (expresada en  $\text{g m}^{-2}$ ).

Para llevar el material trillado a peso constante y 0% de humedad ( $H^\circ$ ), se lo depositó por 72 horas en una estufa de aire forzado ( $60^\circ\text{C}$ ), se lo pesó en balanza y el posterior análisis de RTO se realizó con el valor ajustado al 13,5% de  $H^\circ$ . Los promedios se obtuvieron a través del programa INFOSTAT, utilizándose el método de comparaciones múltiples LSD-Fischer al 5% de significancia.

## RESULTADOS

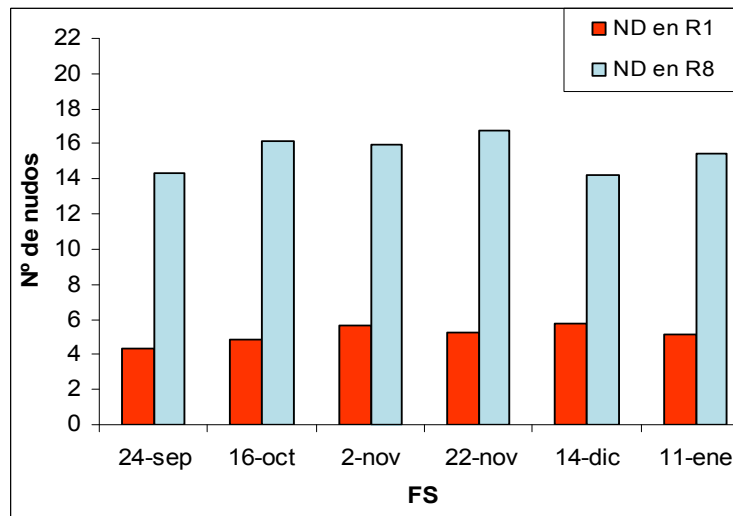
En la Figura 1 se observa la AP obtenida con valores máximos en el mes de noviembre (71cm), la mayor AP la obtuvo el GM V ind (91cm) en la FS del 16/10, la menor fue del GM III corto (31cm) en las FS del 24/09. A partir de una FS promedio del 12/11, el GM III redujo  $0,37\text{cm dia}^{-1}$  de atraso en la siembra, el GM IV  $0,34\text{cm}$ , el GM V ind  $0,39\text{cm}$ , el GM V det  $0,48\text{cm}$  y el GM VI det redujo su AP  $0,46\text{cm dia}^{-1}$  de atraso de la FS.

Figura 1: Altura de planta según FS



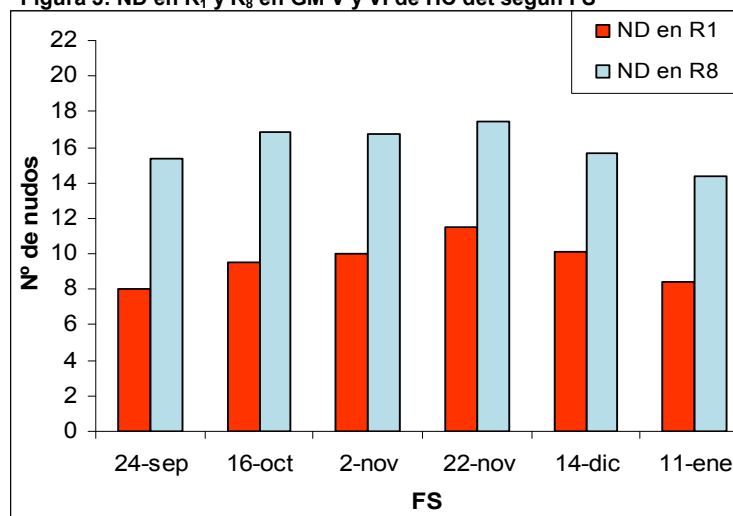
En la Figura 2 se observa el ND registrados en tallo principal en los GM III y IV. En  $R_1$  los valores promediaron entre 4 y 6 nudos; en  $R_8$  el ND promedio fue de 15 con valor máximo de 17 que se registró en las FS del 22/11.

