

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Proyecto

***“INTERCEPCIÓN DE LA RADIACIÓN Y RENDIMIENTO DE SOJA
SEMBRADA A DOS DISTANCIAS ENTRE HILERAS EN FECHA
TARDÍA”***

GIAGANTE, Hugo Daniel
36.187.481

Director: Giayetto, Oscar

Río Cuarto – Córdoba

Mayo de 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final:

***“INTERCEPCIÓN DE LA RADIACIÓN Y RENDIMIENTO DE SOJA
SEMBRADA A DOS DISTANCIAS ENTRE HILERAS EN FECHA
TARDÍA”.***

Autor: GIAGANTE, Hugo Daniel (DNI: 36.187.481)

Director: Giayetto, Oscar

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Héctor Roque Pagliaricci

Fabrizio Salusso

Oscar Giayetto

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

Les agradezco a mis padres Hugo y Mary por mandarme a estudiar y su apoyo incondicional en todo momento, por la ayuda durante todo el transcurso de estudio, tanto en lo sentimental como en la práctica poniéndose a mi disposición en todo momento y por la mantención.

A mis abuelos Lorenzo, Nelly, Dino e Irene y hermanos Juan y Martin quienes me apoyaron siempre en todo.

A mi novia Valentina y su familia, amigos y familiares por aguantarme y estimularme continuamente.

A mi director de tesis Ing Agr. MSc. Oscar Giayetto, por dejarme hacer la tesis con él, brindarme su tiempo, conocimientos, paciencia, enseñanza y preocupación por el trabajo.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto y a sus docentes por brindarme los estudios necesarios para formarme en lo que me gusta.

ÍNDICE DE TEXTO

	Página
Índice de texto	iv
Índice de cuadros	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Summary	ix
Introducción	1
Antecedentes	2
Hipótesis	5
Objetivo	5
Materiales y métodos	6
Caracterización de la región del estudio	6
Características del estudio experimental	7
Observaciones y mediciones realizadas durante el estudio	7
Del clima	7
Del cultivo	7
Procesamiento y análisis estadístico de los datos	9
Resultados y discusión	10
Del clima	10
Precipitaciones	10
Radiación fotosintéticamente activa	10
Temperaturas	11
Del cultivo	12
Crecimiento del cultivo	12
Altura de la planta	12
Número de ramas por planta	13
Biomasa aérea	14
Tasa de crecimiento del cultivo	15
Intercepción y eficiencia de uso de la RFA	15
Componentes del rendimiento	17
Número de frutos por superficie, por planta y su distribución en tallo principal y ramas	17

Número de semillas por superficie y por fruto en tallo principal y ramas	18
Peso de cien semillas en tallo principal y ramas	18
Rendimiento de semillas por superficie, sobre tallo principal y ramas	19
Conclusiones	21
Bibliografía	22
Anexos	25

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Altura de la planta en diferentes estadios fenológicos de la soja	13
Cuadro 2: Número de ramas por planta en diferentes estadios fenológicos de la soja	14
Cuadro 3: Tasa de crecimiento del cultivo (TCC $\text{g/m}^2/\text{día}$) durante el período crítico	15
Cuadro 4: Número de frutos por superficie, por planta, y su distribución en tallo principal (TP) y ramas (R)	17
Cuadro 5: Número de semillas por superficie y por fruto en tallo principal (TP) y ramas (R)	18
Cuadro 6: Peso de cien semillas en tallo principal (TP) y ramas (R)	19

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Precipitaciones (pp) decádicas registradas durante la estación de crecimiento de soja, ciclo 2014/15, y valores promedio de la década 2005-2014	10
Figura 2: Valores decádicos acumulados de RFA incidente durante la estación de crecimiento de la soja, en el ciclo 2014/15	11
Figura 3: Promedios decádicos de las temperaturas mínimas, máximas y medias durante la estación de crecimiento (2014/15) y los respectivos promedios de la década 2005-2014.	12
Figura 4: Dinámica de la biomasa aérea producida por el cultivo en cada tratamiento en función de los días después de siembra (DDS)	14
Figura 5: Dinámica de la intercepción de RFA incidente (%) de cada tratamiento en función de los días después de siembra (DDS)	16
Figura 6: Biomasa aérea acumulada en función de la RFA acumulada para los tratamientos 0,70 m (línea punteada) y 0,35 m (línea llena) en el ciclo 2014/15. Las pendientes de las líneas de ajuste expresan la EUR de cada tratamiento	16
Figura 7: Rendimiento de semillas (g/m^2), sobre tallo principal (TP), ramas (R) y total para los tratamientos evaluados. Letras distintas entre columnas indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p < 0,05$)	20

RESUMEN

En la Pampa húmeda el cultivo de soja (*Glycine max*) se ha expandido notoriamente, sin embargo aún existe una brecha entre el rendimiento potencial y el promedio obtenido en siembras de segunda. Una alternativa para reducirla, es modificar la estructura del cultivo, cambiando la distancia entre hileras (DEH), para facilitar que el mismo alcance el índice de área foliar crítico (IAFc) antes del período crítico (PC). Con ello, se interviene en la eficiencia de interceptación de la radiación y se permite una mayor tasa de crecimiento del cultivo (TCC). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de distintas DEH en un cultivar grupo de madurez (GM) IV sembrado en diciembre sobre el porcentaje de intercepción de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) en los períodos críticos (R4-R6,5 y R5-R7), el rendimiento y sus componentes. En la campaña 2014/15, se sembró la variedad Don Mario 4712 en dos DEH (0,35 y 0,70 m) con la misma cantidad de plantas por metro lineal (14 pl/m lineal de surco). Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de ramas por planta, biomasa aérea, TCC, intercepción de la RFA y eficiencia del uso de la radiación (EUR), número de frutos (por m², por planta, y su distribución en tallo principal y ramas), número de semillas (por m² y por fruto en tallo principal y ramas), peso de cien semillas (en tallo principal y ramas), y rendimiento de semillas (por m² y en tallo principal y ramas). El mayor número de ramas y vainas por planta fue observado en el mayor distanciamiento (0,70 m). El número de granos/m² fue mayor en la DEH de 0,35 m. El rendimiento también fue mayor con la menor DEH, al igual que la altura y la TCC; también este tratamiento interceptó el 100% de la radiación antes del inicio del PC. El peso individual y el número de semillas por fruto no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. Para las condiciones de esta campaña, la soja sembrada en hileras a 0,35 m anticipó la intercepción de la RFA en 20 días logrando el IAFc a los 50 días después de la siembra (DDS) con impacto positivo sobre el rendimiento en granos. Por su parte, la siembra a 0,70 m entre surco, aunque expresó la capacidad de compensación del cultivo, en los componentes número de ramas por plantas y frutos por rama, no alcanzó para equilibrar el rendimiento en granos que resultó significativamente inferior.

Palabras claves: *Glycine max*, distancia entre hileras, intercepción de radiación, área foliar crítico, componentes del rendimiento.

