

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

“Trabajo Final para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

INFLUENCIA DE DOS FECHAS DE SIEMBRA Y TRES CULTIVARES
SOBRE EL RENDIMIENTO EN 18 LOTES DE SOJA EN LA ZONA
DEL SUR-OESTE DE SANTA FÉ

Alumno: Scarone, David Horacio

DNI 26720314

Director: Ing. Agr. Guillermo Cerioni

Ing. Agr. Morla Federico

Río Cuarto - Córdoba

Febrero de 2012

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

**“Trabajo Final presentado
para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”**

Modalidad: Proyecto

**INFLUENCIA DE DOS FECHAS DE SIEMBRA Y TRES
CULTIVARES SOBRE EL RENDIMIENTO EN 18 LOTES DE SOJA
EN LA ZONA DEL SUR-OESTE DE SANTA FÉ**

Alumno: Scarone, David Horacio

DNI: 26.720.314

Director: Guillermo Cerioni

Co-Director: Morla Federico

Río Cuarto - Córdoba

Febrero de 2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Influencia de dos fechas de siembra y tres cultivares sobre el rendimiento en 18 lotes de soja en la zona del sur-oeste de Santa Fé

Autor: Scarone, David Horacio
DNI: 26720314

Director: Ing. Agr. Guillermo A. Cerioni

Co-director: Ing. Agr. Federico D. Morla

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

Fecha de Presentación: _____ / _____ / _____.

Aprobado por la Secretaría Académica: _____ / _____ / _____.

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

A mi amada y fiel compañera Rosana y a la luz de mis ojos Juana.

A mis padres Ricardo y Carmen; a mis hermanos Juliana, Sabina y Mariano.

A mi abuela Faustina, por promulgar siempre que el saber no ocupa espacio.

A mis tíos Miguel y Juana, Víctor y Leonela, Roberto y Graciela.

A Maria y Antonio.

A todos mis primos.

A mis hermanos del alma Matías L., Luciano M., Pablo M., Mauro C., Luciano G., German G.

A Angelita y Rubén y a toda su familia.

A Maia, Cata y Benicio.

A mi director y co-director por dedicarme más del tiempo necesario.

A mis profesores.

A mis compañeros de BBVA.

A todos aquellos que nos acompañaron siempre en las buenas y en las malas.

ÍNDICE GENERAL

Página

CERTIFICADO DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE GENERAL	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.....	1
Hipótesis.....	7
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos.....	7

MATERIALES Y METODOS

Mediciones realizadas.....	9
Condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo.....	10

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Número de plantas por m ²	12
2. Número de frutos por planta.....	13
3. Peso de los frutos por m ²	15
4. Número de semillas por fruto	16
5. Peso 100 semillas	17
6. Numero de semillas por m ²	18
7. Rendimiento	20

CONCLUSIONES.....	23
--------------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA.....	24
--------------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribución mensual de las precipitaciones en el barbecho previo a la siembra y durante el ciclo del cultivo.....	10
Figura 2. Temperaturas mínimas, medias y máximas mensuales en el barbecho previo a la siembra y durante el ciclo del cultivo.....	11
Figura 3. Número de plantas por m ² para los distintos GM y FS de soja.....	12
Figura 4. Número de frutos por planta para los distintos GM y FS.	13
Figura 5. Peso de los frutos por superficie (m ²) para los distintos GM y FS.....	15
Figura 6. Número de semillas por fruto para los distintos GM y FS.....	16
Figura 7. Peso de las 100 semillas (g) para los distintos GM y FS.....	17
Figura 8. Número de semillas por superficie (m ²) para los distintos GM y FS.....	19
Figura 9. Rendimiento (kg ha ⁻¹) para los distintos GM y FS.....	21

RESUMEN

El rendimiento del cultivo de soja es el resultado de procesos y cambios que ocurren en las plantas desde el momento de la siembra hasta la cosecha. El conocimiento de estos procesos y mecanismos determinantes del crecimiento y del rendimiento son necesarios para aumentar la producción de manera sostenible. Esta base orienta en la elección de las prácticas de manejo más apropiadas, entre éstas la elección de los genotipos y la fecha de siembra se posicionan como las más importantes para adecuar el cultivo a la oferta ambiental de un determinado ambiente. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la fecha de siembra y el cultivar en diferentes lotes de soja en el sur-oeste de Santa Fe. Para ello se recolectó información en el establecimiento “El Juancito” donde se realizó la siembra en diferentes fechas de siembra y cultivares, durante la campaña 2005-2006. A madurez de cosecha se recolectaron muestras sobre las que se determinó el rendimiento del cultivo y las variables ecofisiológicas que lo definen. Los componentes directos del rendimiento, número de semillas por superficie y peso de 100 fueron mayores en la primer fecha de siembra y disminuyeron con el atraso de la misma, estas variables no se modificaron en los tres cultivares evaluados. El número de plantas varió con los dos factores, aunque esta presentó poco efecto sobre el rendimiento final, evidenciando la plasticidad de este cultivo a la densidad de plantas. Se observó un efecto compensatorio en los componentes indirectos del rendimiento, el número de frutos por planta aumentó con la longitud del cultivar y disminuyó con el atraso de la fecha de siembra, por su parte en el número de semillas por frutos la respuesta fue inversa. Bajo las condiciones de este estudio la fecha de siembra en el cultivo de soja tuvo mayor influencia sobre el rendimiento que la elección del cultivar.

Palabras claves: soja (*Glycine max* L. Merril), cultivares, fecha de siembra, rendimiento.

SUMMARY

Influence of two sowing dates and three soybean cultivars on crop yield in 18 plots of the south-west Santa Fe

The soybean crop yield is result of processes and changes that occur in plants from sowing to harvest. Knowledge of these processes and mechanisms that determine growth and yield are needed to increase production sustainably. This base focuses on choosing the most appropriate management practices, the choice between genotypes and sowing date are positioned as the most important to bring the crop to environmental supply of a given environment. The aim of this study was evaluate the effect of sowing date and cultivar on different soybeans plots in the south-west of Santa Fe, this information was collected at the field which was performed at different sowing dates and cultivars, during the 2005-2006 season. At harvest maturity were collected samples was determined on crop yield and variables that define it. Yield components, seed number and weight, were higher in the first sowing date and decreased with the delay of the same, these variables were unchanged in the three cultivars probed. The plants number varied with the two factors, although this showed little effect on final yield, demonstrating the crop plasticity. There was a compensatory effect on yield components, fruit number per plant increased with the length of cultivation and decreased with the delay in sowing date, seeds per fruit was reverse response. Under the conditions of this study sowing date had greater influence on performance than the choice of cultivar on soybean.

Key words: soybean (*Glycine max* L. Merrill), cultivars, sowing dates, crop yield.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

La producción de cultivos de grano tiene un papel preponderante en la actividad agrícola mundial. Con el crecimiento de la población humana, la demanda por los cultivos de cereales y oleaginosas aumentó, llevándolos a ocupar la mayor parte de la superficie sembrada en las áreas más productivas del mundo. En la actualidad, las principales especies de estos cultivos forman parte de sistemas de producción que han provocado, en sus respectivas regiones, cambios de diferentes escalas de magnitud, desde el paisaje, hasta el agroecosistema, las comunidades y las poblaciones (Satorre *et al.*, 2003a).

Argentina, ha experimentado grandes cambios en los últimos 30 años, especialmente en la Región Pampeana y extrapampeana. Entre los más importantes, la producción de cereales ha sido reemplazada por la introducción de cultivos oleaginosos, especialmente el de la soja (*Glicine max (L.) Merr.*), y se produjo un proceso de agriculturalización, donde la superficie agrícola se ha extendido relegando a la actividad ganadera (Satorre *et al.*, 2003a).

Las primeras plantaciones de soja en Argentina se hicieron en 1862, pero no encontraron eco en los productores agrícolas de aquellos años. Hacia 1956 en la Argentina 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 (ONI, 2002).

La producción se incrementó marcadamente durante las últimas 4 décadas debido, principalmente a un aumento en los rendimientos por unidad de superficie (FAO, 2000). Por otro lado, se cerró la brecha entre los rendimientos reales y los potenciales debido al uso de fertilizantes y otros agroquímicos, el riego, la mecanización, la adaptación de los cultivares a los ambientes de producción (Andrade, 1998a). El espectacular aumento de rendimiento en los principales cultivos a partir de los años 60 se debió, principalmente, a la conjunción de tres innovaciones con una fuerte sinergia; como ser; la disponibilidad de fertilizantes nitrogenados relativamente baratos, el mayor potencial de rendimiento de los cultivares, y los nuevos herbicidas que hacen posible la difusión de estos cultivares, inherentemente pobres competidores con las malezas (Evans, 1997). Esto indica la importancia de la interacción entre mejora genética y prácticas de manejo apropiadas.

