

# COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN CULTIVARES DE SOJA DEL GRUPO V CON DISTINTO HABITO DE CRECIMIENTO

ELBA DE LA FUENTE, ALEJANDRA GIL, E GONZÁLEZ, ADRIANA LENARDIS<sup>(1)</sup> (*ex aequo*)

Recibido: 11/04/93

Aceptado: 07/07/93

## RESUMEN

Sobre la base de experimentos realizados durante 4 años, se analizó la relación de los componentes del rendimiento y el momento en que quedan fijados con el tipo de crecimiento (determinado e indeterminado) en cultivares de soja del grupo V de maduración.

Los cultivares indeterminados desarrollaron después de R2 entre el 58% y 71% de sus nudos totales y el 80% de los nudos reproductivos. Los determinados desarrollaron 32-53% y 45% respectivamente.

La duración de la floración fue 10 días más larga para los cultivares indeterminados siendo los únicos que presentaron órganos florales hasta R5.5.

**Palabras claves:** *Glycine max* (L.) Merr, componentes del rendimiento, número de nudos, número de órganos reproductivos.

## YIELD COMPONENTS IN SOYBEAN CULTIVARS FROM MATURITY GROUP V WITH DIFFERENT GROWTH HABIT

## SUMMARY

The relationship of yield components and the timing in which these components are fixed, with growth habit (determinate and indeterminate) were studied in a 4 year experiment in different soybean cultivars of maturity group V. After R2 58-71% of the final nodes and 80% of the reproductive nodes in the indeterminate cultivars; and 32-53% of the final nodes and 47% of the reproductive nodes in the determinate ones, were developed.

The duration of flowering was 10 days longer in the indeterminate growth habit and this was the only one which had flower until R5.5.

**Key words:** *Glycine max* (L.) Merr, yield components, node number, flower number, pod number.

---

<sup>(1)</sup>Cátedra de Cultivos Industriales-FAUBA. San Martín 4453 (1417), Buenos Aires.

## INTRODUCCION

El rendimiento en grano es el producto de un número de subfactores, llamados componentes del rendimiento y puede expresarse de la siguiente manera:  $Y = Nr \cdot Ng \cdot Wg$ , donde  $Y$  = peso por unidad de superficie,  $Nr$  = número de unidades reproductivas por unidad de superficie,  $Ng$  = número de granos por unidad reproductiva y  $Wg$  = peso medio de granos (Gardner *et al.*, 1985). Estos componentes del rendimiento son afectados por el genotipo y el ambiente, y éste, generalmente explica las reducciones del rendimiento con respecto al potencial (Gardner *et al.*, 1985).

En la planta de soja los nudos representan sitios potenciales de formación de órganos reproductivos y, por lo tanto, mayor número de nudos posibilita el aumento del número de flores por planta (Nakayama *et al.*, 1980), el término  $Nr$  de la ecuación. El potencial de rendimiento de un cultivar estará dado, entonces, por el número de nudos por planta y la proporción de los mismos que se transforma en reproductivos.

El número de unidades reproductivas por unidad de superficie ( $Nr$ ) es el factor más importante y el más variable de la ecuación de rendimiento, ya que depende estrechamente de las condiciones ambientales. Como la tasa de aborto de órganos fructíferos es bastante elevada, pero relativamente estable, el rendimiento será mayor cuanto mayor sea el número de órganos reproductivos formados (Puech *et al.*, 1983). Los otros términos de la ecuación tienen un rango de variación más estrecho. Un menor número de unidades reproductivas ( $Nr$ ) podría ser compensado por los otros componentes del rendimiento ( $Ng$  y  $Wg$ ) hasta el límite impuesto por el material genético, siempre que las condiciones ambientales sean adecuadas.

La altura de la planta y el número de nudos del tallo principal son afectados por el tipo de crecimiento del cultivar. En los cultivares determinados cuando se inicia la floración se acelera la terminación del crecimiento del ápice del tallo, provocando menor altura y menor número de nudos del tallo principal (Bernard *et al.*, 1972).

Los tipos determinados alcanzan el 80-87% de

su altura máxima a principios de floración, y luego desarrollan pocos nudos. Los indeterminados, en cambio, en la misma etapa alcanzan el 40-54% de su altura máxima y continúan desarrollando nudos durante más tiempo (Egli *et al.*, 1973).