“INTERCEPTION OF RADIATION AND PERFORMANCE OF TWO SOYBEAN PLANTED IN ROW DISTANCE BETWEEN LATE DATE”

SUMMARY

In the humid Pampa the soybean (*Glycine max*) has expanded dramatically, however there is still a yield gap between the potential yield and these obtained in late plantings. An alternative to reduce it, is to change the crop structure, changing the distance between rows (DEH) to enable it reaches the critical leaf area index (IAFc) before the crop critical period (PC). Thus, intervening in the efficiency of radiation interception and higher crop growth rate (TCC) is allowed. The aim of this study was to evaluate the effect of different DEH in a cultivar (GM IV) sowed in December on the interception of photosynthetically active radiation (RFA) at critical periods (R4-R6,5 and R5-R7), the yield and its components. In the 2014/15 season, the variety Don Mario 4712 was seeded into two DEH (0.35 and 0.70 m) with the same number of plants (14 plants by linear meter). The variables evaluated were: plant height, number of branches per plant, biomass, TCC, interception of the RFA and efficiency of de use of radiation (EUR), number of fruits (per m², per plant, and distributed in main stem and branches), seed number (per m² and fruit on main stem and branches), weight of hundred seeds (in main stem and branches), and seed yield (per m² and main stem and branches). The largest number of branches and pods per plant was observed in the greater distance (0.70 m). The number of grains / m² was higher in DEH 0.35 m. The yield was also higher with lower DEH, like plant height and TCC. This treatment also intersected 100% of the radiation before the PC. Individual weight and number of seeds per fruit showed no significant differences between treatments. For the conditions of this season, soybeans planted in rows 0.35 m anticipated interception of RFA in 20 days, achieving the IAFc at 50 days after planting (DDS) with positive impact on grain yield. Meanwhile, planting 0.70 m between rows expressed the compensation capacity of the crop in the components like number of branches per plant and fruit per branch, but it was not enough to balance the grain yield and it was significantly lower.

Keywords: *Glycine max*, distance between rows, interception of radiation, critical foliar area, yield components.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de soja, se difundió en nuestro país con una DEH de 0,70 m, una densidad de alrededor de 350.000 plantas por hectárea y cultivares de ciclos largos. A través del tiempo, la incorporación de cultivares de ciclos intermedios y precoces (GM III y IV) de hábito de crecimiento indeterminado, llevaron a realizar siembras a DEH menores. Es así, que la reducción implicó espaciamientos a 0,50; 0,46 y 0,35 m conocidos como hileras estrechas e hileras ultra estrechas denominadas 0,26 y 0,175 m (Caivano, 2011).

Con frecuencia, la siembra de soja puede atrasarse respecto de su fecha óptima como consecuencia de factores climáticos y/o de manejo. Por lo tanto, se requiere disponer de información cada vez más precisa sobre el comportamiento de cultivares en distintas fechas de siembra (FS) para optimizar el manejo del cultivo. Atrasando la FS, las mayores temperaturas que imperan durante las fases iniciales del cultivo, aceleran el desarrollo y provocan un acortamiento de la etapa vegetativa disminuyendo el período para interceptar la radiación solar incidente, siendo frecuente observar, en estas situaciones, que no se alcance la cobertura plena del espacio entre línea del cultivo en PC de definición del rendimiento, siendo necesario ajustes de la DEH (Bianchi *et al.*, 2012).

La variación del espaciamiento entre hileras es una práctica de manejo que puede afectar el rendimiento de los cultivos. Un distanciamiento que permita una distribución más equidistante de las plantas produce un cierre más temprano del canopeo por lo que asegura alcanzar el IAFc durante el PC para la determinación del rendimiento. Asimismo, al distribuirse más eficientemente el área foliar, debido a que hay una menor superposición de hojas dentro de la línea y mejor cobertura del espacio entre hileras, se mejora la cantidad de radiación interceptada, la TCC y, por ende, la producción de biomasa (Andrade y Sadras, 2002).

La biomasa total a cosecha de los cultivos resulta de la acumulación neta de CO₂ asimilado durante todo el ciclo de crecimiento. Debido a que esta asimilación resulta de la captura y absorción de energía solar (radiación) y dado que ésta se distribuye uniformemente sobre una superficie, los factores primarios que afectan la biomasa total son la radiación solar capturada y la eficiencia de utilización de esa energía para la fijación de CO₂. Para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de ésta debe ser absorbida por los tejidos fotosintéticos, siendo las hojas los principales órganos responsables de la intercepción de luz y la fotosíntesis. En los cultivos anuales el área foliar se desarrolla a partir de la semilla y al ser pequeña durante las etapas iniciales de crecimiento determina que gran parte de la radiación solar sea absorbida por la superficie del suelo, produciendo calor sensible. Algunas prácticas agronómicas como la fertilización al inicio del cultivo, altas densidades de siembra y un mejor

arreglo espacial de las plantas, son usadas para acelerar la cobertura del suelo e incrementar la interceptación temprana de luz en un cultivo. A medida que el área foliar se desarrolla, la radiación interceptada por las hojas se incrementa. En floración finaliza el desarrollo foliar de los cultivos de crecimiento determinado, o disminuye su tasa en aquellos de crecimiento indeterminado, siendo el objetivo de las prácticas culturales maximizar la fotosíntesis del cultivo interceptando prácticamente toda la radiación solar incidente, lo cual es importante para cultivos de grano, donde la mayor parte del peso de la semilla proviene de la fotosíntesis post floración (Gardner *et al.*, 1985).

ANTECEDENTES

No todos los cultivares de soja tienen la misma respuesta a la variación de la DEH, por lo general, los más precoces y con menor cantidad de ramificaciones son los que mayor respuesta presentan a la reducción de la DEH, dependiendo además del ambiente, el manejo y el material que se utilice en cada práctica. En un GM corto sembrado tarde, el acortamiento de la DEH de 1 a 0,25 m produjo una disminución del tiempo para interceptar el 95% de la RFA, y una reducción del IAFc, exhibiendo una TCC mayor durante el período vegetativo, lo que explicó un 33% de aumento del rendimiento. Se favoreció, además, el espacio entre plantas y una menor competencia por luz, agua y nutrientes. En FS óptima, GM largo y sin limitaciones hídricas, el estrechamiento entre hileras no produjo la misma respuesta ya que el cultivo tiene la capacidad de ramificar y cerrar el surco antes del PC de determinación del rendimiento interceptando el 95% de RFA (Andrade y Sadras, 2002).

En un estudio realizado en el INTA Pergamino no se hallaron diferencias significativas en el rendimiento por efecto del DEH. El análisis conjunto con otros experimentos permitió identificar una relación directa entre el ciclo de la variedad y la respuesta al acercamiento entre hileras, demostrando que con GM cortos en FS tardía sería posible incrementar los rendimientos reduciendo el espaciamiento más allá de 0,52 m entre hileras, debido a una mejor interceptación de la radiación entre los estadíos R4 y R6,5 (Caivano, 2011).

Otro experimento, realizado en el establecimiento “La Plegaria” (partido de Sarah, provincia de La Pampa), mostró que la reducción de la DEH permitió anticipar la interceptación máxima de la radiación. Sin embargo, como todos los tratamientos superaron el IAFc antes del período de definición del rendimiento y las condiciones hídricas durante la campaña no fueron limitantes, no hubo una ventaja en el rendimiento, sino al contrario generó una reducción del mismo debido a un mayor crecimiento en altura y sombreado que generó mayor incidencia de

enfermedades sobre todo de “Mancha Ojo de Rana” (*Cercospora sojina*), determinando muchas pérdidas en la región (Caivano, 2011).

En experimentos realizados en suelos de mediana productividad (INTA Oliveros) en campañas climáticamente distintas (2009/10 y 2010/11), la evaluación de cultivares de distintos GM y estructura del canopeo, mostró que con menores espaciamientos entre hileras en siembras tardías, se logra una mayor TCC por la mayor RFA interceptada, la que se relacionó positivamente con la cantidad total de materia seca en R5, mayor número de nudos fértiles y mayor número de vainas/nudo fértil, siendo estos parámetros responsables del incremento de rendimiento en granos. Sin embargo, el análisis de los factores que intervinieron en las dos campañas de ensayos, comprobó que bajo condiciones ambientales menos limitantes y GM largo, el impacto del distanciamiento entre líneas fue menor. En suelos con mayor capacidad productiva el efecto de la menor DEH podría tener menos importancia aún y, en algunos casos, consecuencias adversas derivadas de un excesivo crecimiento vegetativo, sombreado y vuelco (INTA, 2011).