La mejora varietal puede también contribuir al aumento de rendimiento a través del aumento en la tolerancia genética a estrés como la sequía, las temperaturas extremas, los suelos ácidos o alcalinos, los suelos pobres, las plagas y enfermedades. Por otro lado, se

encuentra que los nuevos materiales no sólo presentan mayor potencialidad de rendimiento y mejor respuesta a nuevas técnicas de producción sino también mayor estabilidad del rendimiento a través de distintos ambientes (Russell, 1986).

La aplicación de insumos y de tecnología pueden incrementar significativamente los rendimientos. Los rendimientos promedio mundiales están muy lejos de los que se pueden lograr cultivando las variedades más productivas con riego, sin deficiencias nutricionales y con óptimo manejo. En general para todo el mundo, hay grandes posibilidades de incrementar la producción en las tierras más productivas a través de la tecnología y el potencial genético, sin necesidad de ejercer demasiada presión en las áreas más susceptibles a la degradación. La intensificación de la producción en las zonas más aptas para la agricultura es la mejor solución para satisfacer la creciente demanda de alimentos, manteniendo los ecosistemas naturales permanentes y la biodiversidad (Averi, 1997; Solbrig, 1999). Existe un gran potencial para aumentar la producción agrícola mundial (alrededor de quince veces) por lo que sería posible satisfacer los requerimientos de alimento de la población mundial en el futuro manteniendo a la vez la biodiversidad y cuidado de los recursos y el ambiente (Andrade., 1998 a y b).

El conocimiento de los procesos y mecanismos determinantes del crecimiento y del rendimiento de los cultivos en nuestros ambientes es necesario para aumentar la producción de manera sostenible. Esto nos orienta en la elección de las prácticas de manejo más apropiadas, brinda información para un manejo eficiente y adecuado de los insumos y guía al mejorador en la elección de genotipos de mayor potencial de rendimiento y más adaptados al ambiente. El ciclo del cultivar es el principal factor a tener en cuenta para adecuar el cultivo a la oferta ambiental de una determinada localidad, caracterizada por la temperatura, el fotoperíodo, el período libre de heladas, la distribución de las precipitaciones, etc. Necesitamos también conocer los procesos y mecanismos que determinan el crecimiento y el rendimiento de estos cultivos. Si conocemos cuales son los períodos más críticos para la determinación del rendimiento podemos, a través del manejo, optimizar el estado fisiológico del cultivo en dichos momentos (Andrade y Sadras, 2000).

La ecofisiología de cultivos nos orienta también en la elección de las prácticas de manejo más apropiadas. Saber que el ambiente térmico y radiactivo fija un techo de producción que no podemos superar con el agregado de fertilizantes y riego, es un concepto muy útil cuando se desea transferir una tecnología de una región a otra. Para un manejo agronómico adecuado es necesario también conocer, que la respuesta del crecimiento y el rendimiento a la variación en la densidad de plantas y en la fecha de siembra difiere entre los cultivos, que la densidad recomendada varía en función del ambiente, y la respuesta del rendimiento a la reducción de la distancia entre hileras es directamente proporcional al

incremento de radiación interceptada durante los períodos más críticos del cultivo (Andrade y Sadras, 2000).

Una adecuada disponibilidad nutricional, desde el momento en que los nutrientes son requeridos en altas cantidades, asegura un óptimo estado fisiológico del cultivo en los momentos decisivos para la determinación del rendimiento (Andrade y Sadras, 2000).

El rendimiento del cultivo de soja es el resultado de procesos y cambios que ocurren en las plantas desde el momento de la siembra hasta la cosecha. Estos cambios, al igual que en todos los cultivos incluyen la generación y aparición de los órganos encargados de capturar y transportar los recursos (hojas, tallos, raíces) y de los que conducen a la generación de las semillas (flores, vainas). Ambos tipos de órganos aparecen en una forma ordenada en el cultivo, pero tanto la generación como la aparición de órganos vegetativos y reproductivos se superponen parcialmente en el tiempo. A partir de éstos se consideran los principales efectos ambientales sobre la duración de las diferentes fases que generan el rendimiento y la calidad del cultivo (Kantolic *et al.*, 2003).

Los principales cambios externos e internos por los que atraviesa el cultivo de soja nos permiten diferenciar externamente fases vegetativas, durante las que aparecen y se expanden hojas y fases reproductivas, caracterizadas por la aparición y crecimiento de flores, frutos y semillas (Kantolic *et al.*, 2003).

La temperatura y el fotoperíodo regulan la duración de las fases de desarrollo del cultivo de soja. Ambos factores actúan simultáneamente en las plantas que crecen en el campo y hay evidencias de que existen interacciones entre ellos. Los efectos de la temperatura varían según el fotoperíodo a que estén expuestas las plantas o viceversa. Existe variabilidad entre genotipos en cuanto a su respuesta térmica y fotoperiódica (Sinclair *et al.*, 1991; Summerfiel *et al.*, 1993). En general, las variaciones entre genotipos se suelen interpretar en el contexto de los grupos de madurez (GM), aunque también existen diferencias dentro de cada grupo. Cada GM incluye a genotipos que presentan una respuesta similar al fotoperíodo durante la fase emergencia-floración (VE-R1). La temperatura regula el desarrollo a lo largo de todo el ciclo, pero los requerimientos térmicos y las temperaturas cardinales que regulan la tasa de desarrollo difieren a lo largo de las fases de desarrollo. Y en cuanto al fotoperíodo, la soja es una especie de días cortos con respuesta cuantitativa. Este regula la mayor parte de los eventos reproductivos: la iniciación floral, la floración, la fructificación y el llenado de los granos, condicionando el momento en que comienzan y finalizan las diferentes fases y la tasa con que progresan los cambios dentro de las plantas (Kantolic *et al.*, 2003).

El rendimiento del cultivo de soja resulta de dos componentes numéricos principales que no son plenamente independientes entre sí: el número de granos que se establecen por unidad de área y el peso unitario que alcanzan. El número de granos puede subdividirse, a su vez, en varios subcomponentes. Estos subcomponentes representan la cantidad de sitios potenciales para el establecimiento de los granos (número de nudos por unidad de área del cultivo), la fertilidad de estos sitios (número de vainas por nudo) y la fertilidad de los frutos (número de granos por vaina) (Kantolic *et al.*, 2003).

El número de granos por vaina, tiene un grado de control genético importante (Egli, 1998). Una vaina puede contener entre 1 y 4 granos, raramente 5. Algunos genotipos tienen una alta proporción de vainas con tres lóculos fértiles, mientras que en otros predominan las vainas con dos lóculos (Kantolic *et al.*, 2003).

El peso de los granos de soja puede variar en un rango amplio, entre 80 y más de 400 mg. Dentro de las variedades de soja que se cultivan tradicionalmente y para la mayor parte de las condiciones ambientales, el peso individual de los granos suele variar entre 140 y 220 mg. (Kantolic *et al.*, 2003).

Las variaciones en el número de granos provocadas por variaciones ambientales están estrechamente asociadas con cambios en el rendimiento. Contrariamente la relación entre el peso de los granos y el rendimiento no es tan manifiesta (Kantolic *et al.*, 2003).

Dentro de un amplio rango y para la mayoría de las condiciones agronómicas, el número de plantas establecidas por unidad de superficie tiene un efecto neutro sobre el número de granos y sobre el rendimiento, ya que una densidad menor de plantas es compensada por un número mayor de nudos en las ramificaciones o por un aumento de la fertilidad de cada nudo (Ramseur *et al.*, 1984).

