



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**“Trabajo Final Presentado para Optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”**

**Respuesta de la soja GM VI a tres distancias entre hileras en la  
campaña agrícola 2002-2003**

**Alumno**

Conci, Cristian Alfredo  
DNI: 25891993

**Director**

Gayetto, Oscar

**Río Cuarto, Córdoba**

**2005**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del Trabajo Final: **“Respuesta de la soja GM VI a tres distancias entre hileras en la campaña agrícola 2002-2003”**

Autor: Cristian Alfredo Conci

DNI: 25891993

Director: Oscar Giayetto

Aprobado y corregido de acuerdo a las sugerencias del Jurado Evaluador:

Ing. Agr. MSc. Guillermo A. Cerioni .....

Ing. Agr. Edgardo Zorza .....

Ing. Agr. MSc. Teresa S. Caminos .....

Fecha de Presentación:    \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Aprobado por Secretaría Académica:    \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

---

Secretario Académico

## AGRADECIMIENTOS

- *Quiero agradecer principalmente a mis padres por haberme brindado la oportunidad de estudiar y por el apoyo aportado durante la carrera.*
- *A mi director de tesis, por haberme orientado en la realización de este trabajo.*
- *A mis amigos y compañeros de la carrera por todo su apoyo.*

## INDICE GENERAL

|                                                        | <b>Página</b> |
|--------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Resumen</b>                                         | vii           |
| <b>Summary</b>                                         | viii          |
| <b>Introducción y Antecedentes</b>                     | 9             |
| <b>Hipótesis</b>                                       | 15            |
| <b>Objetivos Generales</b>                             | 15            |
| <b>Objetivos Específicos</b>                           | 15            |
| <b>Materiales y Métodos</b>                            | 16            |
| • Observaciones y determinaciones                      | 16            |
| • Del clima                                            | 16            |
| • Del cultivo                                          | 16            |
| <b>Resultado y Discusión</b>                           | 18            |
| • Condiciones meteorológicas                           | 18            |
| • Densidad de plantas y fenología                      | 19            |
| • Crecimiento                                          | 19            |
| • Biomasa de hojas                                     | 21            |
| • Biomasa de tallo y ramas                             | 21            |
| • Biomasa de frutos                                    | 22            |
| • Ramificación                                         | 22            |
| • Producción y distribución de frutos                  | 23            |
| • Número de ramas vs. Número de frutos                 | 25            |
| • Componentes del rendimiento y producción de semillas | 25            |
| <b>Síntesis de los resultados</b>                      | 27            |
| <b>Conclusiones</b>                                    | 28            |
| <b>Bibliografía</b>                                    | 29            |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Página</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Figura 1:</b> Valores decádicos de temperatura media del aire (°C), radiación incidente (MJ/m <sup>2</sup> ) y precipitaciones (mm) durante el período diciembre de 2002-mayo de 2003, en la localidad de Gral. Cabrera (Córdoba) | 18            |
| <b>Figura 2:</b> Peso seco aéreo acumulado durante la estación de crecimiento de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba)                                                       | 20            |
| <b>Figura 3:</b> Biomasa de hojas acumulada durante el ciclo de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba)                                                                        | 21            |
| <b>Figura 4:</b> Peso seco de tallo+ramas acumulado durante el ciclo de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba)                                                                | 22            |
| <b>Figura 5:</b> Peso seco de frutos (carpelos+semillas) acumulado durante el ciclo de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba)                                                 | 22            |
| <b>Figura 6:</b> Número de ramas por planta producidas por la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba)                                                                             | 23            |
| <b>Figura 7:</b> Número de frutos por planta producidos por la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba)                                                                            | 24            |
| <b>Figura 8:</b> Número de frutos por planta producidos en el tallo principal y las ramificaciones de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba)                                  | 24            |
| <b>Figura 9:</b> Rendimiento de semillas de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba)                                                                                            | 26            |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                                          | <b>Página</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Tabla 1:</b> Tasa de crecimiento del cultivo (TCC) de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba)                                                   | 20            |
| <b>Tabla 2:</b> Componentes directos e indirectos del rendimiento y producción de semillas por hectárea de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba) | 25            |

## RESUMEN

La producción de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) es de suma importancia a nivel mundial como también en la Argentina. En la última década se ha producido un incremento notable en la producción total de granos, alcanzando una cifra record de 71,1 millones de toneladas en la campaña 2002-03, con una superficie de 27,7 millones de hectáreas sembradas. La particularidad de este crecimiento es que se ha producido casi exclusivamente debido a la soja, especie que en la actualidad aporta, sobre el total de granos, aproximadamente el 50% de la superficie bajo cultivo y de la producción. Por eso se hace necesario aportar mayor información sobre las prácticas de manejo de este cultivo entre las cuales importa la respuesta de diferentes cultivares de soja al espaciamiento entre surcos. En ese sentido, este estudio se propuso evaluar bajo condiciones de secano el comportamiento del cultivar de soja A6040 (GM VI y hábito de crecimiento indeterminado) sembrado en fecha tardía a tres distancias entre hileras. El ensayo experimental se realizó en el establecimiento MIDOR ubicado a 5 km al oeste de la localidad de General Cabrera (Córdoba), durante la campaña 2002-03. Los tratamientos (D1: 0.70 m, D2: 0.52 m y D3: 0.42 m) se asignaron a un diseño de bloques totalmente al azar y las determinaciones y observaciones se efectuaron mediante muestreos al azar con tres repeticiones de 1 metro cuadrado cada una. Los mismos se efectuaron en las etapas fenológicas VE, R1, R4, R5, R6, R7 y R8. Las variables evaluadas fueron materia seca (MS) aérea total y por órganos, número de ramas por planta, número de frutos por planta, número de semillas por fruto, peso de 100 semillas y rendimiento. La respuesta atribuible al acortamiento de la distancia entre hileras (DEH), quedó expresada en la mayor biomasa total producida por las plantas en el tratamiento D1, que superó significativamente al tratamiento D3 en todas las etapas cuantificadas y al tratamiento D2 sólo en R6 y R8. La producción de MS de hojas al igual que biomasa de tallo, ramas y frutos, tuvieron una tendencia similar a la descrita para la biomasa total. El número de ramas por planta no superó, en promedio, las 2.5, reflejándose claramente el efecto de la FS tardía y presentando una similitud entre D1 y D2 que superaron por más del doble a D3 en todas las etapas fenológicas. La producción de frutos reprodujo la misma tendencia que el número de ramas; con una distribución en D1 del doble en tallo principal que en ramas, en D3 el doble en ramas que en tallo principal y D2 un patrón intermedio entre ambos. El número de semillas por fruto arrojó diferencias significativas entre D1 y D3 con respecto a D2, siendo éste menor. También hubo diferencias significativas entre los tres tratamientos en el número y peso de semillas por m<sup>2</sup> y en el rendimiento de semillas por hectárea; siendo el tratamiento D1 el que obtuvo mayor valor en los tres parámetros, seguido del tratamiento D2 y por último el tratamiento D3.

## Summary

Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) production is very important in the world as well as in Argentina. In the last decade a remarkable increment has taken place in grains total production, obtaining a record rate of 71.1 million tons in the 2002-03 season, with a area of 27.7 million hectares sowed. This increase was produced almost exclusively due to soybean; crop that at the present time, contributes with about 50% of the total cultivated area and grain production. As a consequence, is necessary to produce more information about the performance of soybean cultivars to different management practices such as different spaces between rows and others.

The objective of this study was to evaluate the behavior of soybean cultivar A6040 (MG VI and indeterminate growth habit) sowed late in December at three distances between rows (D1: 0.70 m, D2: 0.52 m and D3: 0.42 m) under dry conditions. The experiment was carried out in the field MIDOR located to 5 km at the west of General Cabrera city (Córdoba province), during 2002/03 crop season. The treatments were assigned at completely randomized blokes design and the determinations and observations were made at random samplings with three replications of 1 square meter each one. They were made at the growth stages: VE, R1, R4, R5, R6, R7 and R8. Plant dry matter (DM), total and by each organs, number of branches per plant, number of pods per plant, number of seeds per pod, individual seed weight and seed yield were measured.

Response to distance between rows, was expressed in the higher total biomass produced by the plants in the treatment D1, that overcame significantly to D3 treatment in all growth stages and to the treatment D2 only in R6 and R8 stages. Dry matter production of leaves, stems, branches and pods, had a similar tendency to the total biomass. The average number of branches per plant was 2.5 as a consequence of late sowing date; D1 y D2 treatments had a similar value, and they overcame for more than a double as D3 in all phonological stages. Pod production had a similar tendency that number of branches per plant; with a distribution pattern (R7) in D1 of double as much in main stem that in branches, in D3 double as in branches that in main stem and D2 sowed an intermediate pattern. Pod seed number had significant differences between D1 and D3 with regard to D2, which was the smaller. There were also significant differences between treatments in number and weight of seeds per m<sup>2</sup> and the yield of seeds per hectare; having the treatment D1 higher value of these parameters, followed by D2 treatment and then by D3.



## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Las primeras siembras del cultivo de soja en Argentina se hicieron en el año 1862, pero no encontraron eco en los productores agrícolas de aquellos años. Hacia 1956 en el país no se conocían aún los aspectos básicos de la soja como cultivo. Los fracasos en la implantación hicieron que fuese considerada, para esa época, como cultivo “tabú”.

La superficie sembrada con esta especie se incrementó notoriamente a partir de la década de 1970 hasta alcanzar, en la actualidad, más de 14 millones de hectáreas cosechadas con una producción de más de 35 millones de toneladas, convirtiendo a la Argentina en el cuarto productor mundial de grano de soja, el primer exportador mundial de aceite y el segundo de harina de soja. No debe sorprender, entonces, que la soja represente en la actualidad el rubro de exportación de mayor incidencia en el Producto Bruto Agropecuario del país, mayor generador de divisas (Google, 2005).

Actualmente, el cultivo de soja ocupa una amplia zona ecológica que se extiende desde los 23° (en el extremo norte del país) a los 39° de latitud sur, concentrándose principalmente en la Región Pampeana, con casi el 94% de la superficie sembrada y el 95% de la producción total del país. Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires son las provincias con mayor producción por área sembrada y magnitud de rendimientos. De acuerdo con ello, surge que la causa principal que explica los incrementos productivos fue el aumento de la superficie dedicada a la actividad por desplazamiento de otros cultivos y por traslado de actividades ganaderas hacia áreas más marginales. Sobre la base de las estadísticas de la Secretaría de Agricultura de la Nación (SAGyP) se menciona (Sagpya, 2005) que en la campaña agrícola 2001/02 Córdoba pasó a ser la principal provincia en cuanto a superficie sembrada. Esto se debió al muy importante crecimiento respecto a Santa Fe que lo era anteriormente. Además del aporte de las regiones mencionadas, merece destacarse el importante crecimiento producido en Entre Ríos, Santiago del Estero y Chaco, zonas en las que el aumento significativo de área cultivada unido al mantenimiento de buena productividad permitió aumentar la oferta global de la oleaginosa. Por último, cabe destacar que el incremento importante de área cultivada y, a la vez, los aumentos de la productividad respondieron a la aplicación de paquetes tecnológicos adecuados zonalmente; es decir, que la combinación de variedades adaptadas a los distintos ambientes ecológicos, unidos a la adecuada fecha de siembra y al correcto manejo de insumos y prácticas como la siembra directa, posibilitaron el significativo crecimiento de la producción nacional de este cultivo.

Resta, sin embargo, una valoración científica de los aspectos negativos asociados a esta masiva expansión de un sólo cultivo, aunque ya se conocen algunos de los efectos no deseados sobre los recursos naturales en particular de ambientes frágiles.

Los procesos de agriculturización, intensificación y simplificación que han experimentado los sistemas productivos de nuestro país, han llamado la atención por su impacto sobre el eje ecológico del concepto de sustentabilidad. De hecho, la reducción de la diversidad planificada (es decir, de cultivos), el empobrecimiento de los suelos y alteración del ciclo de nutrientes y la reducción de la

materia orgánica, con el potencial impacto negativo sobre el resultado de las empresas y su estabilidad, han aparecido como los primeros riesgos asociados a estos procesos (Satorre, 2001)

Una mirada focalizada en la tecnología de producción de este cultivo (Baigorri, 1997), muestra que a partir de la caracterización del ambiente se pueden definir las prácticas de manejo para los diferentes genotipos (cultivares) según el siguiente orden de importancia:

- a) Cultivar: grupo de madurez (GM), hábito de crecimiento, juvenilidad, potencial de rendimiento y comportamiento sanitario frente a enfermedades y plagas.
- b) Fecha de siembra.
- c) Espaciamiento entre hileras y densidad de siembra.

**a)** Entre los cultivares, cada **grupo de madurez** (GM) tiene un rango latitudinal donde muestra mejor adaptación sobre la base de sus requerimientos fototérmicos. Si se lleva un cultivar a una latitud mayor que la de su rango, la planta va a experimentar un fotoperíodo más largo que favorecerá el crecimiento vegetativo y provocará un retraso de la fructificación y madurez. Si, por otra parte, exponemos ese mismo cultivar a latitudes menores que la de su rango de adaptación, experimentará fotoperíodos más cortos que acelerarán el desarrollo adelantando la inducción floral, la antesis y maduración, obteniéndose plantas de menor crecimiento.

Bernard (1972) describió tres hábitos de crecimiento (HC) del tallo principal y de iniciación floral (determinado, indeterminado, semideterminado) los que están controlados genéticamente. En los cultivares de crecimiento determinado el tallo principal detiene la formación de nudos y, en consecuencia, su crecimiento en altura poco después de iniciada la floración. Hasta ese momento, las plantas producen la mayor parte del crecimiento vegetativo, por lo que hay aproximadamente un 20% de superposición de crecimiento vegetativo y reproductivo (Egli *et al.*, 1985). La floración comienza en la parte media del tallo principal y en menos de una semana alcanza el nudo terminal que presenta numerosas flores.

La juvenilidad es un atributo que permite a los cultivares de HC determinado y semideterminado alcanzar mayor altura y, en consecuencia, presentar mayor plasticidad a la fecha de siembra, la que puede adelantarse pudiéndolos cultivar más al norte que los cultivares del mismo HC que no poseen esta característica.

Conociendo el comportamiento de diferentes cultivares en una determinada región es posible disminuir los riesgos planificando diferentes combinaciones de duración de ciclo y hábitos de crecimiento (HC) en función de las fecha de siembra (Battista y Arias, 2002).

**b)** La **fecha de siembra** (FS) es una de las prácticas de manejo del cultivo más importante para la elección de los cultivares y tiene una alta influencia en el rendimiento. Constituye una estrategia clave porque permite planificar la ocurrencia de los períodos críticos de un cultivo con las mejores condiciones de la oferta ambiental de un determinado sitio.

Entre las características climáticas más importantes que condicionan la elección de la fecha de siembra se encuentran el régimen térmico y el hídrico. El primero condiciona la fecha de siembra básicamente porque define el período libre de heladas característico de cada sitio. El fotoperíodo influye sobre la FS por la gran influencia que ejerce sobre la longitud del ciclo de los distintos cultivares. Respecto al régimen hídrico, interesa minimizar la coincidencia de posibles períodos de estrés con las etapas de mayor sensibilidad (llenado de granos) e influencia sobre el rendimiento de semillas.

Entre las características genotípicas que condicionan la FS se encuentran: la duración del ciclo, el desarrollo vegetativo, la tendencia al vuelco, el hábito de crecimiento, la respuesta fenológica al atraso de la FS y el comportamiento frente a enfermedades y plagas.

En fechas de siembra tardía (posteriores al 15 de diciembre), las heladas tempranas pueden afectar el llenado de granos y, en consecuencia, es importante evitar que esta etapa se extienda demasiado y se incrementen los riesgos de pérdidas de rendimiento por esa causa. Además, el atraso de la siembra produce una reducción de la longitud del ciclo de los cultivares, con independencia del GM al que pertenezcan. En ese sentido, mientras mayor es el GM del cultivar, mayor es esa reducción. Por ello, en fechas de siembra tardías algunos cultivares de grupo de madurez VII presentan menor longitud de ciclo que otros de grupo de madurez VI o más cortos (Baigorri *et al.*, 1995a).

Atrasos en la siembra, respecto a la fecha óptima de una zona determinada, aceleran más el desarrollo que el crecimiento vegetativo, por lo que disminuye la biomasa y, por ende, la cobertura del suelo al inicio del período crítico para la determinación del rendimiento (Board y Hall, 1984). También la producción de biomasa aérea total (BAT) a cosecha, se reduce con el atraso de la fecha de siembra. En Marcos Juárez (Córdoba) se han determinado reducciones entre 2 y 12 tn/ha de materia seca para cultivares de GM III al VII, para fechas de siembra entre el 7 de octubre al 7 de febrero (Baigorri *et al.*, 1995b)

El rendimiento en grano también disminuye con el atraso de la fecha de siembra, variando entre 20 y 34 Kg/ha por cada día de atraso en la FS (Baigorri *et al.*, 1995c).

En siembras fuera de época (mediados a fines de enero), se ha encontrado un mejor resultado con los GM intermedios (V) con un relativo buen comportamiento de los grupos altos y pobre en los grupos cortos. Esta época no es aconsejable, ya que las condiciones se tornan muy desfavorables para obtener un establecimiento y evolución del cultivo aceptables. Sin embargo, se la evalúa con fines técnicos y debido a que en ciertas campañas las siembras se han extendido hasta esa fecha por problemas climáticos muy severos.

En la campaña 1998/99, Martínez Álvarez *et al.* (2002), reportaron que todos los estados fenológicos redujeron su extensión con el atraso de la FS, incluyendo el período de llenado de granos (R5-R7), y que la magnitud de esas reducciones dependía del GM considerado.