En un experimento realizado por Calviño *et al.* (2003), se evaluó el crecimiento y rendimiento de soja en función de DEH y FS, con riego y sin riego. Se observó que en la combinación FS tardía, GM corto y sin riego se obtuvo mayor biomasa aérea por hectárea con las menores DEH, la que también estuvo correlacionada con el mayor rendimiento.

En otra experiencia, realizada en la localidad de Colón (provincia de Bs. As.) sobre el efecto de la reducción del espaciamiento entre hileras en soja, no mostró diferencia significativa en el rendimiento entre GM largos en siembras tempranas, aunque sí se vio una relación favorable entre GM cortos y FS tardía, debido a la menor duración de su ciclo y la menor radiación interceptada. Aplicar esta práctica de manejo permite anticipar el cierre del espacio entre hileras antes del PC de determinación del rendimiento, teniendo un impacto directo en una mayor intercepción de la RFA, la TCC y el rendimiento. Analizando la distribución de los frutos sobre el tallo principal y las ramificaciones detectaron que con las menores densidades y mayor DEH, la mayor cantidad de frutos se ubicaba en las ramificaciones, y la mayor cantidad de frutos y granos por superficie se encontraron con la menor DEH y mayor densidad (Ferraris *et al.*, 2003).

Egli y Zhen-wen (1991) realizaron experimentos variando el área foliar del cultivo de soja (reducciones del 30 al 63% de intercepción de la radiación), FS y DEH, con el objetivo de detectar variaciones en la TCC, el número de granos por metro cuadrado y el rendimiento, donde hallaron que el aumento de la TCC durante el PC estaba directamente relacionada con el rendimiento ya que tiende a maximizar el número de vainas y granos por metro cuadrado.

En el departamento Diamante (provincia de Entre Ríos), a medida que se atrasa la FS, la reducción de la DEH tiene efectos favorables sobre el rendimiento, especialmente en GM cortos debido a la importancia de lograr la interceptación del 95% de la radiación incidente antes del PC de determinación del rendimiento del cultivo. No se encontraron respuestas a partir de DEH menores a 0,42 m (Pautasso, 2011).

En el área experimental de la FCA-UNC, se determinó que el acortamiento de la DEH permite compensar en parte, y principalmente en GM cortos, la marcada caída en la eficiencia de interceptación de radiación por el cultivo antes de R4, mejorando la cobertura del suelo y la eficiencia de partición; siendo esta una adecuada práctica de manejo cuando se siembran materiales de ciclos cortos en FS inadecuadas (Toledo, 2008).

En las localidades de Balcarce, Tandil y Pergamino se condujeron 10 experimentos, donde se observaron respuestas al acercamiento de hileras en soja sembrada tarde y con baja densidad. La reducción de la DEH fue inversamente proporcional al porcentaje de radiación interceptada con hileras anchas en los momentos críticos para la determinación del rendimiento, y directamente proporcional al incremento de radiación interceptada en respuesta a dicha práctica (Andrade *et al.*, 2001).

En siembras de soja con menor DEH, se manifestó el mejor despliegue de las hojas dentro del canopeo, que permitió una mayor TCC y biomasa del cultivo en períodos reproductivos críticos y, en consecuencia, una mayor producción de granos (Board y Harville, 1996).

Aunque no todos los cultivares de soja responden igual al espaciamiento entre hileras, se vio que los más precoces y con menor cantidad de ramificaciones, tienen mayor respuesta a la reducción de la DEH. Ello, debido a que en condiciones limitantes del crecimiento del cultivo, esa reducción mejora el aprovechamiento de la radiación, el control de malezas y el rendimiento. Particularmente, modificando el número de granos por superficie, componente principal del rendimiento, pero no así el peso individual (Baigorri, 2004).

En San Salvador, (provincia de Entre Ríos), se realizaron dos ensayos en lotes comerciales de soja durante las campañas 2013/14 y 2014/15 para evaluar el efecto de la densidad. La reducción de ésta no deprimió los rendimientos en las FS tardías debido a la capacidad de compensación de la soja. Así, la mayor disponibilidad de recursos por planta modifica la cantidad de ramificaciones, el número de nudos en tallo principal y ramas, la fijación de vainas y granos y el peso de los granos, observándose la mayor capacidad de fijar estructuras reproductivas por planta a bajas densidades. En promedio, se lograron 138 granos por planta con

10 plantas/m² y 55 granos por planta con densidades mayores (entre 26 y 30 plantas/m²), sin afectar el peso de los granos (INTA EEA Concepción del Uruguay, 2015).

En un ensayo llevado a cabo en Paraná con los cultivares Don Mario 4800 RR y A 6401 RG se evaluó el rendimiento en función de la DEH (0,35; 0,52 y 0,70 m) y el número de plantas por superficie (200.000, 300.000 y 400.000 pl/ha), observándose una respuesta significativa en ambos cultivares en el aumento del rendimiento al disminuir la DEH, pero no se registraron diferencias importantes al variar las densidades (Melchiori y Peltzer, 2001).

La estación técnica de Don Mario semillas, realizó experiencias en la Zona Oeste Arenoso de la provincia de Córdoba (localidades de Las Acequias, Vicuña Mackenna y Río Cuarto) combinando DEH de 0,35 y 0,52 m, densidades desde 25 hasta 40 pl/m², y GM desde IV medio hasta V corto, durante las campañas 2013/14 y 2014/15. Evaluaron el efecto sobre el rendimiento y detectaron que hubo efecto significativo a favor del menor distanciamiento, y que éste no tuvo interacción con la densidad ni con la variedad. También tuvo efecto la variedad teniendo mayor productividad el cultivar DM 4913 respecto a DM 4612, y no se detectaron ventajas entre las diferentes densidades (Cannavó Labianca, 2016).

En síntesis, los antecedentes señalan que atrasar la siembra del cultivo de soja respecto a su fecha óptima, produce un aumento de la tasa de desarrollo y consecuentemente un acortamiento de su ciclo en respuesta a las condiciones de temperatura y fotoperíodo que la misma explora. Resultan, además, plantas más pequeñas (menor número de ramas y nudos, menor altura y biomasa acumulada) que demoran en alcanzar el IAFc, interceptan menor RFA y disminuyen el rendimiento. Una alternativa de manejo que se propone para hacer balancear esas restricciones es acortar la DEH, aumentar la densidad o ambas.

HIPÓTESIS

En siembras tardías de soja con GM cortos/intermedios, la reducción de la DEH le permite al cultivo alcanzar el IAFc antes del estadio R4 (inicio del PC), e interceptar mayor RFA que se expresa en un aumento del rendimiento en grano.

OBJETIVO

Evaluar, para las condiciones agroclimáticas de Melo (sur de Córdoba), la respuesta de un cultivar de soja del GM IV en siembra tardía a distintas DEH respecto a la interceptación de la RFA durante el PC, el crecimiento, los componentes directos (número y peso de granos) y el rendimiento en granos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de la región del estudio

El trabajo se llevó a cabo en un establecimiento ubicado a 2 km al este de la localidad de Melo, en el departamento Roque Sáenz Peña, provincia de Córdoba. Se destaca la Ruta Provincial N° 4 al oeste del predio como límite espacial del mismo.

Suelo:

La región está caracterizada fundamentalmente, por constituir una amplia zona de lomas muy aplanadas, con escurrimiento superficial lento y amplios sectores ligeramente deprimidos con escurrimiento superficial lento o muy lento. Estas dos unidades presentan inclusiones de sectores francamente deprimidos, bajos propiamente dichos, lagunas y charcas temporarias o semitemporarias, en las que el escurrimiento superficial es deficiente produciéndose el anegamiento e inundación de las mismas en épocas lluviosas. Por otro lado, presentan en algunos sectores intercalaciones de relictos medanosos, con escurrimiento rápido. La permeabilidad es moderada a rápida, pero en la mayor parte de los sectores la infiltración del agua en profundidad se ve impedida por la presencia de la capa freática alta, y en partes en superficie o muy cerca de ella. La presencia de sales solubles y alcalinidad sódica, es una consecuencia del mal drenaje y actúan negativamente sobre el mismo (INTA, 1987).