Actualmente se conocen los patrones de la evolución del desarrollo y crecimiento de los cultivares en función de la fecha de siembra (FS), para los grupos de maduración (GM) recomendados de norte a sur del país y en función de su hábito de crecimiento (HC), según GM y FS. A cualquier latitud, el adelantamiento de la FS incrementa la longitud del ciclo total (días de emergencia a madurez) de los cultivares, con independencia de su GM y HC. A mayor GM más importante es este incremento, debido a la mayor respuesta fotoperiódica de los cultivares de mayor longitud de ciclo. A su vez, las diferencias en respuesta fotoperiódica entre cultivares de cada GM, determina que en las FS muy tardías (fines del mes de diciembre en adelante), los cultivares de mayor respuesta en los GM más altos, presenten menor longitud de ciclo que otros de GM más corto. Este incremento de la longitud del ciclo total que se produce al adelantar la FS, es debido fundamentalmente al aumento de los días de emergencia a floración (VE-R1), es decir la etapa netamente vegetativa. No obstante, en

menor medida también se incrementa la duración de las etapas reproductivas, incluyendo el llenado de granos. Es decir que al adelantar la FS, aumenta la duración del llenado de granos y se adelanta su ocurrencia, con lo que logramos disponer de mayor radiación solar y temperatura para generar más rendimiento, en condiciones hídricas no limitantes. Cuando el régimen hídrico y el térmico, presentan importantes desvíos respecto a su situación promedio, se producen grandes modificaciones en el patrón de desarrollo de los cultivares en función de la FS (Baigorri, 2003).

La elección del cultivar es una práctica que tiene una incidencia importante sobre la producción de los cultivos. La correcta elección de cultivares deberá adecuarse a los factores que más afectan el rendimiento. Los principales factores que determinaran el rendimiento del cultivo de soja son las condiciones ecológicas locales, las características de los cultivares adaptados y las prácticas de manejo (Giorda y Baigorri, 1997).

Las condiciones ecológicas de cada región y en particular, de cada lote, son el factor que más afecta la expresión del potencial de rendimiento del cultivo. Las características del ambiente determinan el rango de GM y los cultivares de cada GM que mejor se adaptan a cada región y lote. Las limitaciones para el óptimo desarrollo del cultivo, tanto edáficas (texturas arcillosas, capas compactadas, baja fertilidad, etc.), como climáticas (alta probabilidad de déficit hídrico), de manejo (época de siembra), entre otros, afectan con mas frecuencia y en mayor medida la expresión del potencial de rendimiento de los cultivares de ciclo corto. En estas situaciones resulta más seguro, la utilización de cultivares de ciclo más largo. Como contrapartida, cuando las condiciones son favorables para el óptimo desarrollo del cultivo, los cultivares de ciclo corto son los que permiten la expresión del potencial de rendimiento, reduciendo la incidencia del vuelco y problemas sanitarios provocados por enfermedades (Giorda y Baigorri, 1997).

Las características de los cultivares, debido a la respuesta fotoperiódica de la soja y los cambios en latitud modifican la longitud del ciclo de cada cultivar. En consecuencia, existe un rango de GM adaptados a cada región que se comportaran como ciclo corto, medio y largo. Un error en la elección del GM determinará pérdidas de rendimiento de un nivel variable de acuerdo a las condiciones climáticas (Giorda y Baigorri, 1997).

El uso de rotaciones de cultivos es el resultado de la experiencia de los productores como una estrategia de manejo de adversidades bióticas (enfermedades, malezas e insectos) y de recuperación de los suelos (alternancias de ciclos agrícolas y ganaderos en el mismo lote). Cuanto mayor es el período de tiempo que separa en una rotación a cultivos susceptibles a la misma adversidad, menor es su incidencia (Satorre *et al.*, 2003b).

Los cultivos agrícolas producen mejores rendimientos cuando se realizan en forma alternada. El aprovechamiento del agua y los nutrientes es más eficiente cuando se usan secuencias adecuadas. La elección de secuencias de cultivos acordes a las condiciones locales en cada región mejora la cobertura del suelo, favorece el control de plagas y enfermedades, hace más eficiente el uso de la maquinaria y estabiliza el retorno económico. La diversificación de las características climáticas, edáficas y de manejo del suelo determinan diferentes secuencias de cultivos (Giorda y Baigorri, 1997).

HIPÓTESIS

- Para la zona sur de Santa Fe, la fecha de siembra en el cultivo de soja tiene un mayor impacto sobre el rendimiento que la elección de los cultivares disponibles en esos ambientes.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de dos fechas de siembra y tres cultivares en el rendimiento de soja en diferentes lotes del sur-oeste de Santa Fe.

Objetivos específicos

- Cuantificar los componentes del rendimiento: N° de plantas/ m², N° de frutos/planta, N° de semillas/fruto y peso de 1000 semillas en diferentes lotes de soja variando la fecha de siembra y el cultivar.
- Evaluar el rendimiento en cultivos de soja en la zona sur-oeste de Santa Fe con diferentes grupos de madurez y fecha de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información se recolectó en el establecimiento “El Juancito” perteneciente a la sucesión de María Margarita Sastre de Raver. En el mismo, se realizó la siembra en diferentes fechas de siembra y con distintos cultivares durante la campaña 2005-2006. Dicho establecimiento se encuentra a 59 Km. al N-E de la ciudad de Venado Tuerto; 34 Km al S-O de la ciudad de Rufino y 57 Km al S-E de San Gregorio; (34° 01' S y 62° 32' W).

Regionalmente pertenece a cuencas con drenaje interno, ubicado en la parte más meridional de la provincia de Santa Fe; paisaje muy suavemente ondulado, de lomas bien drenadas circundadas por relieves cóncavos, compuestas por cubetas frecuentemente anegables y/o lagunas permanentes. El área presenta temperaturas medias de 16° a 18°C y el régimen de precipitación es de tipo monzónico con una media anual de 850 mm.

Las tierras del lugar corresponden al Complejo Santa Ana 50 %, Leguizamón 20 % y Lazzarino 30 %, con una capacidad de uso IIs; el suelo corresponde a un Hapludol éntico, textura franco gruesa, mixta, térmica.

En cuanto a los genotipos se utilizaron 3 cultivares (CV) de soja que se describen a continuación:

➤ Don Mario DM 4400: de crecimiento indeterminado, resistente al glifosato, de porte alto y ramificadora, peso de las 1000 semillas 185 grs., resistente a Cancro del tallo de la soja y *Phytophthora* (Desab, 2006).

➤ Don Mario DM 4800: de crecimiento indeterminado, resistente a glifosato, muy frondosa y elevada estabilidad del rendimiento, peso de las 1000 semillas 185 grs., resistente a Cancro del tallo de la soja y *Phytophthora* (Desab, 2006).

➤ Nidera AX 3901: de crecimiento indeterminado, resistente a glifosato, altísimo potencial de rendimiento, estabilidad y muy buena sanidad, planta alta poco ramificada. Resistente a *Phytophthora megasperma*, Cancro del tallo de la soja y moderadamente resistente al virus del mosaico de la soja (Desab, 2006).

La siembra se realizó con sembradora de siembra directa Agrometal de 13 surcos a una distancia de 0.525 m entre surcos, en dos fechas diferentes; la primera (FS1) entre el 01/11 y el 12/11/2005 y segunda (FS2) entre el 13/12 y el 21/12/2005.

La densidad de siembra en soja de primera fue de: 16,5 semillas por metro de surco para AX3901; 24 semillas en DM 4400 y 13 semillas en DM 4800 y para soja de segunda:

26 semillas por metro de surco para AX 3901; 28 semillas en DM 4400 y 23 semillas para DM 4800.

Las rotaciones fueron las siguientes: para soja de primera, maíz-soja y para soja de segunda fue trigo-soja.

Se realizaron controles sanitarios para mantener el cultivo libre de malezas, plagas y enfermedades.

Mediciones realizadas

Del clima:

- Registros pluviométricos mensuales (mm), durante el ciclo del cultivo, y para la serie 1993-2004.
- Temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales (° C), durante el ciclo del cultivo.

Del cultivo:

A madurez de cosecha (R8) se recolectaron 10 muestras de 1.92 m de surco (1m^2) sobre las que se realizaron las siguientes evaluaciones:

- ❖ Número de plantas por m^2
- ❖ Número de frutos por planta.
- ❖ Peso de frutos por m^2
- ❖ Número de semillas por fruto
- ❖ Peso 100 semillas
- ❖ Número de semillas por m^2
- ❖ Rendimiento (kg ha^{-1}) a partir de los componentes anteriores.

Los datos se analizaron estadísticamente con el programa INFOSTAT (Balzarini *et al.*, 2008) y las medias comparadas con el test de Duncan (5 %).

Condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo

En la figura 1 se presentan las precipitaciones medias mensuales para el ciclo del cultivo y el promedio de las mismas durante los últimos 12 años en el establecimiento donde se realizó el estudio.

Como podemos observar en la figura 1 las lluvias ocurridas en la campaña 2005-06 están por debajo del promedio del establecimiento en los últimos 12 años, siendo, de 630 mm para la campaña 2005-06 y de 1110 mm para el promedio de los últimos 12 años. De esta manera se evidencia que para la FS 1° la misma estuvo un 65.7 % por debajo del promedio y para la FS 2° la misma fue un 17.1 % por encima del promedio. Así para el año en estudio las precipitaciones fueron menores en los meses de noviembre, enero, marzo y abril, y sólo en los meses de diciembre y febrero se registraron lluvias superiores al promedio registrado.

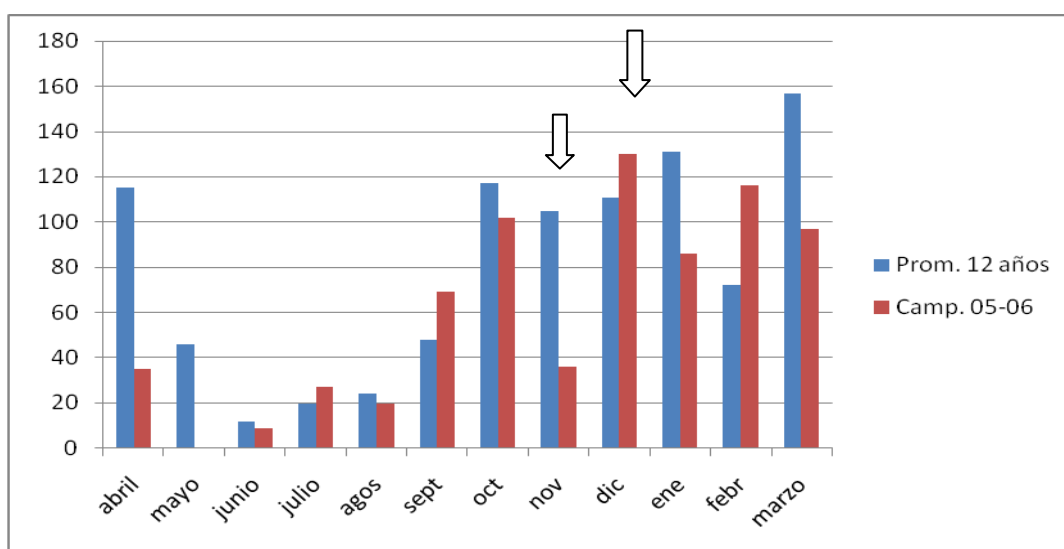


Figura 1. Distribución mensual de las precipitaciones en el barbecho previo a la siembra y durante el ciclo del cultivo. Las flechas indican las FS de 1° y 2° respectivamente.

En la Figura 2 podemos observar las temperaturas mínimas, máximas y medias mensuales durante la campaña el ciclo del cultivo de soja obtenidos de la Estación Meteorológica Automática (E.M.A.), Rufino, Santa Fe.

La curva de evolución de las temperaturas a lo largo del ciclo del cultivo presentó una similar tendencia al promedio para la zona (datos no mostrados). Los picos de temperatura máxima, mínima y media se registraron en el mes de enero.

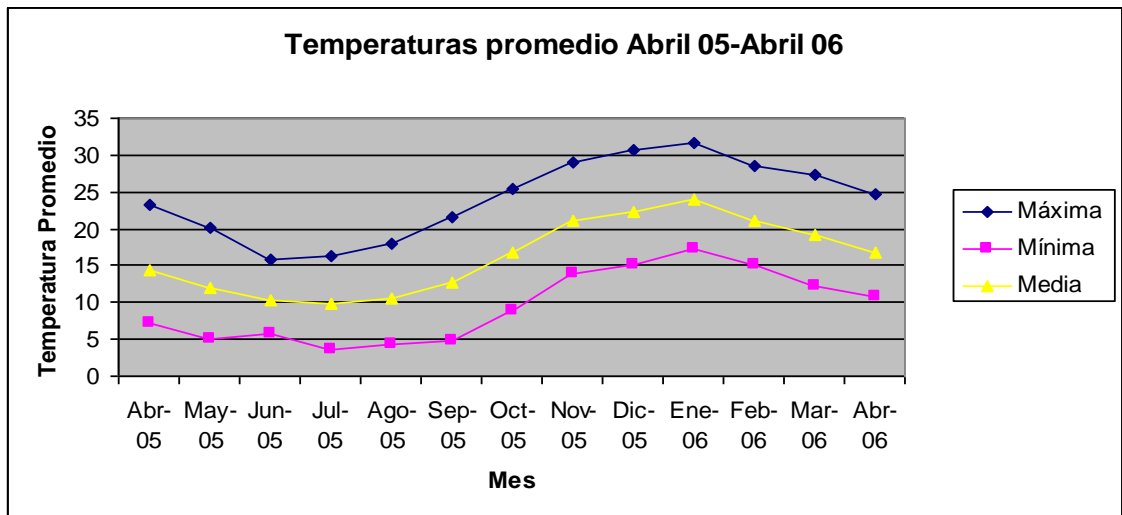


Figura 2. Temperaturas mínimas, medias y máximas mensuales en el barbecho previo a la siembra y durante el ciclo del cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. Número de plantas por m²

En la figura 3 se muestra el número de plantas por superficie para los GM y las FS. Esta variable presentó diferencias estadísticas significativas para los distintos GM ($p=0.0001$) y FS ($p=0.0001$). El GM intermedio (4.4) tuvo mayor densidad de plantas que los otros dos, por su parte entre ellos no difirieron estadísticamente. En las FS, la de 2° tuvo mayor número de plantas (15 % mayor).

Como se puede observar en el gráfico, las siembras de segunda presentan el mayor número de plantas. En tanto en las siembras tempranas o de primera el GM intermedio fue el que mayor número de plantas logro.

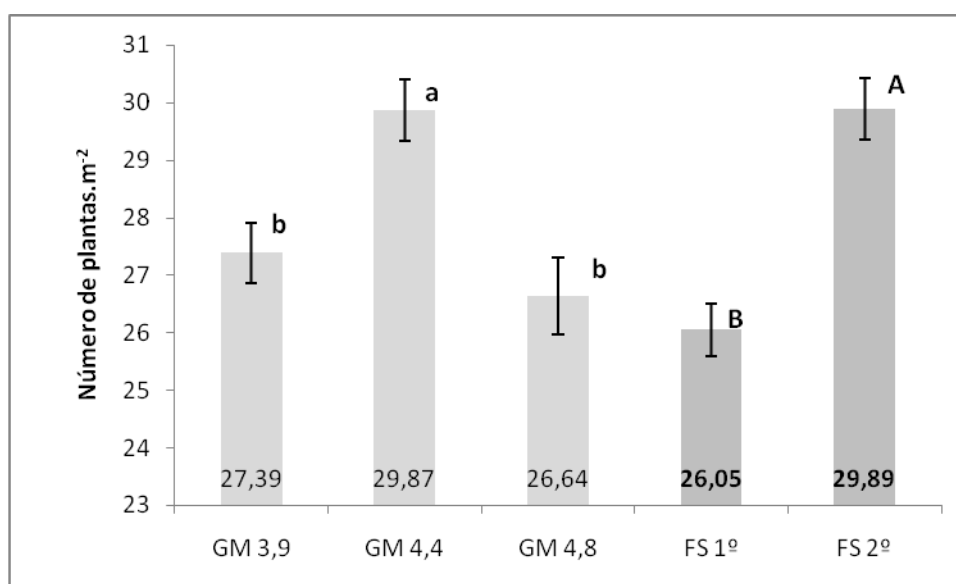


Figura 3. Número de plantas por m² para los distintos GM y FS de soja. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada factor (Duncan 5%).

Según Baigorri *et al.* (2005) la densidad de siembra es la práctica de manejo menos importante y depende de todas las decisiones previas y es la encargada de dar el ajuste final a la distribución espacial de plantas. Generalmente existe un rango muy amplio de densidades en las que el cultivo modifica mucho su arquitectura de planta (altura, número de nudos, largo de entrenudos, diámetro del tallo y de la raíz) y poco su rendimiento. Por esto, es muy probable no encontrar diferencias importantes de rendimiento en muchas situaciones (ambientales y de diferentes espacios entre surcos), con densidades entre 12 y 18 plantas por

metro lineal de surco a cosecha, cuando se cuenta con buenas distribuciones de plantas. El incremento de la densidad de siembra es más importante en FS muy tempranas o muy tardías y para los cultivares de ciclo más corto. La soja presenta una gran capacidad de compensación a la densidad de siembra a partir de grandes variaciones en atributos como el número de ramas, de nudos por planta y la cantidad de vainas por nudo.