Considerando la generación o determinación de biomasa vegetativa, el rendimiento, la calidad física y valor del grano, la producción de soja puede comprenderse cuatro etapas, a saber:

| Componentes de producción de soja y sus factores condicionantes |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Componentes                                                     | Factores condicionantes                                                          |
| Biomasa vegetativa                                              | Duración de la etapa VE a R5<br>Condiciones ambientales durante la etapa VE a R5 |
| Rendimiento                                                     | Biomasa vegetativa<br>Condiciones ambientales durante el llenado de granos       |
| Calidad                                                         | Condiciones ambientales en la etapa final del llenado de granos y madurez        |
| Valor                                                           | Demanda, reservas y producción mundial y época del año de cosecha                |

La producción de biomasa vegetativa a su vez, está influenciado por el GM, HC, juvenilidad, ambientes y FS. Por su parte, el rendimiento de semillas depende de la biomasa vegetativa y de las condiciones ambientales durante el período de llenado de grano (R5-R7). En referencia a este último aspecto, en la siguiente tabla se presenta, a modo de ejemplo, la combinación de respuestas de cultivares de GM VI a diferentes fechas de siembra y la oportunidad de ocurrencia del período de llenado de granos resultante de esa interacción.

| GM | FS         | Período de llenado de granos |      |              |      |      |
|----|------------|------------------------------|------|--------------|------|------|
|    |            | Dic.                         | Ene. | Feb.         | Mar. | Abr. |
|    | 1° de Oct. |                              |      | -----60----- |      |      |
| VI | 1° de Nov. |                              |      | -----54----- |      |      |
|    | 1° de Dic. |                              |      | -----48----- |      |      |

c) El **espaciamento entre surcos** (EES) tradicionalmente usado en el cultivo de soja (70 cm) fue debido al parque de maquinarias diseñado para otros cultivos de mayor antigüedad en el país (Bodrero y Macor, 1983). No obstante, ese espaciamento entre surcos no siempre resulta el más adecuado.

El EES óptimo es el que permite lograr:

- Una cobertura del suelo que asegure el uso eficiente de la radiación solar incidente.
- Un buen desarrollo del cultivo, evitando el vuelco.
- Una reducción de la incidencia de enfermedades.
- Una altura adecuada de inserción de los frutos inferiores para facilitar la cosecha y evitar pérdidas.

El espaciamento entre surcos es también una práctica de manejo muy importante para lograr un mejor comportamiento de cultivo en relación con la competencia de malezas, las estrategias de su control y el aprovechamiento de la energía solar (Shibbles y Weber, 1996). La distancia entre hileras depende de la fecha de siembra, la latitud, las condiciones ambientales y las características del cultivar:

- En fechas de siembra que reducen el crecimiento del cultivo, los menores espaciamientos entre surcos incrementan el rendimiento.
- El espaciamiento entre surcos óptimo se reduce con el incremento de la latitud (Johnson *et al.*,1982) debido a que latitudes altas determina una menor duración de la estación de crecimiento limitando, en consecuencia, la producción de biomasa. En esa situación, disminuir el espaciamiento entre surcos para anticipar la cobertura del suelo y favorecer la producción de materia seca resulta una práctica recomendable.
- Los cultivares con mayor crecimiento (sea por mayor longitud de ciclo, tendencia al vuelco o altura) tienen menores exigencias de reducción del espaciamiento entre surcos.

Se recomienda reducir el EES cuando se estima que el cultivar elegido para un determinado ambiente y FS no logrará un desarrollo adecuado. La distancia entre hileras de 52 cm es una buena alternativa en relación con la tradicional de 70 cm, cuando las sembradoras disponibles para surcos más estrechos no permiten un ajuste correcto de la densidad y distribución de las semillas.

La reducción del EES permite compensar las reducciones de rendimiento, motivadas por el atraso de la FS (Pepper, 1981). Las FS tardías (fines de diciembre, principios de enero) acentúan las diferencias en cobertura e interceptación de la radiación de los diferentes EES. Sin embargo, no todos los cultivares responden igualmente a la distancia entre surcos (Johnson *et al.*,1982).

Se producen incrementos de rendimiento con la reducción del EES cuando la mayor y más rápida cobertura del entresurco permite lograr una mejor interceptación de la radiación solar y un uso más eficiente de la misma, en especial durante las etapas reproductivas del cultivo. Se han reportado, además, efectos positivos de la reducción EES sobre el control de malezas. Esta práctica posibilita al cultivo una competencia temprana con las malezas, debido a una mejor distribución de las raíces y a un rápido sombreado del suelo, aumentando el porcentaje de radiación solar interceptada y disminuyendo la competencia entre plantas del cultivo (Moreno y Masiero, 1992)

Haciendo referencia a la densidad de plantas por hectárea, tanto el aumento de la misma, como la reducción del espaciamiento entre surcos determina, en general:

- Un incremento en altura y disminución del diámetro de los tallos.
- Reducción del vuelco.
- Reducción de la emergencia tardía de malezas.
- Mayor conservación de la humedad superficial.
- Reducción de la erosión del suelo, una vez que el cultivo está establecido.
- Distribución más uniforme del sistema radical.

Los EES de 35 cm o aproximados, se adecuan en especial a siembras tardías con independencia del cultivar. Mientras más tardía es la FS se recomienda incrementar la densidad

(Bodrero y Macor, 1983). En siembras de soja sobre trigo (2<sup>a</sup> quincena de diciembre), se han reportado incrementos de rendimiento con el aumento de la densidad de siembra (Bodrero *et al.*, 1989).

Evaluando EES entre 70 y 35 cm, se determinó que la reducción de la densidad de siembra, provoca un aumento en el número de ramificaciones y de nudos por planta y determina un acortamiento de los entrenudos (lo que provoca una reducción en la altura y el vuelco) y un engrosamiento de los tallos (Bodrero *et al.*, 1981).

El espaciamiento óptimo entre surcos depende de la condición ambiental y de los siguientes factores: FS, GM, hábito de crecimiento, altura, número de nudos y la tendencia al vuelco del cultivar elegido. En las fechas de siembra de noviembre se pueden utilizar las mayores distancias entre hileras recomendadas para una región. En cambio, en las FS de octubre o diciembre hay una mayor necesidad de reducir las distancias para asegurar un buen cierre de entresurcos, producir biomasa vegetativa y mejorar el control de malezas (Baigorri, 2004).

La magnitud del incremento de rendimiento por la reducción del EES de 70 a 35 cm alcanza valores máximos de hasta un 30% (Bodrero *et al.*, 1995).

En siembras tardías se obtienen mayores rendimientos con distancias menores de 70 cm (Johnson *et al.*, 1982; Peltzer, 1995)

A escala mundial, numerosos informes reportan que la reducción del esparcimiento entre surcos incrementa el rendimiento (Cooper, 1977; Cooper y Jeferson, 1984; Costa *et al.*, 1980; Dunphy, 1989). Éste último, menciona que con la reducción del EES (de 90 y 100 a 25 y 50 cm, respectivamente), se obtuvieron incrementos de rendimiento entre 10 y 11% en siembras tempranas y entre 13 y 17 % en siembras tardías.

Trabajos realizados por Bragachini *et al.* (2003), muestran que la reducción del EES (de 52.5 a 26.0 cm) en los ambientes de loma marca beneficios económicos en el cultivo de soja, ya que se incrementa el rendimiento del mismo. Estos autores encontraron incrementos del orden de los 720 kg/ha para un cultivo de soja de la variedad DM 4800 RR sembrado el 18 de diciembre en la localidad de Manfredi, Córdoba.

La reducción del EES presentará menores diferencias en el rendimiento en situaciones de estrés ocasionado por competencia de malezas, sequía o problemas de fertilidad, enfermedades o plagas (Johnson *et al.*, 1982).

## **Hipótesis**

En fecha de siembra tardía, una distancia entre hileras menor a 70 cm producirá mayor rendimiento a través de una captación más eficiente de la radiación solar por el cierre anticipado del espacio entre surcos. En esas condiciones se espera también una mayor tasa de crecimiento del cultivo relacionada con la producción de ramas y, consecuentemente, de nudos por superficie, con lo cual aumentará el número de estructuras reproductivas, componente relacionado más directamente con el rendimiento.

## **Objetivo General**

Evaluar el crecimiento, desarrollo y rendimiento de un cultivar de soja GM VI de hábito determinado sembrado tardíamente en tres espaciamientos entre hileras.

## **Objetivos Específicos**

- Cuantificar la producción de biomasa total y por órganos y su dinámica durante la estación de crecimiento del cultivo.
- Evaluar la producción de ramas por planta (número y peso) y su relación con el número de frutos.
- Determinar los componentes del rendimiento número de frutos por planta, número de semillas por fruto y peso de 100 semillas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en condiciones de campo en la zona rural de la localidad de General Cabrera (provincia de Córdoba), en el establecimiento Mídor, propiedad del señor Miguel José Vissio, durante el ciclo agrícola 2002-2003. Se utilizó semilla del cultivar A6040 de Nidera, de hábito de crecimiento determinado, sembrada el 15 enero de 2003 y la cosecha se produjo entre los días 20 y 25 de mayo del mismo año.

Los tratamientos a evaluar fueron tres distancias entre hileras:

- D1: 0.70 m
- D2: 0.52 m
- D3: 0.42 m

Los mismos se dispusieron en un diseño experimental de bloques totalmente al azar con tres repeticiones. Cada tratamiento ocupó una superficie de una hectárea donde se identificaron las correspondientes repeticiones.