El tipo de suelo predominante responde a las características de un Haplustol típico, bien drenado, de textura superficial y subsuperficial franca arenosa, de 100 centímetros de profundidad, bien provisto de materia orgánica, cuya aptitud de uso corresponde a la clase III, lo que estaría indicando que son tierras arables o aptas para agricultura, con limitantes climáticas propias del régimen de precipitaciones donde está ubicado, siendo adecuadas para cultivos y pasturas (Cantero y Cholaky, 2002).

Clima:

La zona se caracteriza por ser de clima templado y responder a un régimen monzónico, donde las precipitaciones se concentran en el semestre cálido del año, oscilando en 800 mm/año como valor promedio histórico (entre 1961 y 1990). La ETR es de aproximadamente 733 mm/año y la ETP de 1034 mm/año. La fecha media de primera helada es el 16 de Mayo, mientras que la de última helada es el 13 de Septiembre, determinando un período libre de heladas de 233 días. Durante la temporada estival, se registran eventuales caídas de granizo (INTA, 1987). Los vientos preponderantes son del sector Norte, Nordeste y Sur, siendo agosto y los meses de primavera el período de mayor actividad eólica.

Características del estudio experimental

Los tratamientos evaluados fueron dos DEH (0,35 y 0,70 m) asignados a un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) con nueve repeticiones. La siembra de soja se realizó el 7 de diciembre del 2014 con la variedad Don Mario 4712 en un lote con rastrojo de soja del ciclo agrícola anterior libre de malezas. Se utilizó una sembradora Crucianelli de 14 líneas a 0,35 m, y 14 plantas por metro lineal de hilera. Para establecer el tratamiento a 0,70 m de DEH, se raleo una hilera por medio después de la emergencia del cultivo. De esta manera, el número de plantas por superficie fue de 40 y 20 individuos por metro cuadrado, respectivamente.

La parcela experimental tuvo un ancho variable según la DEH (4,9 y 9,8 m para cada uno de los espaciamientos entre hileras, respectivamente) y 20 m de largo. En ambos tratamientos se llevaron a cabo tareas de protección con el objetivo de mantener al cultivo libre de malezas, plagas y enfermedades.

Observaciones y mediciones realizadas durante el estudio

Del clima:

Se recuperaron datos diarios de las siguientes variables meteorológicas durante el ciclo del cultivo: *Precipitaciones* (mm) y *Temperatura* del aire (media, mínima y máxima) en abrigo meteorológico (°C), de la Estación Meteorológica ubicada en la ciudad de Laboulaye (provincia de Córdoba) a 22 km del ensayo experimental; y de *Radiación solar* (MJ/m²/día) de la Estación Meteorológica (UNRC) ubicada en la Zona Rural de Laboulaye a 16 km del ensayo.

Del cultivo:

Crecimiento y desarrollo del cultivo durante el ciclo:

-*Fenología:* se registraron las fechas de ocurrencia de las etapas de R1; R3; R4; R5; R6.5; R7 y R8 con el uso de la clave fenológica de soja (Fehr y Caviness, 1997).

-*Altura de la planta:* en los estadíos reproductivos R4; R5; R6,5 y R7 del cultivo se midió la altura de las plantas en las hileras centrales con una regla graduada (15 repeticiones por tratamiento), dejando la bordura en los extremos de la parcela.

-*Número de ramas por planta:* en los estadíos reproductivos R4; R5; R6,5 y R7 se tomaron muestras de plantas de las hileras centrales alejadas de los bordes de la parcela, recolectando todas las plantas que había en un metro cuadrado, con nueve repeticiones (2,85 m lineales para la DEH 0,35 m y 1,42 m para la DEH 0,70 m) por tratamiento. De cada muestra se seleccionaron al azar 10 plantas a las cuales se les contó el número de ramas.

-Biomasa aérea: en los estadíos reproductivos R4; R5; R6,5 y R7 se tomaron muestras de un metro cuadrado por tratamiento con nueve repeticiones (2,85 m lineal para 0,35 m DEH y 1,42 m para 0,70 m DEH) en las hileras centrales de la parcela. Se recuperó la biomasa aérea total y se registró su peso fresco en el campo, luego se sacó una alícuota que se llevó a gabinete para secarla en estufa de circulación de aire forzado a 80°C hasta peso constante. Finalmente, con ambos pesos (fresco y seco) se calculó el porcentaje de materia seca que se aplicó al peso fresco de la muestra original para obtener el peso total de materia seca de la misma.

-Tasa de crecimiento del cultivo: fue calculada con los datos de biomasa aérea y los días transcurridos entre los estadíos fenológicos en los que se realizaron las mediciones de materia seca.

-Intercepción y eficiencia del uso de RFA: la intercepción fue medida de manera indirecta, a través de la proyección de la sombra del canopeo sobre el suelo. Para ello, se colocaba una regla graduada en el suelo entre las hileras centrales (alejadas de los bordes de la parcela) y en posición perpendicular a la dirección de las mismas. Estas lecturas (15 por tratamiento) se realizaron al mediodía cuando el sol se encontraba en el cénit y en los estadíos R1; R3; R4; R5; R6,5 y R7. Luego, con los datos de cobertura obtenidos y los registros de RFA incidente se estimó la cantidad de RFA interceptada. La EUR se calculó como la relación entre la biomasa aérea acumulada y la RFA interceptada durante el ciclo del cultivo.

-Componentes del rendimiento y rendimiento en granos: en madurez de cosecha (R8) se tomaron muestras de un metro cuadrado por tratamiento con nueve repeticiones, cortando todas las plantas en 2,85 m lineales para la DEH 0,35 m y 1,42 m lineales para DEH 0,70 m de las hileras centrales alejadas de los bordes de la parcela. Posteriormente, en gabinete se realizaron las siguientes mediciones sobre esas muestras:

- ✓ Número de frutos por superficie y por planta (discriminados en tallo principal y ramificaciones).
- ✓ Número y peso de semillas por superficie y por planta (discriminados en tallo principal y ramificaciones)
- ✓ Peso de cien semillas, discriminado en tallo principal y ramas.

-Rendimiento en granos: fue calculado para cada tratamiento y repetición a partir de los componentes directos (número y peso de los granos) y ajustado a un contenido de humedad del grano de 13,5%.

Procesamiento y análisis estadístico de los datos:

Debido a la manera en que se configuraron los tratamientos, no resultó posible separar los efectos debidos a la DEH y al número de plantas por superficie y su posible interacción. No obstante, y sobre la base de los antecedentes relevados (Melchiori y Peltzer, 2001; INTA EEA Concepción del Uruguay, 2015 y Cannavó Labianca, 2016), es pertinente asumir un efecto principal debido a la DEH y otro implícito y de menor impacto correspondiente a las plantas por metro cuadrado.

Las variables evaluadas se sometieron a un ANAVA (análisis de la varianza) y los promedios se compararon mediante test de LSD Fisher ($\alpha= 0,05$), empleando el programa estadístico Infostat (2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del Clima:

- *Precipitaciones*

Las precipitaciones promedio 2005-2014 y de la campaña 2014/15 para los meses de diciembre a abril se observan en la figura 1. En diciembre y enero las lluvias fueron mayores a los datos promedio de la década 2005-2014 en 15 y 43 mm, respectivamente. Mientras que en febrero y marzo las precipitaciones fueron inferiores en 44 y 24 mm, respectivamente a los datos promedio de esas mismas décadas. En cuanto a abril las lluvias fueron superiores en 35 mm a la media cuyo valor es de 68 mm.