Figura 2: ND en  $R_1$  y  $R_8$  en GM III y GM IV según FS



El ND promedio obtenido en  $R_1$  en los GM V y VI de HC det fue de 10 nudos, en  $R_8$  se diferenciaron 16 nudos en el tallo principal. El máximo registro de ND en  $R_8$  fue de 17 coincidiendo este valor en las FS del 16/10, 02/11 y 22/11. Figura 3

Figura 3: ND en  $R_1$  y  $R_8$  en GM V y VI de HC det según FS



En la Figura 4 se observa el ND del GM V de HC ind, con valor mínimo de 9 ( $R_1$ ) y máximo de 19 nudos ( $R_8$ ). El mayor valor obtenido en  $R_8$  fue de 21 nudos y se registró en la FS del 16/10.

En la Figura 5 se observa que en la FS del 16/10 se obtuvo el máximo NVP promedio (63) con tendencia decreciente a medida que se atrasó la FS. En la FS del 16/10 el GM III corto obtuvo el mayor NVP (75); el menor fue del GM III largo (27) en la FS del 11/01. A partir de la FS del 16/10 el GM III redujo 0,46 el NVP  $\text{dia}^{-1}$  de atraso de la FS, el GM IV 0,35, el GM V ind 0,29, el GM V det 0,45 y el GM VI det disminuyó 0,11 el NVP  $\text{dia}^{-1}$  de atraso de la FS.

Figura 4: ND en R<sub>1</sub> y R<sub>8</sub> en GM V de HC indet según FS

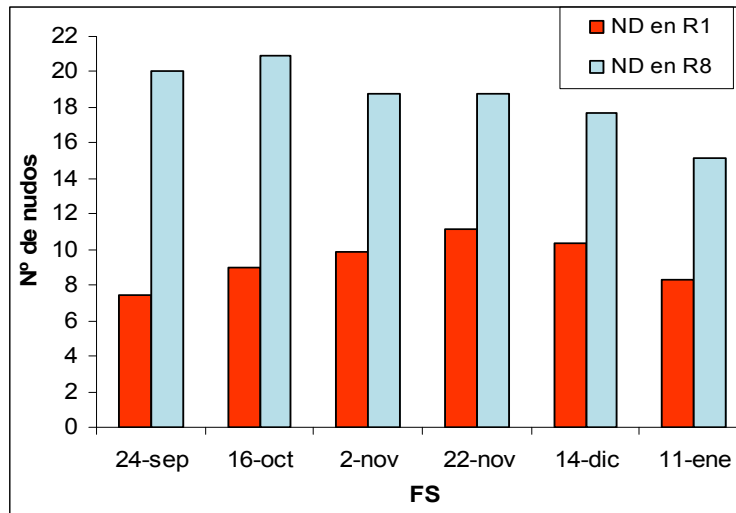
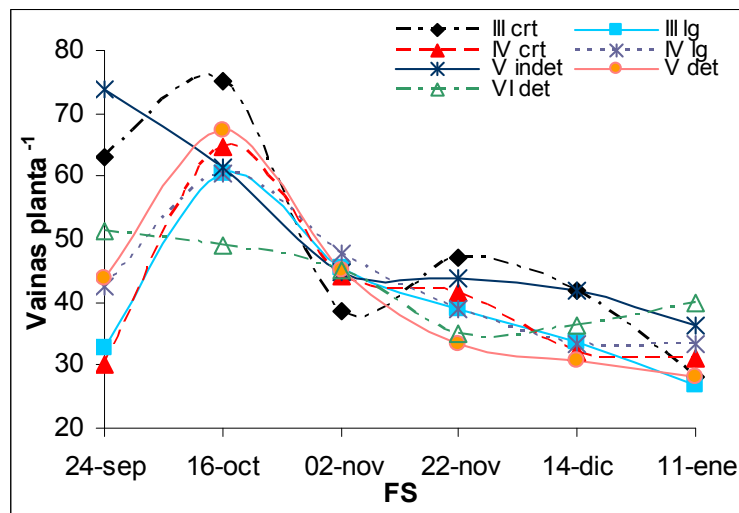