Las señaladas diferencias en los patrones de crecimiento y reproductivos entre determinados e indeterminados, más las diferencias en el rendimiento y sus componentes, apoyan fuertemente la idea de que la estrategia reproductiva debe explicar sus diferentes respuestas al estrés hídrico (Villalobos Rodríguez *et al.*, 1985).

Para predecir el rendimiento como respuesta a ambientes de distinta productividad, los tipos de soja determinados son menos estables que los indeterminados, si se consideran las desviaciones significativas encontradas en los análisis de regresión (Hartwig *et al.*, 1972), siendo otro de los temas tomados en cuenta en el planeamiento de este estudio.

Otro aspecto es la consideración de los períodos en los cuales se forman los distintos componentes del rendimiento, y el momento en que los mismos quedan fijados, para relacionar los requerimientos de cada subperíodo del ciclo con la disponibilidad hídrica. El rendimiento en soja es sensible al momento y duración de las etapas de desarrollo, siendo el fotoperíodo y la temperatura, las principales variables que las determinan (Jones *et al.*, 1990).

El objetivo de este trabajo es evaluar si existen diferencias entre hábitos (determinados e indeterminados) en la forma en que se determina el rendimiento, ya sea a través de la magnitud de sus componentes, como en el momento en que quedan fijados los mismos; en base al estudio de cultivares de soja del grupo V, usualmente utilizados en la zona núcleo sojera Argentina.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento fue conducido en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la UBA (34° 35' 5" lat S, 58° 29' long W y 25 m s.n.m.), durante cuatro campañas agrícolas. Las fechas de siembra fueron: 1) 21/

11/87, 2) 28/11/88, 3) 17/11/89, consideradas dentro del rango óptimo para esta latitud y 4) 4/1/91 considerada una fecha tardía.

Las parcelas consistieron en 4 surcos espaciados a 0,70m, de 7m de largo, con una densidad de 20 plantas/m.

Estuvieron dispuestas en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones en las fechas 1) y 4), y con cuatro repeticiones en las fechas 2) y 3).

Se realizaron todos los controles fitosanitarios necesarios.

Los cultivares utilizados en las distintas fechas de siembra fueron, 1) ESSEX (D:determinado), HOOD (D), A5409 (I:indeterminado); 2) ESSEX (D), isolínea DE ESSEX (I), HOOD (D), A5409 (I); 3) A5409 (I), isolínea DE ESSEX (I), A5308 (D) y 4) A5308 (D), MARTINETA (D), PIONEER (I) Y A5409 (I). Todos

**Cuadro N° 1: Componentes del rendimiento en distintas etapas reproductivas según el hábito de crecimiento.**

	Campaña 88/89		Campaña 89/90		Campaña 90/91	
	DET	INDET	DET	INDET	DET	INDET
<b>Nt</b>						
R2	171	a 116,5	a 198	a 193	a 125,5	a 109,5
R4	329,5	a 324,5	a 246	a 288	a 216	a 178
R6	348,5	a 369,5	a 292	b 486,5	a 281	a 245
R2/R6 (%)	50	a 34	a 68	a 41	b 45,5	a 45,5
<b>Nr</b>						
R2	--	--	81	a 60,5	a 99,5	a 76,5
R6	--	--	152	b 337	a 223,5	a 192
R2/R6 (%)	--	--	53	a 20	b 46	a 42,5
R4/R6 (%)	--	--	98	a 56,5	b 78,5	a 73
<b>Nr/Nt</b>						
R2 (%)	--	--	41	a 32	a 79	a 70,5
R6 (%)	--	--	52	b 69,5	a 74	a 77,5
<b>Ng</b>						
R6	--	--	641	a 701	a 799	a 715
<b>Wg</b>						
R6	--	--	123	a 130,5	a 106,5	a 116,5
<b>Y</b>						
R6	--	--	79	a 93	a 85,5	a 83,5

Nt: nudos totales en 50 cm  
 Nr: nudos reproductivos en 50 cm  
 Ng: granos en 50 cm  
 Wg: peso medio de granos en mg/grano  
 Y: rendimiento en gramos/50 cm  
 --: no se tomaron observaciones  
 \* valores seguidos por distinta letra difieren estadísticamente al 0,05 de significación dentro de cada campaña dentro de la fila.

los cultivares son del grupo de maduración (GM) V, salvo HOOD que es del GM VI.