### Observaciones y determinaciones

Durante el ciclo del cultivo se registraron y cuantificaron las siguientes variables:

**Del clima:** Registros decádicos de lluvia y temperatura del aire obtenidos de Centro de Ingenieros Agrónomos de Gral. Cabrera (CIA, Gral. Cabrera) 296 m snm, Lat: 32° 48' 0" S, Long: 63° 52' 0" W; y de radiación incidente provenientes de la estación agrometeorológica ubicada en la UNRC.

### Del cultivo:

1. Número de plantas por m<sup>2</sup> después de la etapa VE y en etapas posteriores (R1, R5 y R7) para registrar la ocurrencia posible de cambios.
2. Registro de la fecha de ocurrencia de las etapas fenológica: VE, R1, R4, R5, R6, R7 y R8 según la clave de Fher y Cavinnes (1977).
3. Materia seca aérea total y por órganos, mediante muestreos realizados en las etapas fenológicas indicadas en el punto anterior. Para ello, se recolectaron todas las plantas presentes en un metro cuadrado por tratamiento y repetición. Posteriormente, en el laboratorio se separaron los órganos aéreos presentes, se secaron en estufa con aire forzado a 70°C y registraron sus respectivos pesos secos.
4. Número de ramas por planta, mediante recuento de las ramas presentes en las plantas muestreadas en las etapas fenológicas indicadas en el punto 2.
5. Número de frutos por planta, (tallo principal y ramas), mediante recuento de frutos presentes en las plantas muestreadas en las etapas R4, R5, R6 y R7.
6. Número de semillas por fruto, en la etapa R8 mediante muestreos al azar de 20 frutos por repetición y por tratamiento.

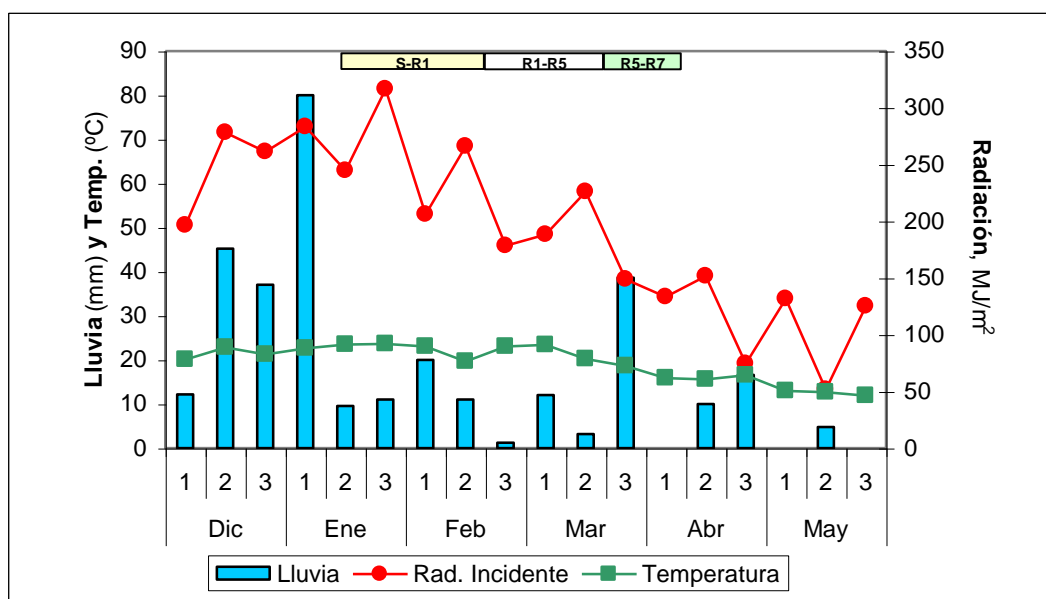


7. Peso de 100 semillas y rendimiento, por superficie ( $m^2$ ) en la etapa R8 con tres repeticiones al azar por tratamiento.

Todos los datos obtenidos fueron sometidos a ANAVA y los promedios comparados por test de Duncan (0.05). Además, se efectuaron correlaciones entre parámetros de crecimiento y componentes del rendimiento y producción de semillas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Condiciones Meteorológicas:** En la Figura 1, se presentan los valores decádicos de temperatura media del aire, radiación incidente y precipitaciones registradas durante el período diciembre de 2002 - mayo de 2003. Fue evidente la distribución no uniforme de las lluvias en función del ciclo de crecimiento del cultivo de soja, con elevadas precipitaciones en diciembre y primera década de enero, escasez de lluvias desde la segunda década de enero hasta la segunda de marzo y, luego de una lluvia de 39 mm ocurrida en la tercera década de este mes, la aparición de una nueva condición deficitaria que se extendió hasta la cosecha (fines de mayo) con sólo 31.4 mm de lluvia en dos meses (abril y mayo).



**Figura 1.** Valores decádicos de temperatura media del aire ( $^{\circ}\text{C}$ ), radiación incidente ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ ) y precipitaciones (mm) durante el período diciembre de 2002-mayo de 2003, en la localidad de Gral. Cabrera. Las barras horizontales indican la duración de las etapas fenológicas clave de la variedad A6040.

En conjunto este ciclo agrícola tuvo una marcada deficiencia en la cantidad de lluvias recibidas (323 mm), particularmente desde mediados de enero en adelante. Si se lo compara con un registro histórico regional de 29 años, la diferencia del valor acumulado para el período de 6 meses (Diciembre a Mayo) fue de 184 mm.

La fecha de siembra del cultivo (15 de enero) estuvo condicionada por la pérdida de la semenera original causada por una fuerte tormenta de granizo y viento ocurrida el 8 de Enero de 2003. Dicha fecha de siembra se considera muy tardía para la oferta ambiental de la zona del estudio y no aconsejable en la práctica debido a los riesgos que implica sobre la seguridad de cosecha (fecha media de ocurrencia de la primera helada) y a los efectos que sobre el crecimiento y desarrollo de la soja ejercen la temperatura y el fotoperíodo (Thomas y Raper, 1983). No obstante, en esta campaña en

particular, el cultivo cumplió normalmente su ciclo de crecimiento, con los efectos que se describen más adelante.

**Densidad de plantas y fenología:** La densidad de plantas, computada como el número de plantas establecidas por unidad de superficie, se cuantificó en la etapa VE y arrojó valores similares para los tres tratamientos propuestos cuyo promedio fue de 39.6 plantas/m<sup>2</sup>. Chequeos posteriores realizados en las etapas reproductivas R1, R4, R5 y R7 no evidenciaron cambios significativos, por lo que la presentación y análisis de los resultados se centró en las respuestas del cultivar A6040 a las tres distancias entre hileras ensayadas.

Tal como lo señalan Baigorri *et al.* (1995a), el desarrollo fenológico estuvo fuertemente asociado con la fecha de siembra, sin diferencias debidas a los tratamientos. El período S-R8 tuvo una duración de 125 días cuando la potencialidad de este genotipo, sembrado en fecha óptima (primera quincena de noviembre), es de 160 a 165 días. La combinación de temperaturas altas y fotoperíodo acortándose durante las etapas iniciales del período vegetativo (VE-R1), provocaron un marcado acortamiento del tiempo a floración cuya duración media fue de 39 días. Las etapas reproductivas también experimentaron un acortamiento debido, principalmente, a la influencia del fotoperíodo durante el período de llenado de las semillas (R5-R7) cuya duración media fue de 23 días. Numerosos ensayos realizados en distintas localidades y campañas con cultivares de diferentes grupos de madurez produjeron resultados concordantes con los hallados en este estudio (Baigorri, 2002).

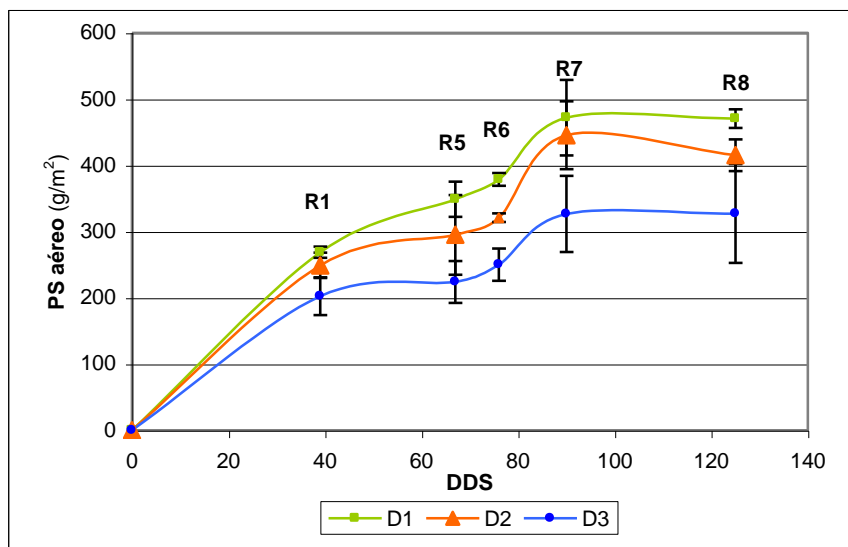
**Crecimiento:** La producción de biomasa aérea estuvo fuertemente condicionada por la interacción fecha de siembra-genotipo ya que, como se señaló antes, fue muy tardía para la región del estudio. En tal sentido, el mayor efecto de esa fecha sobre el crecimiento fue un valor de peso seco acumulado bajo, si se tiene en cuenta que a la etapa R5 todos los tratamientos estuvieron muy por debajo de los 500 g/m<sup>2</sup>, valor de referencia que inclusive no se alcanzó al final del ciclo de la variedad A6040 (Baigorri *et al.*, 1995b). Ensayos realizados en Balcarce durante las campañas 86 al 93 (Baigorri *et al.*, 1995c) también muestran que la producción de biomasa aérea total (BAT) a cosecha se redujo con el atraso de la fecha de siembra.