Figura 5: Número de vainas por planta según FS



En promedio el valor de NGV fue de 1,73, con mínimo de 1,53 y máximo de 2,31 (Figura 6). Considerando esto en la Figura 7 se grafica el  $NG\ m^{-2}$ , donde el mayor promedio se obtuvo en la FS del 16/10 (2209), y que fue decreciendo a medida que se atrasó la FS. El mayor valor de  $NG\ m^{-2}$  fue del GM V ind (2706) en la FS del 24/09, en la misma FS el GM III corto registró el menor valor (685). A partir del 16/10 el GM III redujo 13,51 el  $NG\ m^{-2}\ dia^{-1}$  de atraso de la siembra, el GM IV 11,23, el GM V ind 9,76, el GM VI det 9,34 y el GM VI det disminuyó 4,72 el  $NG\ día^{-1}$  de atraso en la FS.

El máximo promedio de PG fue en la FS del 24/09 (145,92g), este valor fue decreciendo hasta llegar al mínimo promedio en la FS del 11/01 (127,92g). El mayor PG lo obtuvo el GM III largo (168,19g) en la FS del 16/10, el menor fue del GM III corto (113,26g) en la FS del 11/01. A partir de una FS promedio del 05/10 el GM III disminuyó 0,326g el  $PG\ día^{-1}$  de atraso en la FS, el GM IV 0,164g, el GM V ind 0,075g, el GM VI det 0,096g y solo en el GM V det el PG incrementó su valor 0,014g  $dia^{-1}$  de atraso en la FS. Figura 8

Figura 6: Número de granos vaina<sup>-1</sup> según FS

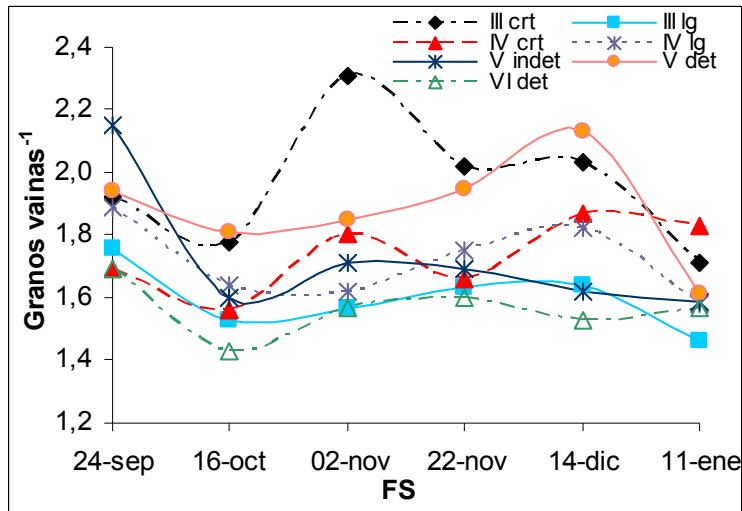


Figura 7: Número de granos por m<sup>2</sup> según FS

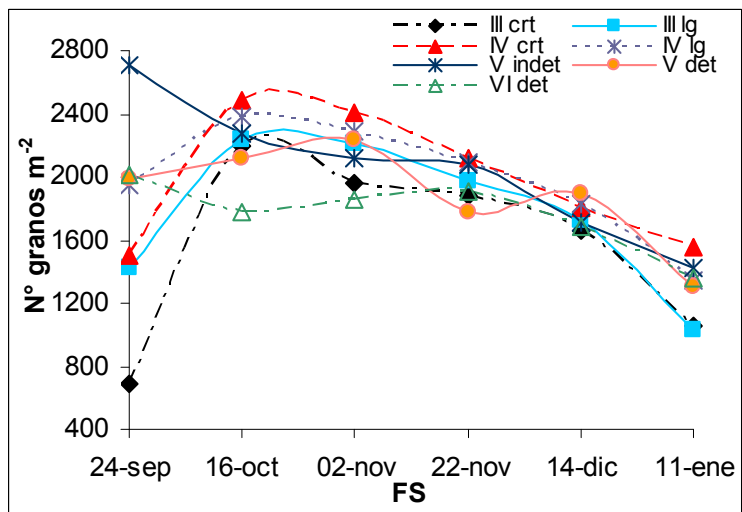
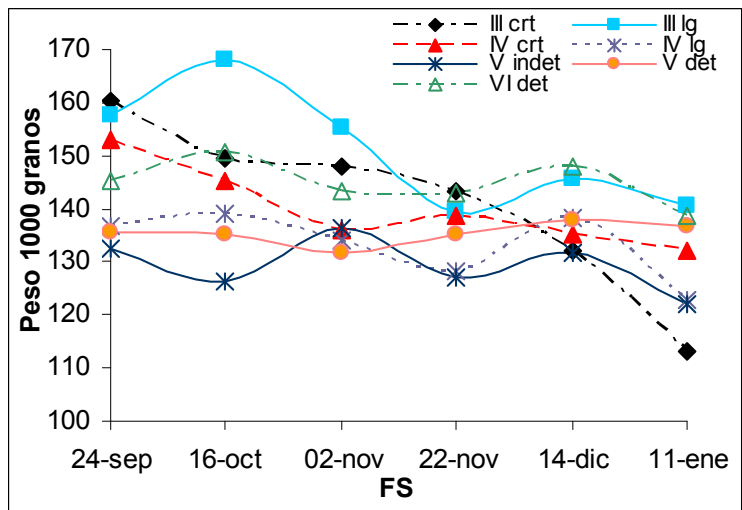