Andrade y Sadras (2000) describe que el retraso en la fecha de siembra afecta la cobertura, el crecimiento, la fenología y el rendimiento de los cultivos. Las principales prácticas de manejo a ajustar en siembras tardías son densidad de plantas, espaciamiento entre hileras y elección de cultivares de ciclo apropiado. Como las siembras tardías producen plantas chicas, lo ideal sería aumentar la densidad de plantas y disminuir el espacio entre hileras para lograr una buena cobertura en etapas críticas como se observa en el manejo de el establecimiento donde se realizó el presente estudio.

2. Número de frutos por planta

El número de frutos por planta para los diferentes GM y las FS se observa en la figura 4. Esta variable presentó una probabilidad estadística del $p=0.1785$, para los distintos CV. El GM más corto (GM 3.9) tuvo menor número de frutos por planta respecto del más largo (GM 4.8), a su vez ambos no difirieron estadísticamente del intermedio (GM 4.4) Por su parte la FS tuvo diferencia estadística altamente significativa ($p=0.0001$), la fecha temprana tuvo mayor cantidad de frutos por planta que la tardía.

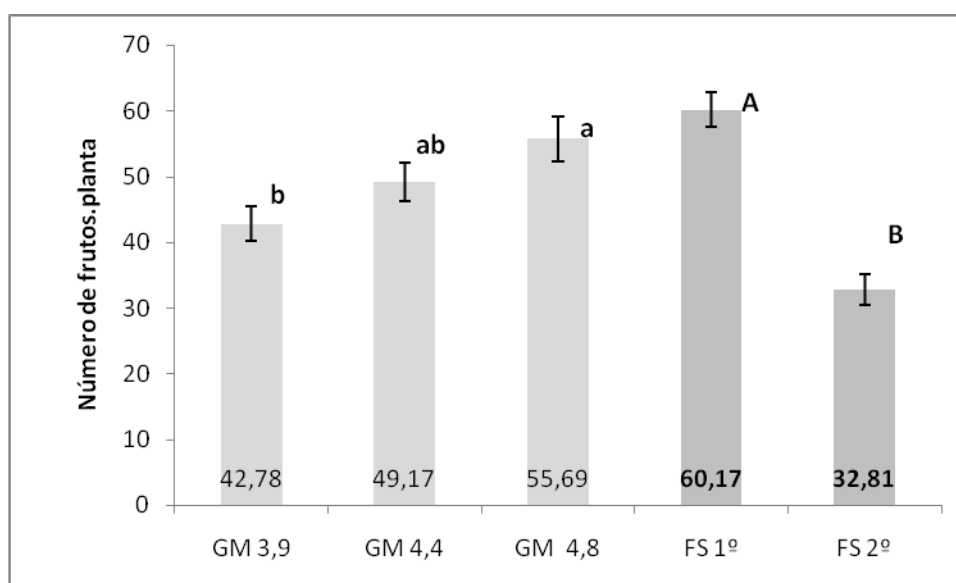


Figura 4. Número de frutos por planta para los distintos GM y FS. Para cada factor, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Duncan 5%).

El número de vainas por planta es el resultado de los fenómenos de generación y mortandad de los frutos. La generación incluye la iniciación de primordios florales, su posterior desarrollo y crecimiento hasta su transformación en estructuras florales maduras, la fecundación y el cuaje. La soja produce muchos más primordios florales de los que puede fijar, las flores están agrupadas en racimos axiales, que pueden tener entre 2 a 35 flores pero menos del 50% llegan a producir frutos, aun bajo condiciones ambientales favorables (Kantolic *et al.*, 2003).

Según Toledo (2003) en la etapa R4 comienza el periodo crítico del cultivo, cualquier deficiencia en humedad de suelo, nutrientes, luz, defoliación por orugas, enfermedades foliares, ataque de chinches, etc., entre esta etapa y R6 repercutirá en el rendimiento. El período entre R4,5 y R5,5 es el más crítico ya que ha finalizado la floración y las vainas y semillas más jóvenes son más propensas a abortar en condiciones de estrés.

La reducción del rendimiento se debe principalmente a la caída en el número de vainas por planta, si bien bajo condiciones favorables para el cultivo luego de R5,5, el peso de los granos puede compensar en parte la caída del rendimiento ocurrida durante el período crítico, esta compensación está limitada genéticamente. El ritmo de envejecimiento de la planta entre R1 y R5,5 influirá directamente en la capacidad del cultivo de compensar cualquier situación de estrés.

Kantolic *et al.* (2003) indican que la disminución del flujo diario de asimilados desde las hojas hacia los órganos reproductivos es una de las principales causas de mortandad de flores y frutos jóvenes.

Ritchie *et al.* (1985) sostienen que si las densidades de siembra son adecuadas, el rendimiento (peso total de semillas), puede ser dividido en tres componentes: número total de vainas producido por planta, número de semillas producidas por vaina y el peso de cada semilla (tamaño de semilla). El incremento o la reducción del rendimiento, puede ser descrito cómo el incremento o la reducción de uno o más de éstos tres componentes.

Los incrementos de rendimiento, generalmente resultan de aumentos en el número total de vainas por planta, especialmente los grandes incrementos de rendimiento. Los límites superiores de número de semillas por vaina y de tamaño de semilla, están determinados genéticamente; no obstante estos dos componentes pueden fluctuar lo suficiente cómo para producir aumentos considerables de rendimiento.

Condiciones estresantes, tales cómo alta temperatura ó deficiencia de humedad reducen el rendimiento debido a la reducción de uno ó más de los componentes. Reducciones de uno de los componentes, pueden ser compensadas por otro de los componentes y en

consecuencia el rendimiento no tendría reducciones significativas. El componente de rendimiento que es reducido ó incrementado, depende del estado R en el que se encuentra la planta cuando ocurre el estrés. A medida que la planta progresa del estado R1 al R5.5, decrece su capacidad de compensar después de la ocurrencia de una condición estresante y se incrementa el grado potencial de reducción de rendimiento.

A medida que las vainas y semillas maduran, las mismas son menos propensas a abortar. Como resultado, el número total de vainas por planta y el número de semillas por vaina, son gradualmente fijados con la madurez de la soja.

3. Peso de los frutos por m²

En la figura 5 se muestra el peso de los frutos por superficie para los distintos GM y las FS. Esta variable no presentó diferencias estadísticamente significativa para los distintos GM ($p=0.1818$) al igual que la FS ($p=0.3486$).

Si bien no hubo diferencias estadísticas se observa una tendencia, a medida que aumenta el GM aumenta el peso de los frutos; por su parte a medida que retrasamos la siembra el peso disminuye.

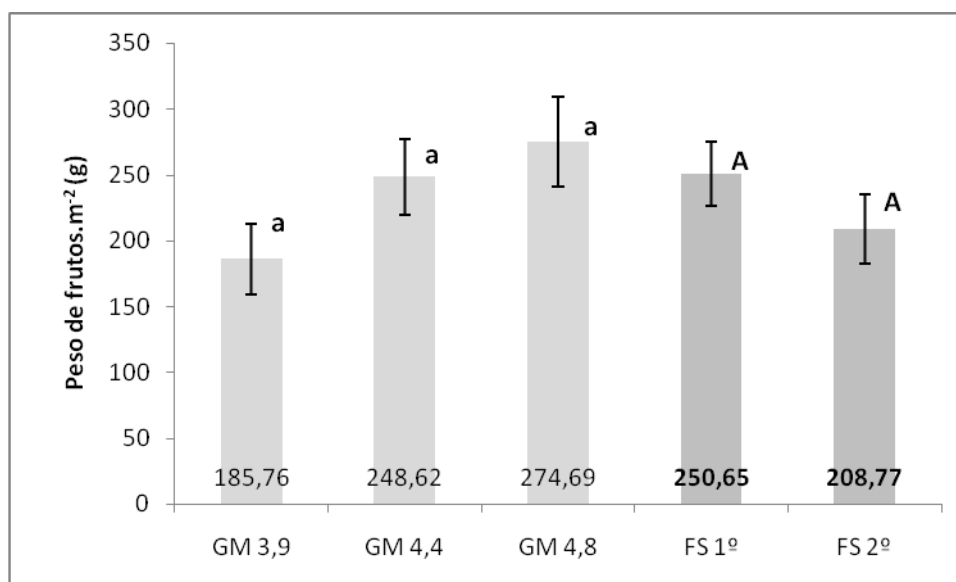


Figura 5. Peso de los frutos por superficie (m²) para los distintos GM y FS. Para cada factor, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Duncan 5%).