Los cultivares de HC determinado desarrollan la mayor parte de su biomasa vegetativa (BV) durante la etapa VE-R1, por lo que los cambios en la extensión de ésta afectan la magnitud del crecimiento vegetativo. Esta respuesta fue observada en este estudio donde el cultivar A6040 de hábito determinado y ciclo intermedio a largo experimentó una marcada disminución de la biomasa vegetativa asociada a la reducción del período VE-R1, ya señalada, con un menor número de nudos y de ramas por planta.

La respuesta atribuible al acortamiento de la distancia entre hileras (DEH), quedó expresada en la mayor biomasa total producida por las plantas en el tratamiento D1, que superó significativamente al tratamiento D3 en todas las etapas cuantificadas y al tratamiento D2 sólo en R6 y

R8 (Figura 2). Contrariamente, ensayos realizados en la EEA Paraná durante la campaña 2000/01 con cultivares de soja de GM IV, V, VI y VII sembrados el 17 de enero a 70, 52.5 y 35 cm entre hileras, mostraron que todos los cultivares obtuvieron el máximo crecimiento con el espaciamiento menor (INTA, 2005).

Esto muestra que no todos los genotipos de soja responden de igual manera al factor de manejo distancia entre surcos. En general, los cultivares más precoces y con menor cantidad de ramificaciones presentan mayor respuesta a la reducción del espaciamiento entre surcos (Johnson *et al.*, 1982)



**Figura 2.** Peso seco aéreo acumulado durante la estación de crecimiento de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba). **D1**= DEH 0.70 m, **D2**= DEH 0.52 m y **D3**= DEH 0.42 m. Barras verticales indican el error estándar de la media.

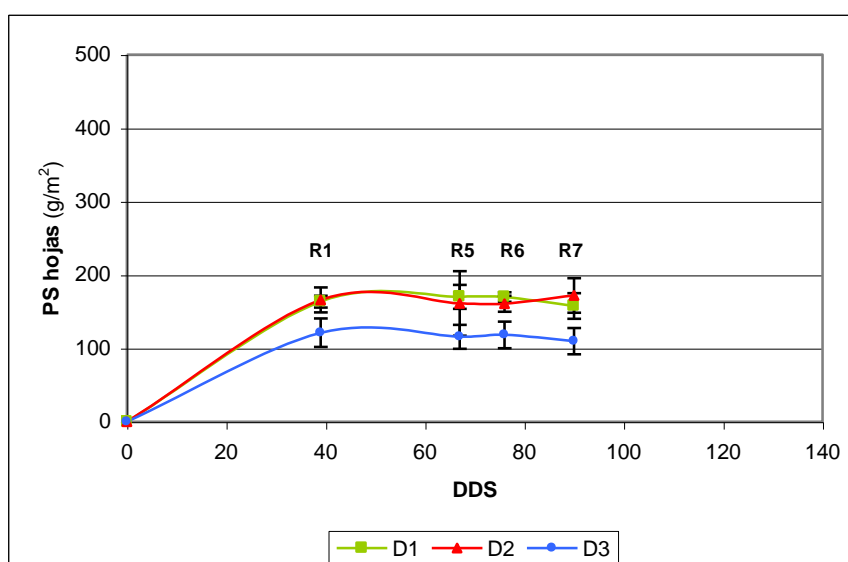
La tasa de crecimiento del cultivo (TCC) también fue afectada por las condiciones meteorológicas y los tratamientos estudiados y mostró, en general, una tendencia similar a la descrita para la biomasa total acumulada (Figura 2). Entre S y R1 se registraron los valores de TCC más altos en las tres DEH (Tabla 1), coincidente con el período de mayor radiación incidente, temperatura media más alta y buena disponibilidad de humedad (ver Fig. 1). Entre R1 y R5, la escasez de precipitaciones tuvo su efecto limitante sobre la TCC que fue más manifiesto en las DEH menores (D2 y D3). Durante el período de llenado de semilla (R5-R7), la TCC experimentó una recuperación atribuida al mejoramiento de las condiciones hidrológicas posteriores a la lluvia registrada en la tercera década de marzo (39 mm), pero sin alcanzar los valores iniciales.

**Tabla 1.** Tasa de crecimiento del cultivo (TCC) de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba).

| Etapas       | D1                           |                | D2                           |                | D3                           |                |
|--------------|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
|              | TCC<br>g/m <sup>2</sup> /día | R <sup>2</sup> | TCC<br>g/m <sup>2</sup> /día | R <sup>2</sup> | TCC<br>g/m <sup>2</sup> /día | R <sup>2</sup> |
| Siembra – R1 | 6.9                          | 0.99           | 6.4                          | 0.99           | 5.2                          | 0.99           |
| R1 - R5      | 2.9                          | 0.99           | 1.6                          | 0.99           | 0.8                          | 0.99           |
| R5 - R7      | 5.5                          | 0.97           | 6.1                          | 0.95           | 4.5                          | 0.97           |

D1= DEH 0.70 m, D2= DEH 0.52 m y D3= DEH 0.42 m

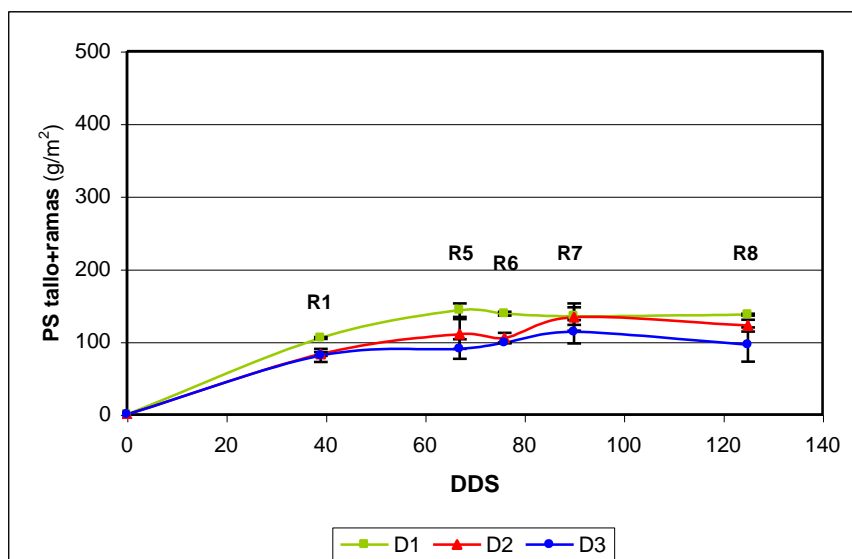
**Biomasa de hojas:** La producción de materia seca de hojas tuvo una tendencia similar a la descrita para la biomasa de la planta entera, con valores en D1 y D2 que no difirieron entre sí, pero que superaron el peso seco de hojas de D3; diferencias que fueron significativas en las etapas R1, R6 y R7 (Figura 3).



**Figura 3.** Biomasa de hojas acumulada durante el ciclo de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba). D1= DEH 0.70 m, D2= DEH 0.52 m y D3= DEH 0.42 m. Barras verticales indican el error estándar de la media.

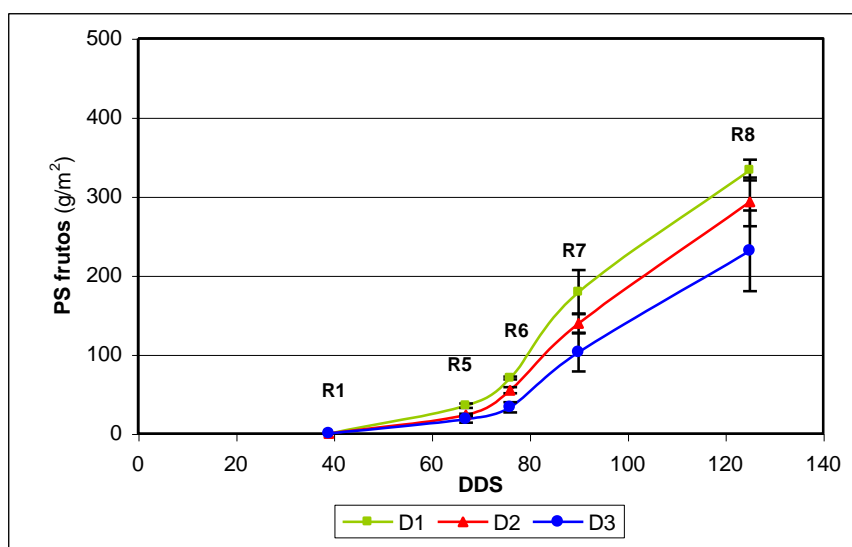
Se observó, además, la característica del hábito de crecimiento determinado de este cultivar que normalmente restringe la producción de biomasa vegetativa al período anterior a la etapa R3.