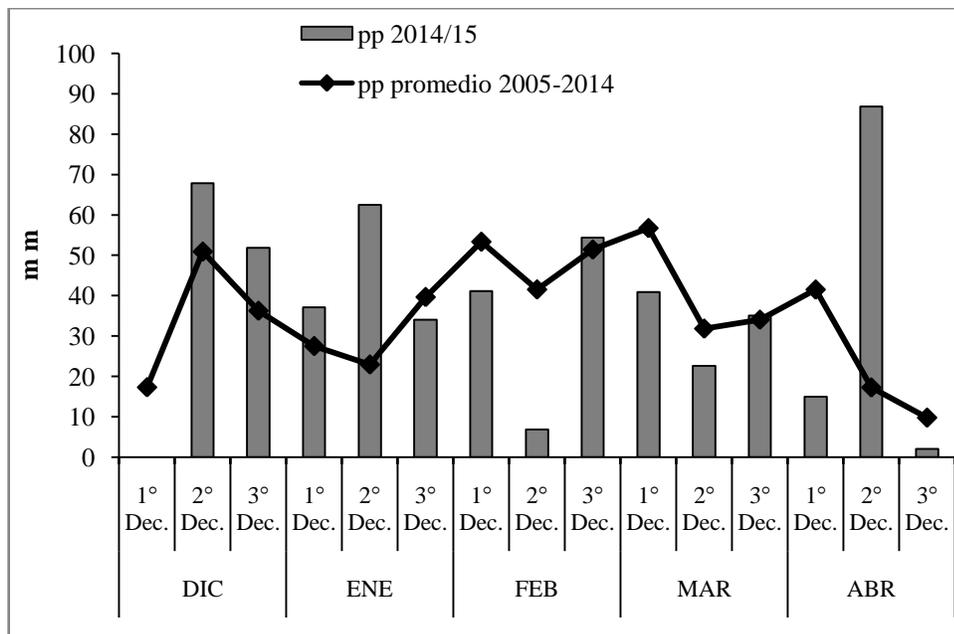


Figura 1: Precipitaciones (pp) decádicas registradas durante la estación de crecimiento de soja, ciclo 2014/15, y valores promedio de la década 2005-2014

En cuanto a las precipitaciones totales registradas para el ciclo de crecimiento de la soja, se contabilizaron 558 mm, siendo un 4,7% superior a los valores promedio 2005-2014. Además, la distribución decádica también fue similar a los valores promedio por lo que se puede considerar que fue un año sin déficits hídricos importantes.

- *Radiación fotosintéticamente activa*

En la figura 2 se observan los valores de RFA incidente acumulados por períodos decádicos durante el ciclo del cultivo para la campaña 2014/15. La mayor RFA se observó en los

meses de diciembre y enero, con tendencia a decaer en febrero, marzo y abril debido al acortamiento de las horas luz, a medida que se aproxima el otoño. Las variaciones entre décadas pueden adjudicarse a la nubosidad asociada a los días de lluvia. Desde siembra hasta R4 la RFA acumulada fue de 758 Mj/m^2 y de R4 hasta R8 497 Mj/m^2 (esto es, un 60 y 40 % del total 1255 Mj/m^2).

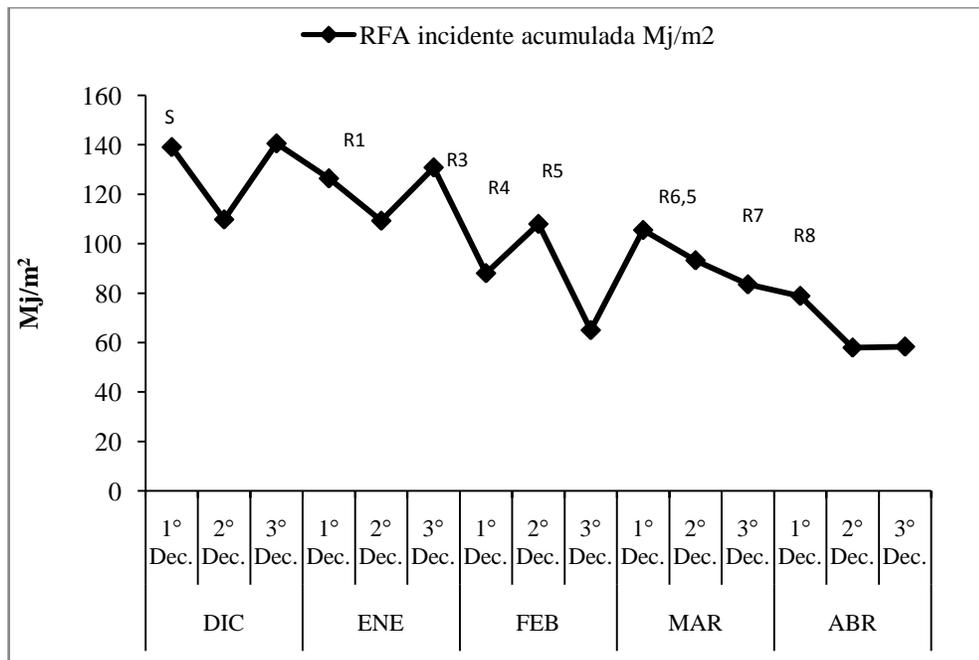


Figura 2: Valores decádicos acumulados de RFA incidente durante la estación de crecimiento de la soja, en el ciclo 2014/15

- *Temperatura*

Las temperaturas promedio (2005-2014) y de la campaña 2014/15, para los meses de diciembre a abril se observan en la figura 3. En general, las temperaturas durante la estación de crecimiento del cultivo fueron similares a las normales, salvo en el mes de marzo y abril donde se observó la mayor diferencia entre ambas, siendo superiores las de la campaña 2014/15 en 1,5 y 2 °C, respectivamente. Estas mayores temperaturas medias se debieron a que las temperaturas máximas y mínimas medias fueron también mayores a las promedio en dichos meses.

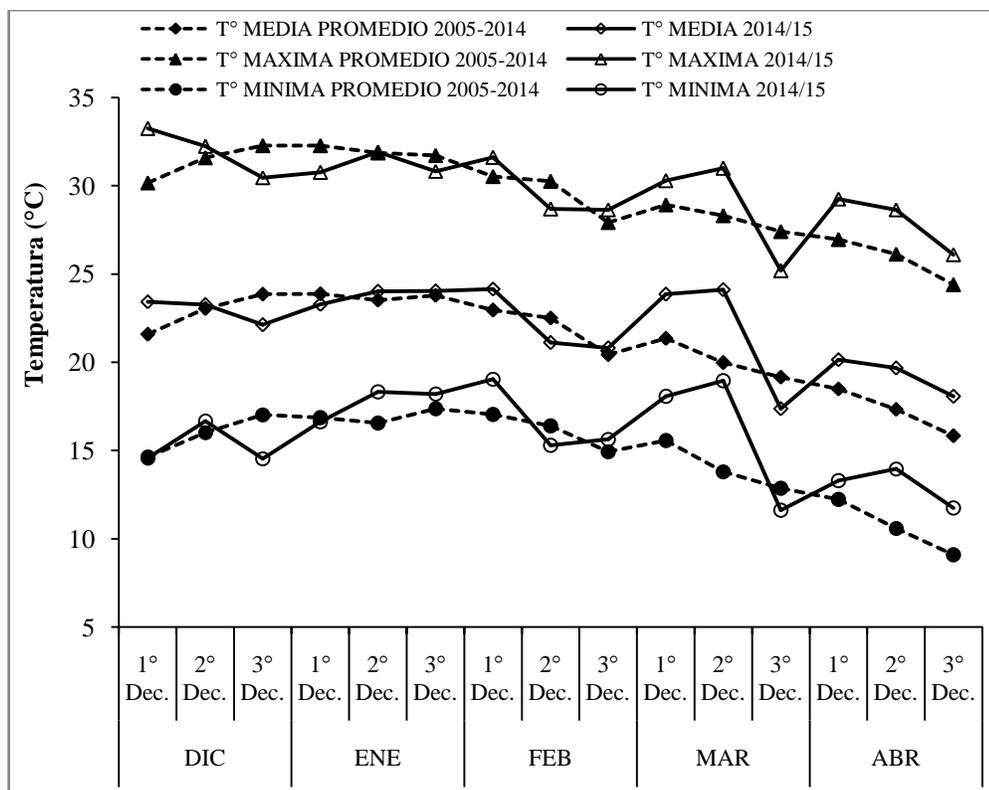


Figura 3: Promedios decádicos de las temperaturas mínimas, máximas y medias durante la estación de crecimiento (2014/15) y los respectivos promedios de la década 2005-2014