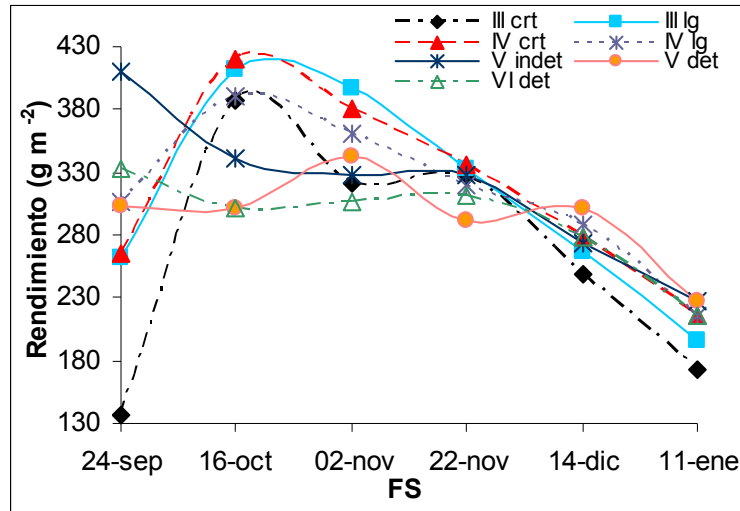
Figura 8: Peso de 1000 granos según FS



Teniendo en cuenta que la densidad promedio de cosecha de las 7 campañas fue de 30 plantas m<sup>-2</sup>; en la Figura 9 se observa el RTO logrado siendo máximo para los GM III y IV en la FS del 16/10 (402,3g m<sup>-2</sup>); los GM V ind (410,9g m<sup>-2</sup>) y VI det (332,4g m<sup>-2</sup>) obtuvieron el mayor registro

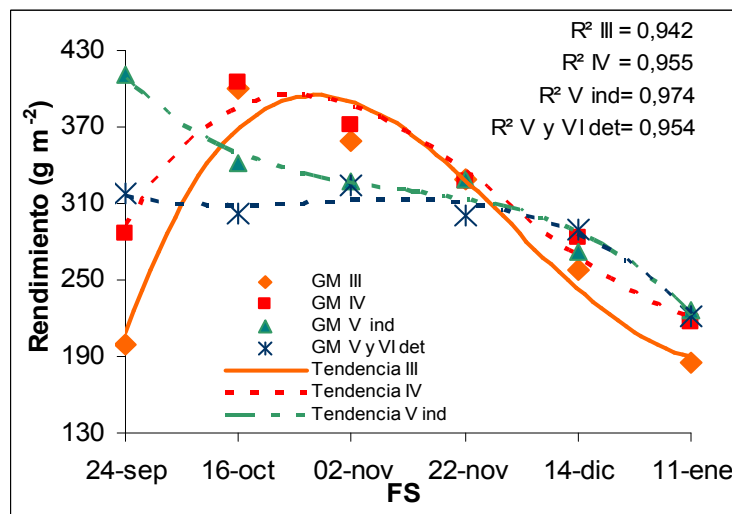
en la FS del 24/09; el GM V det alcanzó el máximo RTO en la FS del 02/11. A partir de la FS del 16/10 la tendencia de RTO fue decreciente hasta la FS del 11/01 ( $210,3\text{g m}^{-2}$ ). La reducción de RTO del GM III fue de  $24,69\text{kg ha}^{-1}\text{día}^{-1}$ ; en el GM IV la disminución fue de  $21,71\text{kg ha}^{-1}\text{día}^{-1}$ ; en el GM V ind fue de  $13,21\text{kg ha}^{-1}\text{día}^{-1}$ ; en el GM V det fue de  $8,58\text{kg ha}^{-1}\text{día}^{-1}$  y en el GM VI det dicha reducción fue de  $9,69\text{kg ha}^{-1}\text{día}^{-1}$  de atraso a partir de la FS del 16/10.