**Biomasa de tallo y ramas:** La producción y acumulación de peso seco en tallo principal y ramas tuvo una tendencia similar a la señalada para peso seco de hojas y biomasa total, con una ligera -aunque significativa- superioridad de D1 respecto a D2 y D3 en las etapas R1, R5 y R6, que luego se redujo hacia el final del ciclo del cultivo (Figura 4). También se manifestó aquí la influencia del hábito de crecimiento determinado, propio del cultivar, con aumentos del peso seco de estas estructuras vegetativas (tallo+ramificaciones) hasta la etapa previa a R4.



**Figura 4.** Peso seco de tallo+ramas acumulado durante el ciclo de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba). **D1**= DEH 0.70 m, **D2**= DEH 0.52 m y **D3**= DEH 0.42 m. Barras verticales indican el error estándar de la media.

**Biomasa de frutos:** El peso seco acumulado en los frutos (carpelos+semillas), reprodujo la respuesta descrita para los órganos vegetativos respecto a la influencia de la DEH, con valores superiores en D1, intermedios en D2 e inferiores en D3 durante la etapa de crecimiento lineal de la semilla, los que fueron significativos sólo entre las DEH extremas (D1 y D3) en las etapas R5, R7 y R8 (Figura 5).

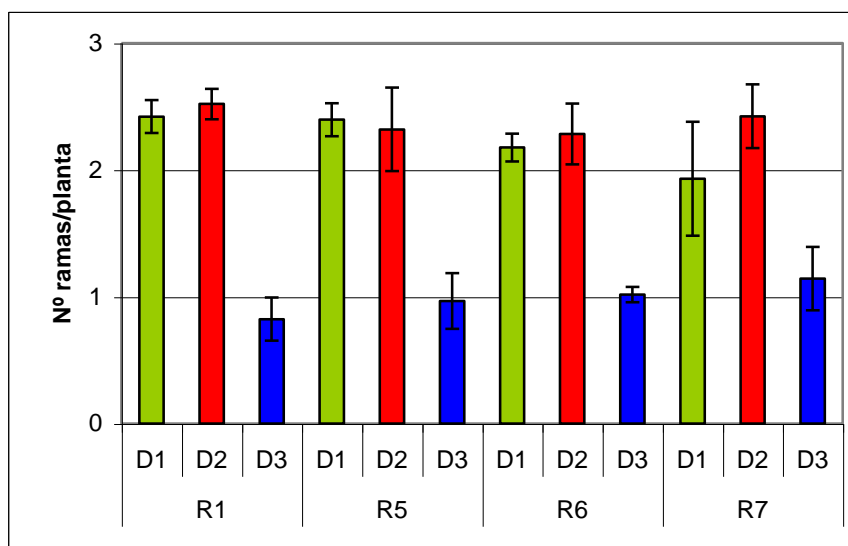


**Figura 5.** Peso seco de frutos (carpelos+semillas) acumulado durante el ciclo de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba). **D1**= DEH 0.70 m, **D2**= DEH 0.52 m y **D3**= DEH 0.42 m. Barras verticales indican el error estándar de la media.

**Ramificación:** El desarrollo de las ramificaciones reflejó claramente el efecto de la fecha de siembra tardía sobre el cultivar empleado, ya que tratándose de una variedad de GM VI, produjo un número de ramas por planta inferior al de su potencial genético y que, en promedio, no superó las 2.5 ramas por

planta (Figura 6). Ello, debido al acortamiento experimentado por el período VE-R1 en respuesta a las condiciones fototérmicas.

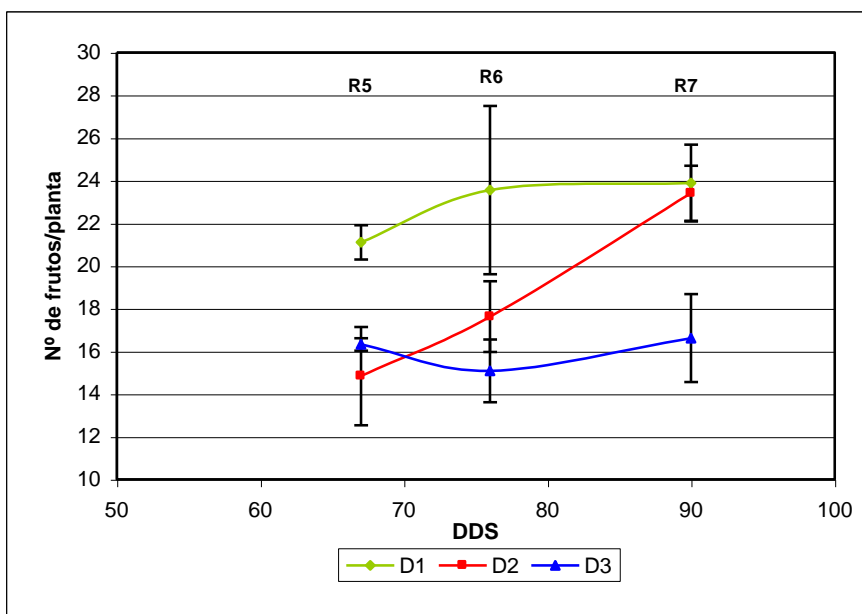
Respecto a la influencia de la DEH, se destacó la similitud entre D1 y D2 y la marcada diferencia de ambas DEH respecto a D3 a la que superaron por más del doble de su valor en todas las etapas donde se cuantificó esta variable. Sin embargo, debe señalarse que estas variaciones se produjeron dentro de un rango de valores muy estrecho (entre 0.8 y 2.5 ramas por planta).



**Figura 6.** Número de ramas por planta producidas por la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba). **D1**= DEH 0.70 m, **D2**= DEH 0.52 m y **D3**= DEH 0.42 m. Barras verticales indican el error estándar de la media.

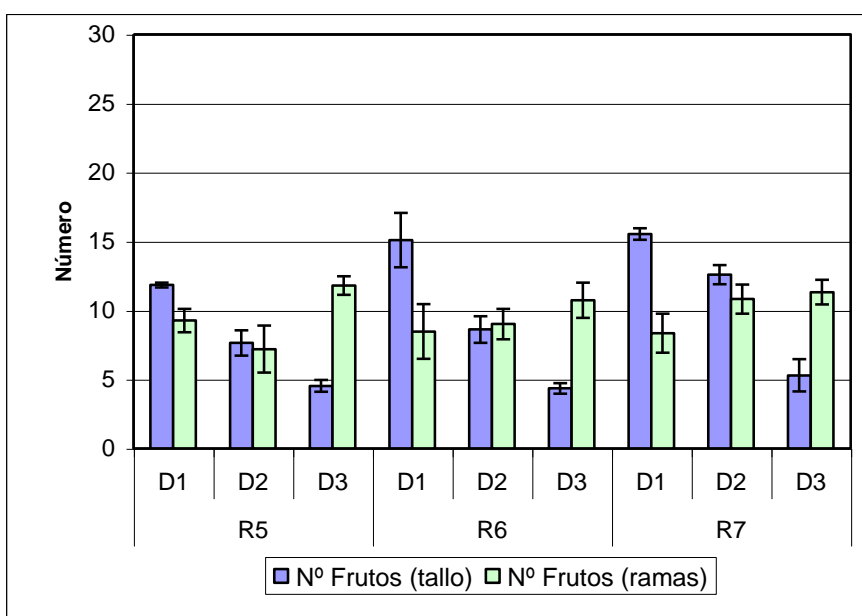
La escasa variación del número de ramas por planta luego de la etapa R5, es concordante con el hábito determinado de esta variedad y su efecto sobre el crecimiento de los órganos vegetativos, como ya señaló para el caso de las hojas y del tallo principal.

**Producción y distribución de frutos:** En concordancia con la respuesta de la planta de soja a las diferentes DEH y los cambios experimentados en el número de ramas, se analizó la producción de órganos reproductivos y su distribución en las estructuras de sostén de la planta. La Figura 7 muestra la evolución temporal del número total de frutos por planta entre R5 y R7. En los tratamientos D1 y D2, la cantidad de frutos aumentó durante ese lapso, alcanzando al final del mismo valores promedio similares (24 y 23 frutos/planta, respectivamente); mientras que en D3 el número de frutos se mantuvo casi sin cambios con una cantidad final (17 frutos/planta) significativamente menor a las otras dos DEH.



**Figura 7.** Número de frutos por planta producidos por la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba). **D1**= DEH 0.70 m, **D2**= DEH 0.52 m y **D3**= DEH 0.42 m. Barras verticales indican el error estándar de la media.

Cuando se analizó la distribución de los frutos sobre las estructuras de la planta (tallo principal y ramificaciones), fue posible identificar patrones diferentes asociados a cada DEH estudiada (Figura 8). En D1 las plantas acumularon más frutos en el tallo principal, alcanzando en R7 a duplicar la cantidad soportada por las ramificaciones. En el otro extremo, las plantas sembradas a 0.42 m entre hileras (D3), concentraron la producción de frutos en las ramas los que en promedio duplicaron a los soportados por el tallo principal.