Del Cultivo

La forma en que se configuraron los tratamientos, ya indicada en el apartado “materiales y métodos”, no permitió separar los posibles efectos independientes debidos a la DEH, al número de plantas por superficie, y su posible interacción. No obstante, los antecedentes relevados (Melchiori y Peltzer, 2001; INTA EEA Concepción del Uruguay, 2015 y Cannavó Labianca, 2016), avalan la pertinencia de asumir un efecto principal debido a la DEH y otro implícito, pero de menor impacto, correspondiente al número de plantas por metro cuadrado. Ello, debido a la plasticidad fenotípica particular de este cultivo y expresada en cambios en los componentes vegetativos y reproductivos que se describen a continuación.

Crecimiento del Cultivo

- *Altura de la planta*

En el cuadro 1 se muestra la variación de la altura de planta en función de los diferentes tratamientos, encontrándose que los valores mayores se dieron en la DEH 0,35 m con diferencias

significativas en los estadíos R5; R6,5 y R7, respecto a la DEH de 0,70 m, debido probablemente al mayor efecto de competencia por luz entre las hileras más próximas. Estos resultados coinciden con los obtenidos por INTA (2011) y Caivano (2011) en que las menores DEH, en algunas situaciones de lotes de alta productividad y disponibilidad hídrica, tuvieron mayor crecimiento en altura; pero no concordaron en que esa mayor altura generaba sombreado y un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades y posterior vuelco del cultivo.

Cuadro 1: Altura de la planta en diferentes estadíos fenológicos de la soja

Tratamientos DEH (m)	Altura de planta (cm)			
	R4	R5	R6,5	R7
0,70	72,9 a	81,9 b	87,2 b	81,6 b
0,35	78,3 a	87,1 a	96,7 a	89,1 a
Valor de p	0,1121	0,0158	0,0001	0,0013
CV (%)	9,08	4,86	4,82	4,82

Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas según test LSD Fisher ($\alpha=0,05$)

- *Número de ramas por planta*

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el número de ramas por planta en todos los estadíos fenológicos evaluados a favor del tratamiento a 0,70 m (entre 4 y 5 ramas por planta); mientras que en la DEH de 0,35 m hubo sólo 2,7 ramas/planta (Cuadro 2). Esta respuesta se atribuye a la capacidad de este cultivo para modificar este carácter como una estrategia de compensación frente a distintas condiciones ambientales o de manejo. Así quedó demostrado en el INTA EEA Concepción del Uruguay (2015), donde las plantas del tratamiento con menor densidad no deprimieron su rendimiento ya que cubrieron el espacio entre hileras y generaron más estructuras reproductivas. Sin embargo, aún con la mayor cantidad de ramas por planta, el tratamiento a 0,70 m DEH no logró alcanzar el IAFc (es decir interceptar el 95% de la RFA incidente) antes del inicio del PC del cultivo, quizás debido a que se trató de una FS tardía y un GM corto (menor capacidad de ramificación), coincidiendo con lo analizado por Andrade y Sadras (2002) y Ferraris *et al.* (2003).

Cuadro 2: Número de ramas por planta en diferentes estadios fenológicos de la soja

Tratamientos	N° ramas/planta			
	R4	R5	R6,5	R7
0,70	4,2 a	5,0 a	4,9 a	4,5 a
0,35	2,4 b	2,7 b	2,7 b	2,7 b
Valor de p	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001
CV (%)	25,77	16,36	21,14	12,34

Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas según test LSD Fisher ($\alpha=0,05$)

- *Biomasa aérea*

En la medición realizada en el estadio R4 (65 DDS) no se encontró diferencia estadísticamente significativa en la biomasa aérea entre tratamientos. En R5 (71 DDS), sí hubo diferencia significativas ($p=0,0298$) a favor del tratamiento 0,35 m con 152 g/m^2 versus 125 g/m^2 en la DEH de 0,70 m. Esta brecha disminuyó en el estadio R6,5 (98 DDS) sin diferencia estadística que se produjo nuevamente en R7 (112 DDS) con diferencia ($p=0,070$) a favor de la menor DEH (Figura 4). Estos resultados son similares a los encontrados por Calviño *et al.* (2003) y en INTA Oliveros (2011), quienes determinaron que un cultivo con menor espaciamiento entre hileras, en siembra tardía y con GM corto, logra mayor biomasa aérea hasta R5.

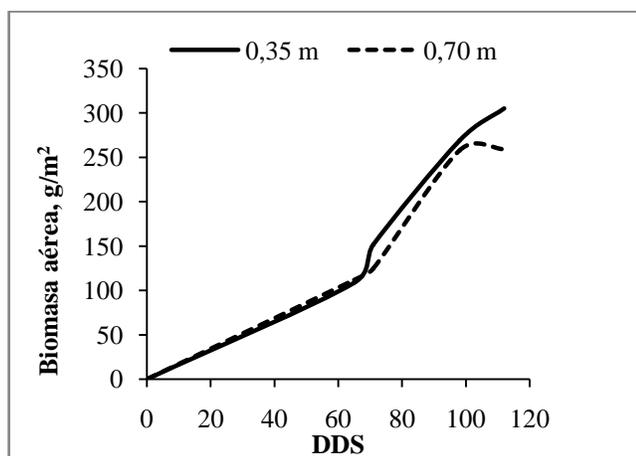


Figura 4: Dinámica de la biomasa aérea producida por el cultivo en cada tratamiento en función de los días después de siembra (DDS)

- *Tasa de crecimiento del cultivo*

La TCC promedio evaluada para las etapas reproductivas de definición del número (R4-R6,5) y peso de los granos (R5-R7), fue ligeramente mayor en la menor DEH (Cuadro 3).

Cuadro 3: Tasa de crecimiento del cultivo (TCC g/m²/día) durante el período crítico

Tratamientos DEH (m)	TCC g/m ² /día	
	R4-R6,5	R5-R7
0,70	4,43	3,28
0,35	4,85	3,75

En condiciones no limitantes, la TCC se relaciona estrechamente con la cantidad de RFA interceptada por el cultivo. Por lo tanto, lograr un rápido cierre del espacio entre hileras le permitió interceptar más RFA incidente, respuesta particularmente importante en una siembra tardía que modifica la tasa de desarrollo y la duración de las etapas fenológicas respecto a fechas tempranas. Así, es esperable que una menor DEH logre una mayor TCC que estará positivamente relacionada con la cantidad de materia seca aérea acumulada en R5 (ver figura 4) y un mayor número de órganos reproductivos por superficie (ver cuadro 5), coincidiendo con Egli y Zhen-wen (1991), Board y Harville (1996) e INTA (2011). Estos autores asociaron la mayor TCC a una mejor distribución de las hojas dentro del canopeo y, con ello, una mejor y anticipada interceptación de RFA incidente (ver figura 5).