Figura 9: Rendimiento comercial ( $\text{g m}^{-2}$ ) según FS



En la Figura 10 se observa la tendencia promedio de RTO agrupados según largo de ciclo y HC, distinguiéndose tres ambientes productivos: El 1<sup>er</sup> en FS anteriores al 16/10 de comportamiento productivo intermedio (promedio de  $288,0\text{g m}^{-2}$ ) donde se destacó el GM V ind; un 2<sup>do</sup> ambiente ubicado entre FS del 16/10 y 22/11 de mayor productividad (promedio de  $344,4\text{g m}^{-2}$ ), donde se registró mayor respuesta de los GM III y IV; y un 3<sup>er</sup> ambiente posterior al 22/11 de inferior comportamiento (promedio de  $243,3\text{g m}^{-2}$ ) observándose que el GM V ind y en menor medida los GM V y VI det se destacaron nuevamente; en FS extremas posteriores al 11/01 la tendencia fue que estos últimos GM superen al GM V ind.

Figura 10: Tendencia de Rendimiento según FS, GM y HC



En la Figura 11 y 12 se observa los registros de BA promedio y tendencias obtenidas respectivamente con valores máximos entre la FS del 16/10 (1064g m<sup>-2</sup>) y la FS del 02/11(1001g m<sup>-2</sup>); el GM III (1068g m<sup>-2</sup>) y el GM IV (965g m<sup>-2</sup>) se destacaron en la FS del 16/10; el GM V ind (1265g m<sup>-2</sup>) obtuvo el mayor promedio en la FS del 24/09; el GM V det (1210g m<sup>-2</sup>) lo logró en la FS del 02/11 y el GM VI det tuvo mejor respuesta en la FS del 16/09 (1173g m<sup>-2</sup>). A partir de la FS del 16/10 la tendencia de BA fue decreciente a medida que se fue atrasando el momento de siembra; la reducción de BA del GM III fue de 65,74kg ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>; en el GM IV la disminución fue de 39,33kg ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>; en el GM V ind fue de 54,43kg ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>; y en promedio los GM V y GM VI det fue de 47,81kg ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> de atraso a partir de la FS del 16/10.