**Figura 8.** Número de frutos por planta producidos en el tallo principal y las ramificaciones de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba). **D1**= DEH 0.70 m, **D2**= DEH 0.52 m y **D3**= DEH 0.42 m. Barras verticales indican el error estándar de la media.



Por su parte, las plantas de la D2 desarrollaron un patrón de distribución de frutos intermedio, resultando una cantidad relativamente equilibrada entre ambas estructuras (tallo y ramas). Más allá de estas diferencias, es necesario puntualizar que se trata de un número de frutos por planta muy bajo (entre 16 y 24) en relación con el potencial genético de la variedad.

**Número de ramas vs. Número de frutos:** A pesar de la reducida variación observada en ambas variables, la cuantificación de la relación mostró una clara tendencia positiva ( $y = 5.36x + 11.5$ ,  $R^2 = 0.775$ ), independientemente del patrón de distribución de los frutos en tallo principal y ramificaciones.

**Componentes del rendimiento y producción de semillas:** La tabla 2 resume los valores promedio de los componentes directos e indirectos del rendimiento para cada una de las distancias entre hileras. Como se mencionó al comienzo de la descripción de los resultados de este trabajo, el número de plantas por superficie fue similar entre tratamientos y en promedio  $\sim 40$  plantas/m<sup>2</sup>, de modo que las diferencias encontradas en los otros componentes del rendimiento pueden atribuirse a los modelos de siembra utilizados. Así, el número de frutos por planta se correspondió estrechamente con el grado de ramificación desarrollado por las plantas de cada tratamiento, con una marcada diferencia entre D1 y D2 respecto a D3. La TCC se relacionó con las variaciones en el número de frutos/planta y reflejó los cambios detectados en la materia seca por efecto de los diferentes espaciamientos. Estos resultados concuerdan con los de otras experiencias donde se obtuvieron relaciones entre la TCC y el número de granos por metro cuadrado (Egli y Yu, 1991; Quijano *et al.*, 1997).

La cantidad de semillas/fruto varió levemente entre tratamientos, con una ligera superioridad de D1. No obstante, este componente indirecto del rendimiento tuvo una escasa influencia sobre la producción de semillas, lo que se aprecia al comparar el número de semillas/m<sup>2</sup> entre tratamientos y comprobar que esta variable reprodujo una tendencia semejante a la descrita para el número de frutos/planta.

**Tabla 2.** Componentes directos e indirectos del rendimiento y producción de semillas por hectárea de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba).

| DEH          | Nº Plantas por m <sup>2</sup> | Nº Frutos por planta | Nº Semillas por fruto | Nº semillas por m <sup>2</sup> | Peso de 100 semillas, g | Peso de semillas por m <sup>2</sup> | Rendimiento de semillas kg/ha |
|--------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| <b>D1</b>    | 41                            | 23,9 a               | 2,03                  | 1987,5 a                       | 13,6                    | 270,9 a                             | 2709,0 a                      |
| <b>D2</b>    | 39                            | 23,4 a               | 1,79                  | 1646,1 b                       | 14,3                    | 235,7 b                             | 2357,2 b                      |
| <b>D3</b>    | 39                            | 16,6 b               | 1,97                  | 1286,0 c                       | 14,9                    | 191,2 c                             | 1912,2 c                      |
| <b>Media</b> | <b>39.6</b>                   | <b>21.3</b>          | <b>1.93</b>           | <b>1639.9</b>                  | <b>14.3</b>             | <b>232.6</b>                        | <b>2326.1</b>                 |
|              | ns                            | *                    | ns                    | *                              | ns                      | *                                   | *                             |

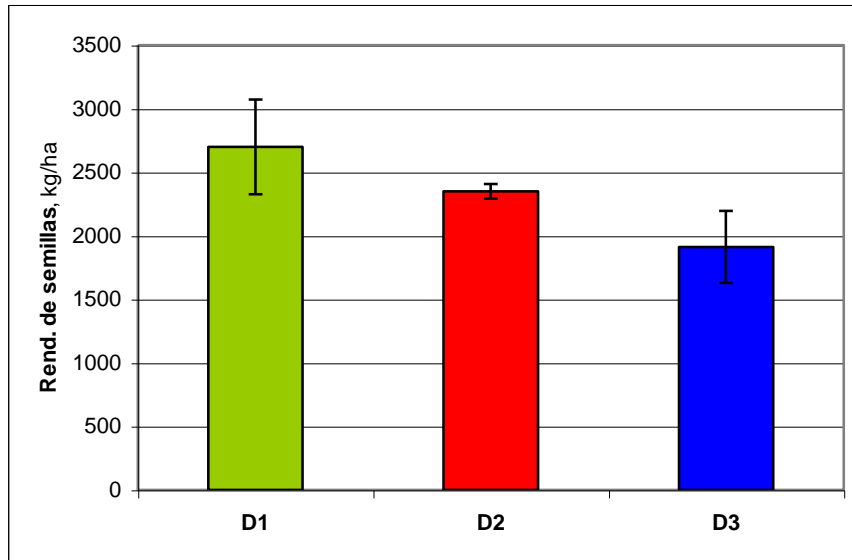
D1= DEH 0.70 m, D2= DEH 0.52 m y D3= DEH 0.42 m

ns: diferencia no significativa

\*, \*\*: diferencias significativas al nivel de 0.05 y 0.01, respectivamente según test de Duncan.

El otro componente directo del rendimiento –peso individual de las semillas- resultó sin cambios debidos a los tratamientos y con un valor promedio bajo (14.3 g/100 semillas) atribuible a la menor duración del período de llenado (R5-R7), en respuesta a la fecha de siembra tardía y a las condiciones meteorológicas desfavorables durante el mismo (temperatura media y radiación en disminución y escasez de lluvias).

Como el peso individual de las semillas también tuvo escasas variaciones debidas a las distintas DEH, el rendimiento por hectárea reflejó la respuesta descrita para número de frutos y semillas por superficie (Figura 9) y resultó significativamente mayor en D1 y D2 respecto a D3.



**Figura 9.** Rendimiento de semillas de la variedad A6040 sembrada el 15 de enero de 2003 en la zona rural de Gral. Cabrera (Córdoba). Barras verticales indican el error estándar de la media.

## **Síntesis de los resultados**

Un análisis conjunto de los resultados obtenidos, permite señalar que, para las condiciones meteorológicas registradas en la región del estudio, la fecha de siembra tuvo un efecto dominante sobre el crecimiento y desarrollo del cultivar A6040 enmascarando en parte la respuesta hipotetizada al acortamiento de la DEH.

Es así, que la siembra a 70 cm de distancia entre hileras tuvo los mejores indicadores de crecimiento, desarrollo y producción de semillas, superando significativamente a la menor DEH (42 cm) y sin diferir, en general, de la DEH intermedia (52 cm).

No obstante, desde un punto de vista agronómico, es importante señalar que el rango de variación observado de variables consideradas clave respecto de las respuestas esperadas (como número de ramas/planta y número de frutos/planta) fue estrecho, con lo que la importancia de las diferencias estadísticamente significativas señaladas más arriba se torna relativa.

Ese predominio del efecto de la fecha de siembra sobre las respuestas del cultivo, se adjudica a la particular combinación entre las etapas del crecimiento del cultivo y las condiciones meteorológicas que la misma determina. Por un lado, el crecimiento vegetativo transcurrió con temperaturas elevadas y fotoperíodo en disminución (mediados de enero a mediados de febrero) que aceleraron la respuesta fototérmica y redujeron la duración del período S-R1/3. Reducción que se tradujo en menor biomasa de hojas, de tallo y ramas y de nudos por planta. Esa condición de crecimiento limitado se reprodujo en todos los tratamientos, no permitiendo que la menor DEH ofreciera la ventaja esperada de una mejor interceptación de la radiación incidente con las consecuencias favorables que ello implica. Por otra parte, la etapa reproductiva coincidió con temperaturas en marcado descenso y fotoperíodo más corto aún, de cuya combinación resultó afectado el crecimiento de las semillas (etapa R5-R7) determinando un peso individual bajo.

Ese contexto dificultó la expresión de una ventaja comparativa esperada resultante del acortamiento de la distancia entre surcos, como se formuló en la hipótesis, y que se ha comprobado en otros estudios similares pero realizados en fechas no tan extremas como la de este trabajo.

La implicancia práctica es que ante eventos climáticos como el que condicionó la siembra tardía de este estudio y previéndose la elección de un cultivar de GM intermedio a largo (VI), no sería recomendable reducir la DEH. Práctica de manejo que sería recomendable en caso de elegirse una variedad de grupo de madurez más corto (IV) por su menor desarrollo vegetativo y ciclo más corto que le permitiría recibir mayor radiación solar en el período de llenado de granos con una expectativa de mayor rendimiento.