- *Intercepción y eficiencia de uso de la RFA*

El acercamiento entre hileras permitió anticipar el cierre del canopeo en 15 días (Figura 5). Así, en el estadio R3 (56 DDS), el tratamiento a 0,35 m ya había alcanzado la máxima interceptación de la radiación; mientras que la siembra a 0,70 m en ese mismo momento interceptaba el 60,5%. Nueve días después, cuando el cultivo se encontraba en el inicio del PC de definición del número de granos (estadio R4), la DEH a 0,70 m aún no había alcanzado el IAFc, lográndolo recién a los 71 DDS, cuando comenzaba el llenado de granos (estadio R5). Esta práctica de manejo permite anticipar el cierre de espacio entre hileras antes del PC e impacta directamente sobre la cantidad de RFA interceptada y la TCC (ver cuadro 3), e indirectamente en el rendimiento en granos. Estos resultados coinciden con, Andrade *et al.* (2001), Andrade y Sadras (2002), Ferraris *et al.* (2003), Toledo (2008) y Pautasso (2011). Sin

embargo difiere de Caivano (2011) quien encontró que la reducción de la DEH no produjo efectos similares a los encontrados en este trabajo ya que, en las condiciones de su estudio, todos los tratamientos habían alcanzado el IAFc antes de R4.

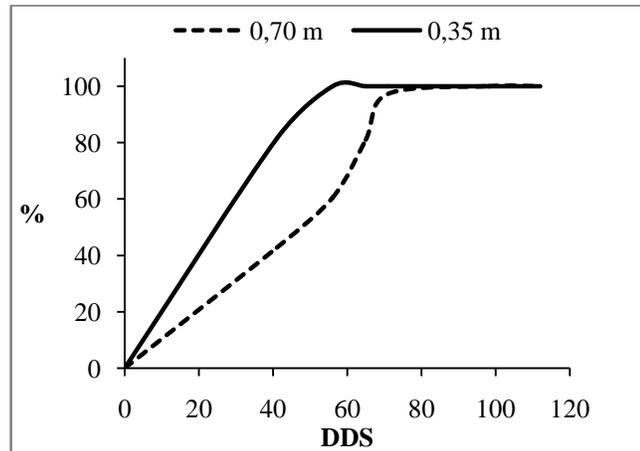


Figura 5: Dinámica de la intercepción de RFA incidente (%) de cada tratamiento en función de los días después de siembra (DDS)

En cuanto a la EUR se observó una pequeña diferencia entre los tratamientos a favor de la menor DEH (1,50 vs 1,37 g/Mj), como se puede apreciar en figura 6.

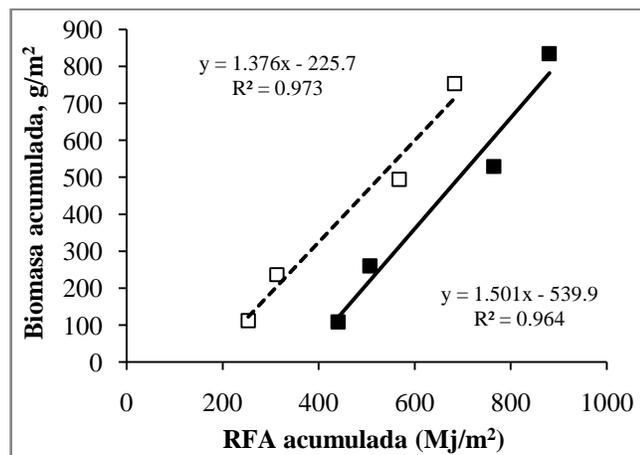


Figura 6: Biomasa aérea acumulada en función de la RFA acumulada para los tratamientos 0,70 m (línea punteada) y 0,35 m (línea llena) en el ciclo 2014/15. Las pendientes de las líneas de ajuste expresan la EUR de cada tratamiento

Dicha diferencia, a favor de la DEH a 0,35 m, pudo haberse debido a que este tratamiento en R4 ya había logrado interceptar la máxima RFA incidente, permitiéndole su

mayor acumulación (440 Mj/m²). Mientras que 0,70 m sólo se habían acumulado 253 Mj/m² en esa misma etapa, alcanzando la máxima intercepción recién en R5 (ver figura 5). Así, la menor DEH le permitió al cultivo transformar mayor energía lumínica en biomasa y favorecer la TCC como se señaló anteriormente (ver cuadro 3).

Componentes del rendimiento:

- *Número de frutos por superficie, por planta y su distribución en tallo principal y ramas*

El tratamiento a 0,35 m tuvo mayor número de frutos totales por m² (1388) con respecto al de 0,70 m (1105) como se observa en el cuadro 4. Esta diferencia significativa ($p= 0,0321$) se puede atribuir a que el menor distanciamiento entre hileras posibilitó un mejor aprovechamiento de la RFA incidente con efecto sobre la TCC durante el PC, ésta última directamente relacionada con el rendimiento como lo señalado por Egli y Zhen-wen (1991) y Ferraris *et al.* (2003).

Cuadro 4: Número de frutos por superficie, por planta, y su distribución en tallo principal (TP) y ramas (R)

Tratamientos DEH (m)	N° frutos en			
	m ²	Planta	TP	R
0,70	1105 b	53 a	23 a	30 a
0,35	1388 a	35 b	23 a	12 b
<i>Valor de p</i>	<i>0,0321</i>	<i><0,0001</i>	<i>0,3935</i>	<i><0,0001</i>
<i>CV (%)</i>	<i>20,54</i>	<i>18,80</i>	<i>16,86</i>	<i>29,96</i>

Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas según test LSD Fisher ($\alpha= 0,05$)

El análisis del número de frutos por planta (cuadro 4) mostró diferencias estadísticamente significativas a favor del mayor espaciamiento entre surcos ($p< 0,0001$) con más frutos totales/planta (53vs 35) y sobre las ramificaciones (30 vs 12), pero sin cambios en el tallo principal ($p= 0,3935$). Esta respuesta se debe al mecanismo de compensación del cultivo respecto al número de ramas (ver cuadro 2) según la presión de competencia que genera el espaciamiento entre hileras. Así, el mayor número de ramas por planta en la siembra a 0,70 m soporta la mayor cantidad de frutos totales por planta y sobre las ramas, y coincide con lo examinado por Ferraris *et al.* (2003) y en INTA EEA Concepción del Uruguay (2015).

La DEH también modificó la distribución relativa de los frutos en la planta. En el tratamiento a 0,70 m el 57% de los frutos se ubicaron en las ramificaciones y el 43% restante en el tallo principal. Contrariamente, el tratamiento a 0,35 m concentró el 66% de los frutos en el

tallo principal y el 34% restante en las ramas, mostrando diferencias significativas ($p = <0,0001$) entre ellos y coincidiendo con los resultados de Ferraris *et al.* (2003).

- *Número de semillas por superficie y por fruto en tallo principal y ramas*

La mayor cantidad de semillas por superficie se obtuvo en el menor espaciamiento entre hileras con 3209 vs 2518 semillas en el tratamiento a 0,70 m, encontrándose diferencia estadísticamente significativa (Cuadro 5). Este resultado, coincide con los de Egli y Zhen-wen (1991), Ferraris *et al.* (2003) y Toledo (2008), quienes hallaron que un acercamiento entre hileras mejora la cobertura del suelo en FS tardías con GM corto, permitiendo un aumento de la eficiencia de partición y logrando una mayor fijación de granos por superficie, principal componente del rendimiento.

Cuadro 5: Número de semillas por superficie y por fruto en tallo principal (TP) y ramas (R)

Tratamientos		N° semillas por	
DEH (m)	m ²	Fruto en TP	Fruto en R
0,70	2518 b	2,33 a	2,24 a
0,35	3209 a	2,39 a	2,16 a
<i>Valor de p</i>	<i>0,0011</i>	<i>0,3772</i>	<i>0,0618</i>
<i>CV (%)</i>	<i>20,66</i>	<i>5,95</i>	<i>4,05</i>

Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas según test LSD Fisher ($\alpha = 0,05$)

El número de semillas por fruto, analizado por separado en tallo principal y ramas, no se diferenció significativamente entre tratamientos, reforzando el conocimiento sobre la prevalencia del efecto genotípico en este carácter.