Según Andrade y Sadras (2000) las siembras tardías resultan en menores tiempos hasta floración; altas tasas de crecimiento durante la etapa vegetativa; baja tasa de

crecimiento durante la etapa reproductiva; menor duración del periodo de llenado de granos y plantas más chicas. Todo esto, debido al atraso en la fecha de siembra que desplaza el periodo reproductivo del cultivo hacia momentos de menor radiación y temperatura, por lo que el potencial de rendimiento en grano disminuye, debido a reducciones en el número de granos fijados por unidad de superficie y en el peso individual del grano.

4. Número de semillas por fruto

En la figura 6 se muestra el número de semillas por fruto para los distintos GM y las FS. Esta variable no presentó diferencias estadísticas significativas para los dos factores bajo estudio, GM ($p=0.3186$) y FS ($p=0.1891$). Al igual que la variable anterior (peso de frutos por superficie) se observa una tendencia no estadística inversa a esa, a medida que aumentó el largo del grupo el número de semillas por fruto disminuyó y aumentó con el retraso de la fecha de siembra.

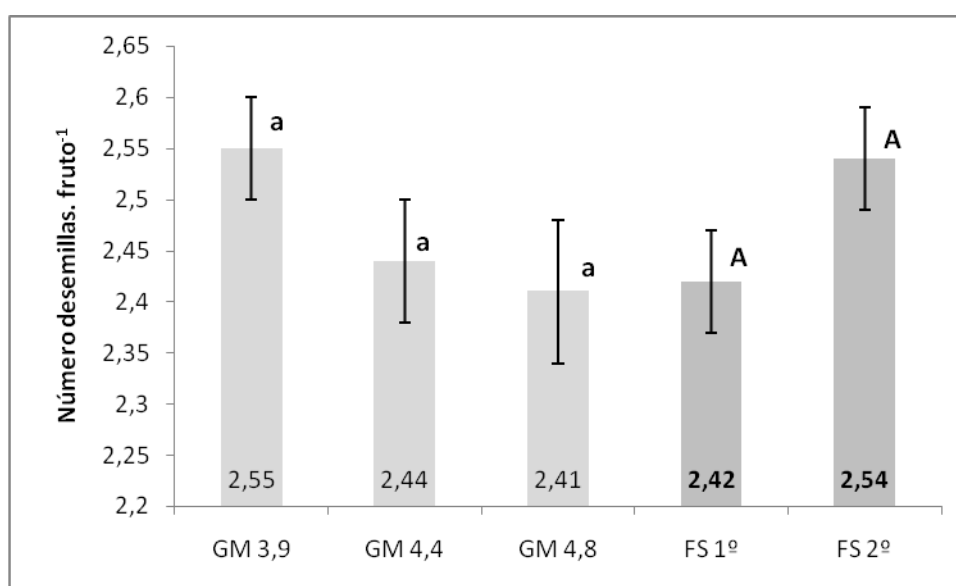


Figura 6. Número de semillas por fruto para los distintos GM y FS. Para cada factor, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Duncan 5%).

Antes ciertas condiciones estresantes para el cultivo, uno o más de los granos de una vaina o fruto pueden abortar antes de ingresar en su fase de llenado efectivo, modificando el número de granos logrado por vaina. Sin embargo, el número de granos por vaina es mucho más estable que los demás subcomponentes del número de granos ante variaciones ambientales (Kantolic *et al.*, 2003).

5. Peso 100 semillas

En la figura 7 se muestra el peso de las 100 semillas para los distintos GM y las FS. Esta variable no presentó diferencias estadísticas significativas para los distintos GM ($p=0.7227$), pero si hubo diferencias estadísticas para las FS ($p=0.0038$). En el gráfico podemos observar que el peso fluctuó entre 15,9 g y 17,2 g para los distintos GM, encontrando que el peso más bajo se obtuvo en el GM corto e intermedio y el peso más alto se obtuvo en el GM largo y en las FS, el mayor peso se obtuvo en la FS de 1° con 17,2 g y en la FS de 2° con 15,3 g.

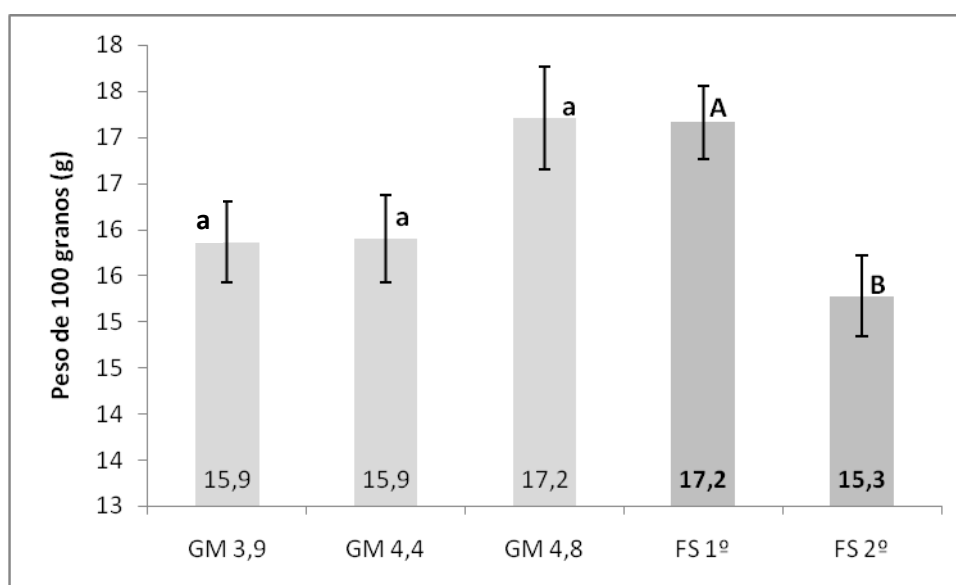


Figura 7. Peso de las 100 semillas (g) para los distintos GM y FS. Para cada factor, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Duncan 5%).

Según Andrade y Sadras (2000) el peso de las semillas se define en el período de llenado de granos. La dinámica de acumulación de materia seca en el grano es afectada por la disponibilidad de asimilados, que afecta la tasa y puede afectar la duración del período de llenado y también por la capacidad fotosintética del cultivo.

Kantolic *et al.*, (2003) indican que el peso de los granos comienza a aumentar sostenidamente alrededor de 10 días luego de la fecundación, cuando la vaina ha alcanzado su máxima longitud. A nivel de cultivo, los granos aumentan su peso desde antes de R5 hasta madurez fisiológica. A medida que se acumula materia seca en el grano el porcentaje de agua disminuye a una tasa constante hasta alcanzar un 60 % cuando se alcanzó el 90 % del tamaño de la semilla. La tasa de crecimiento del grano es sensible a cambios en los factores ambientales y se maximiza cuando la temperatura se encuentra alrededor de los 23,5 C,

mientras que los fotoperíodos largos tienden a reducir el ritmo con el que crecen los granos. Gran parte de las variaciones ambientales en el tamaño de la semilla se asocian a cambios en la duración del período efectivo de llenado. Por ejemplo, las disminuciones en el peso de los granos causadas por deficiencias hídricas o nitrogenadas están frecuentemente asociadas a un acortamiento del período de llenado.

El peso final del grano puede describirse como una función de su tasa de crecimiento y de la duración del periodo de llenado. Ambos atributos están gobernados genéticamente y varían de acuerdo a las condiciones ambientales. Dichas tasas pueden variar entre 8 a 10 mg por semilla por día en genotipos de semillas grandes y 4 mg por semilla por día en genotipos de semillas chicas.

El peso de los granos de soja puede variar en un rango amplio, entre 80 y más de 400 mg. Dentro de las variedades de soja que se cultivan tradicionalmente y para la mayor parte de las condiciones, el peso individual de los granos suele variar entre 140 y 220 mg.