## CONCLUSIONES

- ✓ Hubo una mayor acumulación de biomasa aérea total durante todo el ciclo del cultivo en la DEH de 70 cm, seguida de las DEH de 52 y 42 cm, respectivamente.
- ✓ La producción de biomasa de hojas, de tallo y ramas y de frutos (carpelos+semillas) presentó una dinámica temporal similar a la del peso seco aéreo total, con la misma relación entre los tratamientos ensayados.
- ✓ El número de ramas por planta en los tres tratamientos fue claramente inferior del que puede producir esta variedad (A6040) sembrada en fecha normal para este ambiente. En este caso las DEH mayores (70 y 52 cm) produjeron un mayor número de ramas y superaron significativamente a la DEH de 42 cm.
- ✓ La distribución de los frutos sobre el tallo y las ramas siguió tres patrones diferentes. La DEH de 70 cm duplicó el número de frutos en el tallo respecto a de las ramas. Contrariamente, en la menor DEH (42 cm) el número de frutos en las ramas duplicó a los posicionados en el tallo. Por su parte, la DEH intermedia (52 cm) tuvo una distribución similar en ambos órganos vegetativos.
- ✓ El número de frutos por planta se correspondió estrechamente con el grado de ramificación desarrollado por las plantas en cada DEH, con una marcada diferencia entre las DEH de 70 y 52 cm respecto a la de 42 cm entre hileras.
- ✓ El rendimiento de semillas fue mayor en la DEH de 70 cm, seguido por la DEH intermedia (52 cm) y luego la menor (42 cm entre hileras), pero sólo se diferenció significativamente de esta última. Esto se correspondió con un mayor número de frutos y semillas por superficie.

## BIBLIOGRAFÍA

- BAIGORRI, H.E.J. 1997. Manejo del cultivo. En: L.M. Giorda y H.E.J. Baigorri (Eds.) El cultivo de la soja en Argentina. Editar, S. Juan. M. Juárez, Argentina. pp. 125-138.
- BAIGORRI, H.E.J.; R. SCARAFONI y B. MASIERO 1995a. Comportamiento de cultivares de grupo de madurez III al VII en cinco fechas de siembra entre Octubre y Febrero en Marcos Juárez. Pág. 222-229 en: Parte 1: Desarrollo. Primer Congreso Nacional de Soja y Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos. AIANBA (ed.) Pergamino. Bs. As. Argentina. 168 pp.
- BAIGORRI, H.E.J.; R. SCARAFONI y B. MASIERO 1995b. Comportamiento de cultivares de grupo de madurez III al VII en cinco fechas de siembra entre Octubre y Febrero en Marcos Juárez. Pág. 214-221 en: Parte 2: Crecimiento. Primer Congreso Nacional de Soja y Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos. AIANBA (ed.) Pergamino. Bs.As. Argentina. 168 pp.
- BAIGORRI, H.E.J.; M.I. TRAVASSO y F.H. ANDRADE 1995c. Desarrollo y crecimiento del cultivar Asgrow 3127 en Balcarce. Pág. 198-205 en: Primer Congreso Nacional de Soja y Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos. AIANBA (ed.) Pergamino. Bs.As. Argentina. 168 pp.
- BAIGORRI, H.E.J. 2004. Soja “Recomendación de elección y manejo de cultivares de soja por regiones de cultivo”. En: [www.intamarcosjuarez.com.ar](http://www.intamarcosjuarez.com.ar) Consultado: 05/03/2005.
- BAIGORRI, H.E.J. 2002. Manejo del cultivo de la soja en Argentina. Actualizaciones. Agosto 2002. INTA Centro Regional Córdoba, EEA Marcos Juárez.
- BATTISTA J. J. de y N. ARIAS 2002. Hoja informativa electrónica EEA Concepción del Uruguay, Año III - Nº 92.
- BERNARD, R.L. 1972. Two genes affecting stem termination in soybeans. *Crop Sci.* 12: 235-239.
- BOARD J.E. y W. HALL 1984. Premature flowering in soybean yield reductions at non-optimal planting dates as influenced by temperature and photoperiod. *Agron. J.* 76: 700-704.
- BODRERO, M.L. y L. MACOR. 1983. Espaciamiento, densidad y época de siembra en soja. EEA INTA Oliveros. Información para Extensión 26.
- BODRERO, M.L.; J.M. MENDEZ; J. CAPURRO; G. GESTER y J. ANDRIANI 1995. Espaciamiento entre surcos en soja de segunda época de siembra y su relación con la productividad en sistemas de agricultura continua. Pág. 34-41 en: Primer Congreso Nacional de Oleaginosas. AIANBA (ed.) Pergamino. Bs. As. Argentina. 168 pp.
- BODRERO, M.L.; L. MACOR y B.L. MASIERO 1981. Influencia del espaciamiento entre surcos y densidad de plantas sobre la producción de soja sembrada en segunda época. EEA INTA Oliveros. Informe Técnico 27.
- BODRERO, M.L.; N. DARWICH; F. ANDRADE y F. NAKAYAMA 1989. Photosynthetically active radiation interception and soybean productivity in a double cropping system at different row

- spacing. *In: Proceedings of the World Soybean Research Conference IV*. A. J. Pascale (ed.) Orientación Gráfica Editora SRL. Buenos Aires. Argentina 1605 pp.
- BRAGACHINI, M., MENDEZ, A., VON MARTÍN, A. y M. TULA. 2003. "Evaluación de Respuesta Sitio Específico de dos Espaciamientos entre Hileras en Soja de 2<sup>da</sup> sobre Trigo"
- COOPER, R.L. 1977. Response of soybean cultivars to narrow row and planting rates under weed-free conditions. *Agron. J.* 69: 89-92.
- COOPER, R.L. y D.L. JEFERSON 1984. Use of nitrogen stress to demonstrate the effect of yield limiting factors on the yield response of soybean to narrow row system. *Agron. J.* 76 (2): 257-259.
- COSTA, J.A.; E.S. OPLENGER y J.W. PENDLETON. 1980. Response of soybean cultivars to planting patterns. *Agron. J.* 72 (1): 153-156.
- DUNPHY, E.J. 1989. Row with influence of soybean yield. *In: proceedings of the World Soybean Research Conference IV*. A.J. Pascale (ed.) Orientación Gráfica Editora SRL Buenos Aires. Argentina. 1605 pp.
- EGLI, D.B.; R.D GUFFY y J.E. LEGGETT. 1985. Partitioning of assimilate between vegetative and reproductive growth in soybean. *Agron. J.* 77: 917-922.
- EGLI, D.B. y Z. YU 1991. Crop growth rate and seed per unit area in soybean. *Crop Sci.* 31:439-442.
- FEHR, W.R. y C.E. CAVINESS. 1977. Stages of soybean development. *Iowa At. Univ. Special Report*, 80:11p.
- GOOGLE, 2005. Soja. [Http://www.oni.escuela.edu.ar/2002/santa\\_fe/milenaria\\_vigencia/leyenda de la soja](http://www.oni.escuela.edu.ar/2002/santa_fe/milenaria_vigencia/leyenda_de_la_soja). Consultado: 05/03/2005.
- INTA, 2005. Soja. [Http://www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar). Consultado: 05/03/2005.
- JOHNSON, B.; R.R. JOHNSON; D.E. GREEN y C.W. JORDAN. 1982. What is the best soybean row width?. A U.S. *Perspective. Crops and Soils Magazine*.
- MARTINEZ ALVAREZ, D.; H. BAIGORRI; S. BOLOGNA; M. BONGIOVANNI Y LUCERO, R. 2002. *En: Manejo del cultivo de la soja en Argentina. Actualizaciones*. Editado por Héctor E. J. Baigorri. Agosto 2002. INTA Centro Regional Córdoba, EEA Marcos Juárez. Pág. 73-85.
- MORENO, R. y B.L. MASIERO. 1992. Control de sorgo de Alepo con imazethapyr en sojas sembradas a distintas distancias entre surcos. Pag. 78 en: *Resúmenes XI Congreso ALAM*.
- PELTZER, H. 1995. Distanciamiento entre surcos y densidad en siembra directa de soja de segunda. Pag 182-188: *Primer Congreso Nacional de Soja y Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos*. AIANBA, ed. Pergamino. Bs As. Argentina. 168 pp.
- PEPPER, G.E. 1981. Narrow-row soybeans: what to consider. Circular 1161. University of Illinois At Urbana-Champaign. College of Agriculture. Cooperative Extension Service. Illinois. EE.UU.

- QUIJANO, A.; E.N. MORANDI; R.A. MARTIGNONE y M.E. BODRERO 1997. Número de semillas y rendimiento en soja en relación a la época de siembra y la disponibilidad hídrica. Para mejorar la producción. Soja campaña 1995/1996, INTA EEA Oliveros.
- Sagpya, 2005. Soja [Http://www.sagpya.gov.ar/php](http://www.sagpya.gov.ar/php). Consultado: 03/05/2005.
- SATORRE, E.H. 2001. Production systems in the Argentine Pampas and their ecological impact. En: Solbrig, O. Paalberg, R & Di Castri, F (Eds). Globalization and the rural environment. DRCLAS, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- SHIBBLES, R.M. y C.R. WEBER 1996. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. Crop Sci. 6:55-59.
- THOMAS, J.F. y C.D. RAPER Jr. 1983. Photoperiod and temperature regulation of floral initiation and anthesis in soybean. Ann. Bot., 51:480-489.