Las observaciones se realizaron en los surcos centrales, en unidades de muestreo de 0,50m de surco que se extraían para medir número de nudos totales (tallo principal y ramificaciones); número de nudos reproductivos totales (tallo principal y ramificaciones) en las fechas 3) y 4); número de flores, número de frutos y peso seco de los frutos, en los estadios reproductivos, según Fehr *et al* (1967).

Se efectuaron ajustes de los datos observados mediante análisis de regresión. Se analizaron los resultados utilizando el análisis de varianza y posterior test de Tuckey, con un nivel de significación del 0,05 y 0,01.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### NUDOS

Se observó en fechas de siembra óptimas que los cultivares indeterminados diferenciaron un menor porcentaje de nudos totales y reproductivos hasta R2 (Cuadro N°1).

En las siembras 1), 2) y 3) los cultivares indeterminados formaron a partir de R2 entre el 58 y 71% de sus nudos totales y el 80% de los nudos reproductivos, mientras que en los determinados

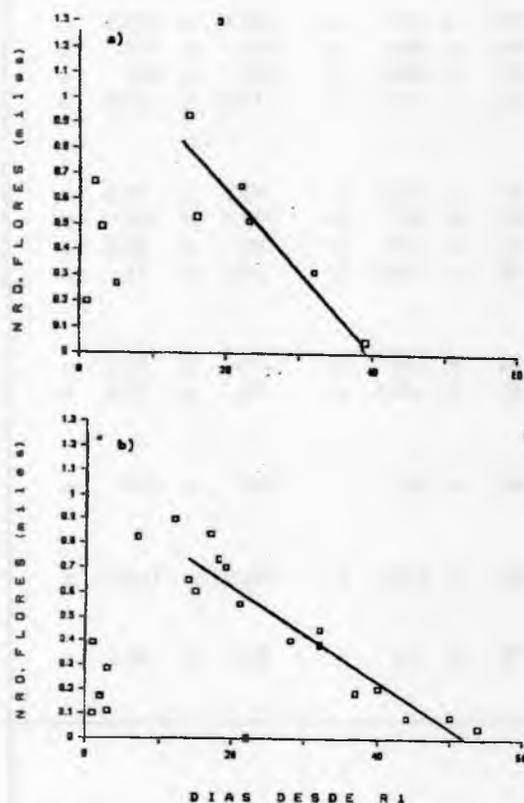


Fig. 1: Número de flores a) cultivares determinados ( $y = 1311,79 - 32,06x$   $R^2 = -0,96$ ); b) cultivares indeterminados ( $y = 1007,81 - 19,35x$   $R^2 = -0,92$ ) en 50 cm de surco. Observado  $\square$  Ajustado  $---$

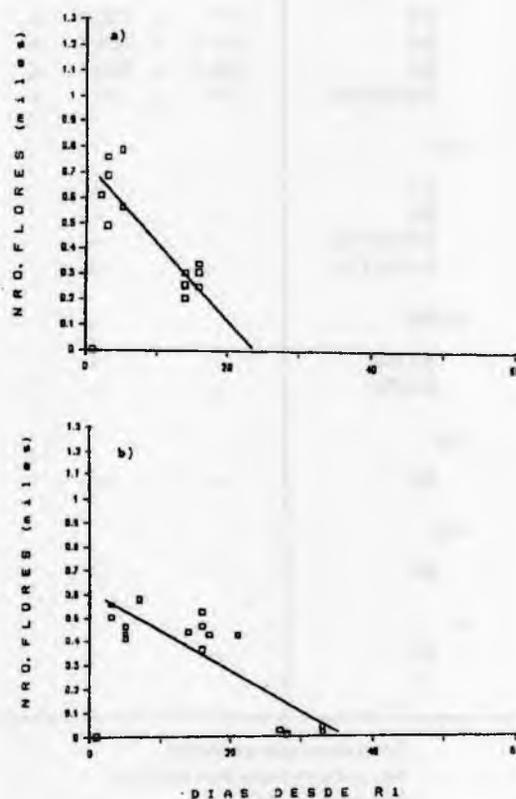


Fig. 2: Número de flores a) cultivares determinados ( $y = 739,35 - 30,08x$   $R^2 = -0,88$ ); b) cultivares indeterminados ( $y = 627,97 - 17,9x$   $R^2 = -0,86$ ) en 50 cm de surco, en siembra tardía. Observado  $\square$  Ajustado  $---$

sólo desarrollaron entre el 32 y 52% de sus nudos totales y 47% de los nudos reproductivos. A partir de R4 estos últimos prácticamente no desarrollaron nudos reproductivos (sólo el 2% en contraposición al 31 - 56% de los indeterminados).