Figura 11: Biomasa aérea (g m<sup>-2</sup>) según FS

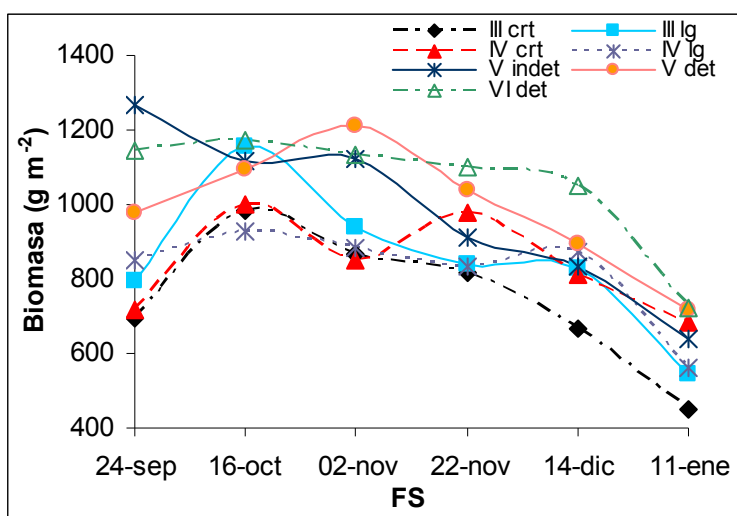
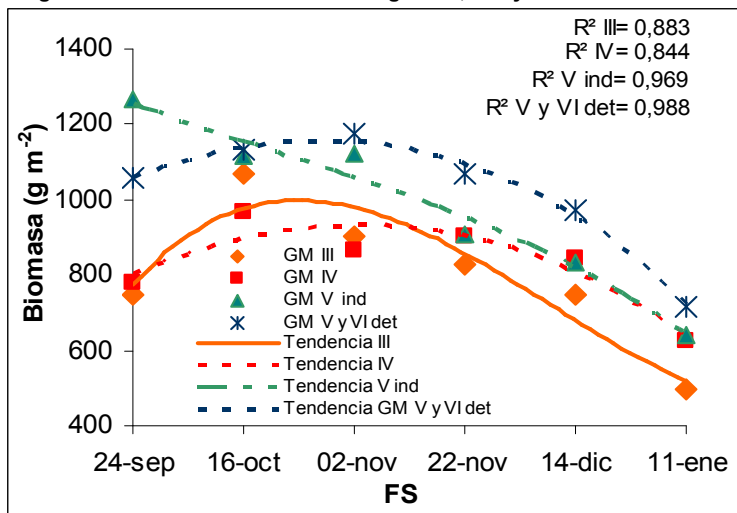


Figura 12: Tendencia de Biomasa según FS, GM y HC



## CONSIDERACIONES FINALES

- Los GM V y VI de HC det fueron los de mayor reducción del valor de AP día<sup>-1</sup> de atraso en el momento de siembra a partir del 12/11.



- Los GM III y IV diferenciaron en  $R_1$  el 35,6% del total de ND en tallo principal, los GM V y VI de HC det el 57,5% y el GM V de HC ind diferenció en  $R_1$  el 47,4% del total de ND en tallo principal.
- El GM III corto fue el de mayor disminución de NVP y el PG día<sup>-1</sup> de atraso en la FS.
- El GM III largo fue el de mayor reducción del NG m<sup>-2</sup> y RTO día<sup>-1</sup> de atraso en la FS.
- El mayor valor de BA promedio obtenido a lo largo de las FS fue del GM VI de HC det.
- En los GM III y IV el índice de cosecha (IC) registró valores entre 0,33 y 0,37 según FS. Entre 0,26 y 0,29 fueron los registros de IC obtenidos de los GM V y VI.
- A partir del 24/09 el RTO promedio ambiente se incrementó 13,756kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> hasta la FS del 04/11, a partir de esta FS fue decreciendo en promedio 26,605kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de atraso en la FS.
- Los GM V y VI de HC det tuvieron mayor estabilidad de RTO a medida que fue variando la FS. disminuyendo menos de 10 kg ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> de atraso en la FS.
- Según las tendencias obtenidas el mejor comportamiento productivo de los GM se obtuvo entre las FS del 16/10 y el 22/11.

### **Bibliografía consultada**

- Baigorri, H; I. Ciampitti y F. Garcia, 2009. Manejo del Cultivo de Soja. En Manual de manejo del cultivo de soja. Eds: F. Garcia; I. Ciampitti y H. Baigorri, Buenos Aires. pp 17-32
- Fehr W.; Caviness C.; Burmood D.; Pennington J. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science*. Vol 11: 929-931
- Egli, D.; Cornelius P. 2009. A Regional Analysis of the Response of Soybean Yield to Planting Date. *Agronomy Journal*. Vol 101: 330-335.
- Kantolic, A., P. Giménez y E. de la Fuente, 2004. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad de soja. *En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo*. Pascale (ed.) Buenos Aires. pp 167-195.
- Toledo R.; Camino S.; Esteves N.; Moya G.; Ramallo J.; Ramallo C. 2009. Productividad de grupos de madurez de soja según fecha de siembra. *En: Soja Actualización 2009. Informe de Actualización Técnica n°14*. ISSN 1851-9245