6. Numero de semillas por m²

El número de semillas por superficie para los distintos GM y las FS se observa en la figura 8. Esta variable no presentó diferencias estadísticas significativas para los distintos GM ($p=0.1673$), pero si hubo diferencias estadísticas significativas para las distintas FS ($p=0.0027$).

En el gráfico podemos apreciar que el número de semillas por superficie aumenta a medida que el GM es más largo, como ser, el menor valor lo tiene el GM 3.9 y el mayor valor el GM 4.8, y con un valor medio el GM intermedio. En las FS ocurre lo mismo, a mayor período de crecimiento y desarrollo, mayor número de semillas por superficie se obtiene (FS 1° vs FS 2°).

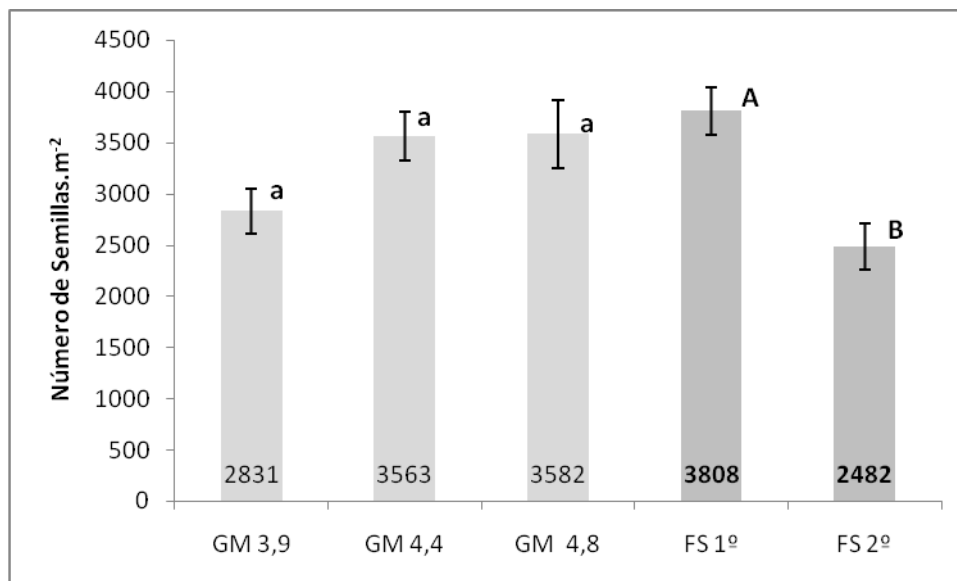


Figura 8. Número de semillas por superficie (m²) para los distintos GM y FS. Para cada factor, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Duncan 5%).

Según Andrade y Sadras (2000) el bajo número de granos fijados en siembras tardías está asociado con reducciones en la tasa de crecimiento del cultivo durante los períodos en los cuales dicho componente se determina y además, con un acortamiento de dichas etapas por fotoperíodos cortos. Las bajas tasas de crecimiento de los cultivos durante estas etapas son consecuencia, principalmente, de baja radiación incidente y de baja cobertura. La alta plasticidad en cobertura de la soja no se expresa en siembras tardías debido a que la aceleración del desarrollo le impide a la planta expresar su potencial de ramificación. Las reducciones de radiación incidente durante el período reproductivo ante atrasos en la fecha de siembra pueden afectar la tasa de llenado de granos. Por otro lado, las bajas temperaturas de fin de ciclo en siembras tardías reducen la tasa de llenado de granos. Por ésto, el atraso en la fecha de siembra también reduce el peso individual del grano a pesar de producir disminuciones en el número de granos por metro cuadrado.

Kantolic *et al.*, (2003) describe que existe una fuerte base experimental que demuestra que el número de granos del cultivo está limitado por la actividad de la fuente de fotoasimilados durante la etapa crítica (R1-R5/R6) y no por la cantidad de destinos que se generan. Los experimentos han permitido establecer que el número de granos está relacionado con la fotosíntesis del cultivo durante el período crítico. Así, condiciones que optimicen la tasa de crecimiento del cultivo durante el periodo crítico –que refleja en parte su ritmo fotosintético- tiende a maximizar el número de vainas y granos presentes en la madurez del cultivo. Se ha puesto en evidencia que el número de granos también puede incrementarse si aumenta la duración del período crítico.

Bajo un amplio rango de condiciones los dos componentes numéricos principales están inversamente relacionados. Esta relación inversa es bastante sólida cuando se analizan genotipos diferentes: cultivares con un alto peso de semillas tienden a tener menor número de granos. Sin embargo, las relaciones entre el número y el peso de granos frente a cambios en las condiciones ambientales no son directas.

El número de granos está claramente limitado por la disponibilidad de asimilados. El peso de los granos también está, en la mayoría de las situaciones, limitado por fuente. Por lo tanto, cuando ocurren variaciones en la fotosíntesis durante el período crítico para la definición del número de granos y éste es reducido, durante el posterior crecimiento de los granos puede aumentar la disponibilidad asimilados por unidad de semilla y consecuentemente, aumentará su ritmo de crecimiento y su peso final. Sin embargo, a medida que va siendo fijado el número de granos las restricciones en la fotosíntesis pueden comprometer la disponibilidad de asimilados por semilla reduciendo su tasa de crecimiento o la duración del llenado. Por lo tanto, las relaciones entre peso y número de grano dependen del momento y del grado de las limitaciones en la asimilación de carbono.

Las restricciones en la tasa de crecimiento durante la primera parte del período reproductivo pueden ser compensadas por un aumento en el peso de los granos. Como consecuencia el período R1-R3 no es generalmente crítico para el rendimiento. Limitaciones posteriores, principalmente durante la etapa R4-R6 tienen un efecto directo sobre el rendimiento al reducir el número de granos, sin permitir compensaciones a través de un mayor peso de los granos.

7. Rendimiento

En la figura 9 se muestra rendimiento para los distintos GM y las FS. Esta variable no presentó diferencias estadísticamente significativas para los distintos GM ($p=0,4760$), en tanto presentó diferencias significativas para las distintas FS ($p=0,05$).

El mayor rendimiento se obtuvo con el GM 4.4 (4153 kg ha^{-1}), el rendimiento medio con el GM 4.8 (3967 kg ha^{-1}) y el menor rendimiento con el GM 3.9 (3662 kg ha^{-1}); dando una diferencia entre los distintos GM de 491 kg ha^{-1} y que la FS de 1° es la que arroja el mayor rendimiento (4237 kg ha^{-1} vs 3350 kg ha^{-1}) con una diferencia de 887 kg ha^{-1} y una disminución de $19.7 \text{ kg ha}^{-1}.\text{día}^{-1}$ de atraso en la siembra, tomando como FS de 1° a la primera quincena del mes de noviembre y como FS de 2° a la segunda quincena del mes de diciembre, dicha diferencia es mayor a la que se evidencia en los distintos GM.

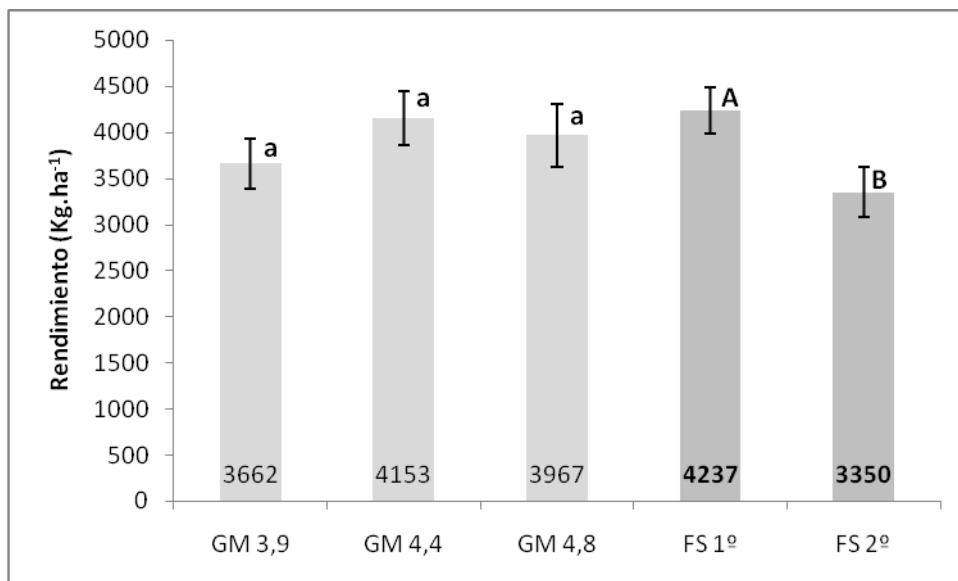


Figura 9. Rendimiento (kg ha⁻¹) para los distintos GM y FS. Para cada factor, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Duncan 5%).