Además, en estas fechas de siembra, los cultivares indeterminados presentaron una proporción significativamente mayor de nudos reproductivos con respecto al total de nudos.

En siembras tardías (4/1/91) no se observaron diferencias entre cultivares en el número de nudos totales y reproductivos, salvo en la proporción de nudos reproductivos sobre el total de nudos en R2, que fue significativamente menor para A5409 (Cuadro N°1).

## ORGANOS FLORALES

El ritmo de aparición de órganos florales hasta el pico de floración fue semejante para los dos tipos de crecimiento ( $b = 40,14$  para los determinados y  $b = 40,03$  para los indeterminados). En siembras tardías fue similar la evolución en este momento de la floración (Fig. 1 y 2). Luego el ritmo decrece mucho más abruptamente para el caso de las determinadas ( $b = -32,06$ ), que en las indeterminadas ( $b = -19,35$ ). Esto trae como consecuencia, una floración más extendida en el tiempo para las indeterminadas, habiéndose encontrado flores en algunos casos hasta R5.5. Esta diferencia de aproximadamente 10 días tanto en fechas tempranas como en fechas tardías, le permitiría a los cultivares

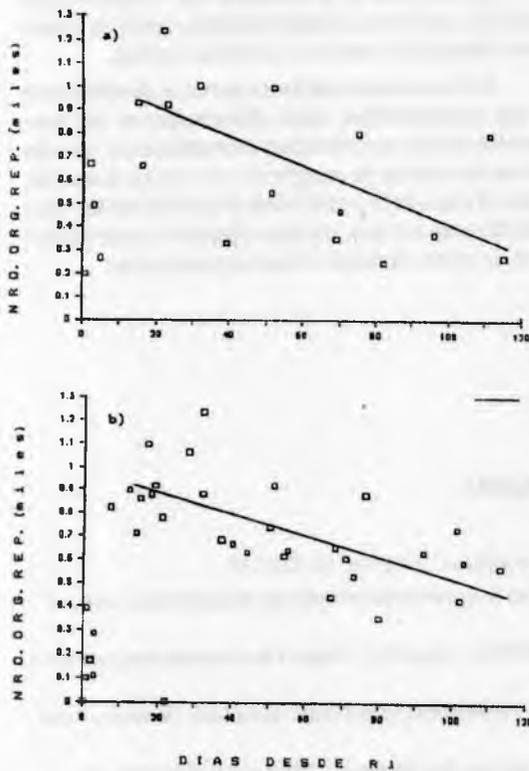


Fig. 3: Número de órganos reproductivos a) cultivares determinados ( $y = 1032,57 - 6,08x$   $R^2 = -0,32$ ); b) cultivares indeterminados ( $y = 992,78 - 4,66x$   $R^2 = -0,65$ ) en 50 cm de surco. Observado  $\square$  Ajustado  $---$

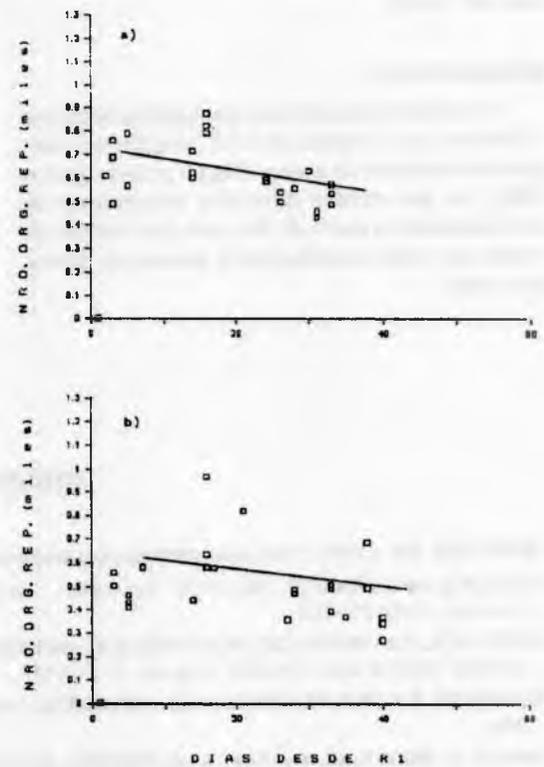


Fig. 4: Número de órganos reproductivos a) cultivares determinados ( $y = 730,44 - 4,82x$   $R^2 = -0,79$ ); b) cultivares indeterminados ( $y = 644,83 - 4,15x$   $R^2 = -0,60$ ) en 50 cm de surco en siembra tardía. Observado  $\square$  Ajustado  $---$

indeterminados sortear deficiencias de agua estacionales y por lo tanto tener menores variaciones en el rendimiento.