Según Andrade y Sadras (2000) en zonas de clima templado, la radiación, la temperatura y el fotoperíodo varían marcadamente a lo largo del año. Estos factores tienen una fuerte influencia sobre el crecimiento y el desarrollo de los cultivos. Por esto, al variar la fecha de siembra en estas zonas, se modifican las condiciones ambientales a las que es expuesto el cultivo a lo largo de la estación de crecimiento, por lo que se afecta su rendimiento potencial.

Con el atraso en la siembra, el desarrollo se acelera por las mayores temperaturas que se registran durante las etapas vegetativas y por efectos fotoperiódicos en etapas reproductivas. El retraso de la siembra expone a las plantas a mayores temperaturas y más largos fotoperíodos durante las etapas vegetativas iniciales.

El retraso de la siembra desplaza el período reproductivo hacia momentos de menor radiación y temperatura. Por lo tanto, el potencial de rendimiento en grano generalmente disminuye en respuesta a dicho retraso. Los efectos negativos de atrasar la siembra son mayores cuanto mayor es la latitud debido a un más rápido deterioro de las condiciones ambientales a medida que avanza la estación.

Baigorri (2005) expresa que el rendimiento presenta una relación con la FS y que depende del cultivar (GM y HC) y el ambiente. En condiciones hídricas no limitantes y empleando diferentes combinaciones de cultivares y FS, según las características del ambiente, es posible incrementar el rendimiento en forma lineal con el adelanto de la FS, hasta la FS en la que ocurran heladas tardías que logren matar una cantidad variable de plantas. La fecha en la que ocurren éstas heladas dependen de dos parámetros fijos para cada

ambiente: latitud y altura sobre el nivel del mar y de otros sumamente variables en cada campaña, el régimen térmico e hídrico, la velocidad del viento y la humedad relativa. En las diferentes experiencias en las que se combinaron GM y FS de sur a norte del país, conducidas en ambientes con adecuada a buena disponibilidad hídrica, se lograron mayores rendimientos en FS del mes de octubre que en FS posteriores. En condiciones hídricas no limitantes, el GM de los cultivares con los que se alcanza el mayor rendimiento varía con la FS considerada, en FS de octubre con los cultivares del GM que funciona como ciclo largo, en las de noviembre con los de ciclo medio y en las de diciembre con los de ciclo corto. La pendiente del incremento de rendimiento al adelantar la FS varía entre 20 y 34 kg ha⁻¹ día⁻¹.

CONCLUSIONES

Los componentes directos del rendimiento, número de semillas por superficie y peso de 100 semillas fueron mayores en la FS de 1° y disminuyeron con el atraso de la fecha de siembra. Estas variables no se modificaron en los tres CV evaluados.

El número de plantas varió con los dos factores (CV y FS), aunque esta variable tiene poco efecto sobre el rendimiento final, evidenciando la plasticidad de éste cultivo a la densidad de plantas.

Se observó un efecto compensatorio en los componentes indirectos del rendimiento, el número de frutos por planta aumentó con el largo del CV y disminuyó con el atraso de la FS, por su parte en el número de semillas por frutos la respuesta fue inversa.

Bajo las condiciones de este estudio se acepta la hipótesis planteada, donde la fecha de siembra en el cultivo de soja tuvo mayor influencia sobre el rendimiento que la elección del cultivar.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE, F.H. 1998a. Posibilidades de expansión de la producción agrícola. *Interciencia*. 23: 218-226.
- ANDRADE, F.H. 1998b. Es posible satisfacer la creciente demanda de alimentos de la humanidad?. *Interciencia*. 23: 266-274.
- ANDRADE, F.H. y V.O. SADRAS. 2000. **Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja**. INTA-Universidad de Mar del Plata.
- AVERI, D. 1997. Saving the planet with higher Argentine farm yields. *Actas 5to. Congreso Nacional de Asociación Argentina de Siembra Directa*. Mar del Plata, Argentina. Agosto de 1997. p. 41-54.
- BAIGORRI, H. 2003. Desarrollo y crecimiento de cultivares de soja en función de la fecha de siembra y su importancia en la recomendación de manejo. En: www.inta.gov.ar/mjuarez/info/documentos/soja/desfs03res.htm. Consultado: 02/05/2006
- BAIGORRI, H. 2005. Criterios para la elección y el manejo de cultivares de soja en la región pampeana sur. En: <http://www.planetasoja.com.ar/index.php?sec=71&tra=3460&tit=3475>. Consultado: 26/10/2011
- BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., CASANOVES F., DI RIENZO J.A. y C..ROBLEDO. 2008. *Infostat. Manual del Usuario*, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina
- DESAB. 2006. Productos-soja. En: www.Desab.com.ar/ Consultado: 05/07/2006
- EGLI, D.B. 1998. **Seed biology and the yield of grain crops**. CAB Internacional, UK. p. 178.
- EVANS, L.T. 1997. **Adapting and improving crops: the endless task**. *Phil Trans R. Soc.Lond. B*. 354: 901-906.
- FAO. 2000. *FAO Yearbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Roma. Italia.
- GIORDA, L.M. y H. BAIGORRI. 1997. Elección de cultivares. En: GIORDA, L.M. y BAIGORRI (ed.). **El cultivo de la soja en la Argentina**. Editorial INTA. p. 105.

- KANTOLIC, A; GIMENEZ, P y E. de la FUENTE. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja. En: A.J. Pascale (ed.). **Producción de granos**. Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. p.165-202.
- ONI 2002. Historia de la soja.En: [www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santa _ fe/milenaria_vigencia.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santa_fe/milenaria_vigencia.htm). Consultado: 02/05/2006
- RAMSEUR, E.L.; WALLACE,S y V.L. QUINSBERRY. 1984. Distribution pattern of yield components in 'Braxton' soybeans. **Agron. J.** 76:493-497.
- RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.y G. BENSON. 1985. Como se desarrolla una planta de soja. Universidad de Iowa. Traducido por Baigorri, H.E.J.
- RUSSEL, W.A. 1986. Contribution of breeding to maize improvement in the United States, 1920s-1980s. **Iowa State J. Res.** 61: 5-34.
- SATORRE, E.H; BENECH ARNOLD, R.;SLAFER, G.;DE LA FUENTE,E.;MIRALLES, D;OTEGUI, M. y R. SAVIN. 2003a. Sobre la orientación y los alcances del libro.En: A.J. PASCALE (ed.). **Producción de granos**. Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. p. 1.
- . SATORRE, E.H; BENECH ARNOLD, R.;SLAFER, G.;DE LA FUENTE,E.;MIRALLES, D;OTEGUI, M. y R. SAVIN 2003b. Sistema de protección de los cultivos de grano. En: A.J. PASCALE (ed.). **Producción de granos**. Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. p. 685.
- SINCLAIR, T.R; S. KITANI; J. BRUNIARD and T. HORIE. 1991. Soybean flowering date: linear and logistic models based on temperature and photoperiod. **Crop Sci.** 31: 786-798.
- SOLBRIG, O.T. 1999. Observaciones sobre tecnología y desarrollo agrícola. **Actas 7º Congreso Nacional de Asociación Argentina de Siembra Directa. Mar del Plata**, Argentina. Agosto de 1999. pp.41-51.
- SUMMERFIELD, R.J.; R.J. LAWN; A. QI; R.H. ELLIS; E.H. ROBERTS; P.M. CHAY; J.B. BROWER; J.L. ROSE; S. SHANMUGASUNDARAM; S.J. YEATES y S. SANDOVER. 1993. Towards a reliable prediction of time to flowering in six annual crops. II. Soyabean (*Glicine max L. Merill*). **Exp. Agric.** 29: 253-289.

TOLEDO, R. 2003. Fases de desarrollo del cultivo de soja. En:
http://agro.uncor.edu/~ceryol/documentos/soja/feno_soja.pdf. Consultado:
26/10/2011