### ORGANOS REPRODUCTIVOS

La evolución de los órganos reproductivos totales (flores + vainas), fue similar para los dos tipos de crecimiento, aunque la tasa de aborto aparente fue mayor para los determinados ( $b = -6,07$ ), que para los indeterminados ( $b = -4,65$ ) (Fig.3 y 4).

Para los cultivares determinados, el bajo ajuste obtenido ( $R^2=0,32$ ), producto de una gran dispersión de puntos, estaría indicando la mayor variabilidad de respuesta ante los cambios ambientales que se dieron en las distintas campañas, señalando, la menor capacidad de adaptación a distintos ambientes, y la menor predictibilidad del rendimiento de estos cultivares con respecto a los indeterminados ( $R^2=0,65$ ).

### RENDIMIENTO

No se observaron diferencias significativas entre cultivares en el rendimiento ( $Y$ ), ni entre los componentes número de granos ( $Ng$ ) y peso de granos ( $Wg$ ), ya que existen diferentes mecanismos de compensación a partir de  $Nr$ , que son número de vainas por nudo reproductivo y número de granos por vaina.

### CONCLUSIONES

- En siembras tempranas los cultivares indeterminados desarrollaron después de R2 entre el 58 y 71% de sus nudos totales y el 80 % de los nudos reproductivos, en contraposición con los cultivares determinados que desarrollaron entre el 32 y 53% de sus nudos totales y 47% de los reproductivos.

- A partir de R4 los cultivares determinados prácticamente no desarrollaron nuevos nudos reproductivos (2%).

- Los cultivares determinados fijaron los componentes del rendimiento, número de nudos totales y número de nudos reproductivos, antes que los cultivares indeterminados.

- Los cultivares indeterminados fueron los únicos que presentaron órganos florales hasta la etapa R5.5

- La duración de la floración fue 10 días mayor para los cultivares indeterminados, tanto en siembras tempranas como en siembras tardías.

- Si bien no hubo diferencias en el rendimiento y sus componentes, hubo diferencias en los momentos en que se determinó el rendimiento, siendo los subperíodos de desarrollo de mayor duración para el caso de los cultivares indeterminados, pudiendo esto ser una ventaja adaptativa ante períodos de estrés durante la fase reproductiva.

### BIBLIOGRAFIA

- BERNARD, R.L. (1972). "Two genes affecting stem termination in soybean". *Crop Sci*, 12: 235-239.
- EGLI, D.B. and LEGGETT, J.E. (1973). "Dry matter accumulation pattern in determinate and indeterminate soybean". *Crop Sci.*, 13 (2): 220-222.
- FEHR, W.R., CAVINESS, C.E., BURNOOD, D.T. and PENNINGTON, J.S. (1971). "Stage of development description for soybeans (*Glycine max* L Merrill)". *Crop Sci*. 11: 929-951.
- GARDNER, F.P., R.B. PEARCE and R.L. MITCHELL (1985). "Physiology of Crop Plants". *Iowa State University Press*. 203p
- JONES, J., BOOTE, K., JAGTAP, S., and MISHOE, J. (1990). "Soybean Development". *Plant and Soil Systems*. 31.
- NAKAYAMA, F. (1980). "Los componentes fisiológicos del rendimiento en la soja". *Rev.Fac.Agron.* 1(1): 97-107
- PUECH, J., BOUNIOLS, A. and PIGEARE, A. (1983). "Floraison, fructification et composantes du rendement du soja: reflexion pour obtenir hautes rendements". *Le soja: Physiologie de la plante et adaptation aux conditions francaises. Cettim* pp.58.
- VILLALOBOS RODRIGUEZ, E and SHIBLES, R. (1985). "Response of determinate and indeterminate tropical soybean cultivars to water stress". *Field Crops Research*, 10: 269-281.