- *Peso de cien semillas en tallo principal y ramas*

En el cuadro 6, se presentan los datos del peso de cien semillas, discriminado en tallo principal y ramificaciones en respuesta a los tratamientos de DEH.

Cuadro 6: Peso de cien semillas en tallo principal (TP) y ramas (R)

Tratamientos DEH (m)	Peso de cien g/100 semillas	
	TP	R
0,70	17,42 a	16,49 a
0,35	17,64 a	15,88 a
<i>Valor de p</i>	<i>0,6187</i>	<i>0,1603</i>
<i>CV (%)</i>	<i>5,12</i>	<i>39,13</i>

Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas según test LSD Fisher ($\alpha=0,05$)

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el peso de las semillas de frutos ubicados sobre el tallo principal ni de aquéllos en las ramificaciones, concordando con lo analizado por Baigorri (2004).

Rendimiento de semillas por superficie, sobre tallo principal (TP) y ramas (R):

El rendimiento fue mayor con la disminución de la DEH, resultando en diferencias significativas a favor del tratamiento 0,35 m respecto a 0,70 m con 553 y 426 g/m², respectivamente (Figura 7). Estos resultados coinciden con lo encontrado por Melchiori y Peltzer (2001), Baigorri (2004) y Cannavó Labianca (2016). Siendo el factor que mejor explica la respuesta del rendimiento el número de granos por superficie (como se mostró en el Cuadro 5), y en menor medida el peso individual de los granos (Cuadro 6).

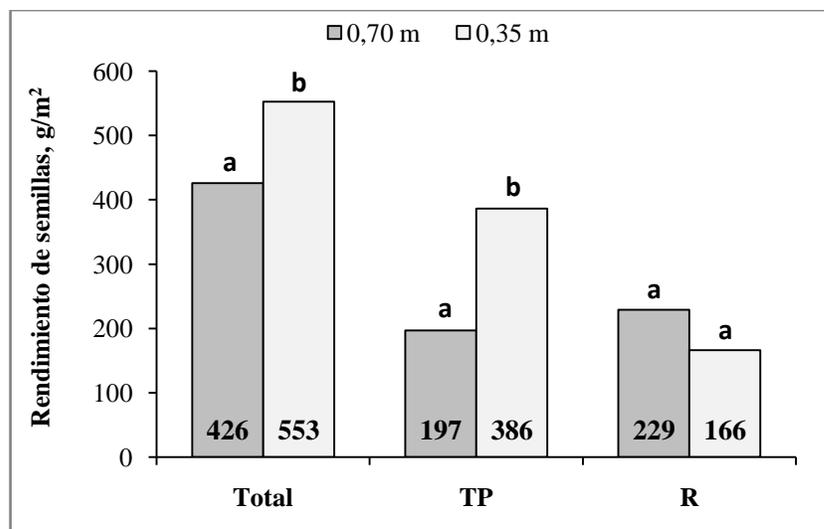


Figura 7: Rendimiento de semillas (g/m^2), sobre tallo principal (TP), ramas (R) y total para los tratamientos evaluados. Letras distintas entre columnas indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p < 0,05$)

El análisis de las contribuciones del tallo principal y las ramificaciones al rendimiento en semillas del cultivo, mostró una diferencia significativa entre tratamientos sólo en el primero de ellos y a favor de la menor DEH con 386 vs 197 g/m^2 (a $0,70$ m). Contrariamente, el aporte de las ramas al rendimiento fue mayor en la siembra a $0,70$ m con 229 vs 166 g/m^2 . Esta diferencia, aunque no significativa, se corresponde con la respuesta en el número de ramas por planta que se describió en el cuadro 2. Estos resultados reflejan nuevamente los cambios que experimenta este cultivo ante diferentes condiciones ambientales o de manejo (como en este caso) asociados a los mecanismos de compensación (vegetativa y reproductiva) propios de la especie y que también fueron comprobados por Ferraris *et al.* (2003) y en el INTA EEA Concepción del Uruguay (2015), teniendo las plantas más ramificaciones y más frutos por ramas.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo, realizado bajo las condiciones edáficas y climáticas de la zona rural de Melo (sur de la provincia de Córdoba) en el ciclo 2014/15, permitieron validar la hipótesis.

En la siembra tardía de un cultivar intermedio-corto la DEH a 0,35 m obtuvo la mayor altura de las plantas, interceptó mayor cantidad RFA incidente, que se relacionó positivamente con el aumento de la TCC y la biomasa aérea producida, favoreciendo la mayor fijación de granos por metro cuadrado (principal componente del rendimiento) y, por consiguiente, el mayor rendimiento.

Contrariamente, la siembra del mismo cultivar a 0,70 m de DEH produjo más ramas, biomasa y frutos por planta en respuesta a la menor presión de competencia; pero el número de granos por superficie y el rendimiento fueron menores.

Ambos patrones de respuesta reflejan la capacidad de compensación característica de este cultivo y expresada centralmente en el componente número de ramas por planta y frutos por rama.

Con respecto al número de semillas por fruto y el peso individual de las semillas no hubo diferencias entre tratamientos ya que son caracteres más influenciados por el genotipo.

En síntesis, los resultados obtenidos en este estudio corroboran la hipótesis planteada respecto al efecto positivo de acortar la DEH en siembras tardías o de segunda con cultivares de soja de GM corto/intermedio.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE, F.H; P.A. CALVIÑO; A. CIRILO y P. A. BARBIERI. 2001. Respuesta del maíz, el girasol y la soja al acortamiento de la distancia entre hileras. Congreso; VII Congreso Nacional de Maíz; 2001. Disponible en: http://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=cecilia&id=41680&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=649604. [Consultado: 6 de octubre de 2014].
- ANDRADE, F. H. y V. O. SADRAS. 2002. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Segunda edición. E.E.A. INTA Balcarce – Facultad de Ciencias Agrarias U.N.M.P. Capítulo 4 - Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. Páginas 97-135.
- BAIGORRI, H. 2004. Criterios generales para la elección y manejo de cultivares en el cono Sur. En Diaz Zorita, M y Duarte, G. A. (Ed). Manual Práctico para la Producción de Soja. Bs As. Hemisferio Sur. Pag 53-54.
- BIANCHI, J.; I.ROSBACO y G. TUTTOLOMONDO. 2012. ¿Es factible sembrar soja en fechas de siembra muy tardías? Facultad de Ciencias Agrarias UNR. Disponible en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/32/2AM32.html>. [Consultado: 27 de octubre de 2014].
- BOARD, J. E. y B. G. HARVILLE. 1996. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow-row, late-planted soybean. *Agron. J.* 88: 240-245.
- CAIVANO, J. P. 2011. Efectos de la distancia entre hileras, sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de soja. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efectos-distancia-entre-hileras-rendimiento.pdf>. [Consultado: 10 de agosto de 2014].
- CALVIÑO, P. A., V. O. SADRAS y F. H. ANDRADE. 2003. Development, growth and yield of late-sown soybean in the southern Pampas. *European Journal of Agronomy* 19: 265-275.
- CANNAVÓ LABIANCA, F. 2016. Estación técnica Don Mario Semillas, Zona Oeste Arenoso. Resultados de las campañas 2013/14 y 2014/15.
- CANTERO, A y C. CHOLAKY. 2002. Evaluación de tierras: Clasificaciones utilitarias. Apuntes teóricos de la asignatura Uso y Manejo de Suelos, de la carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Río Cuarto. FAyV. UNRC.
- DI RIENZO J.A., F. CASANOVES., M.G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA y C.W. ROBLEDO. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de

- Córdoba, Argentina. URL. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>. [Consultado: 20 de octubre de 2014].
- EGLI, D. B. y Y. ZHEN – WEN. 1991. Tasa de crecimiento de los cultivos y semillas por unidad de superficie en soja. Disponible en: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/31/2/CS0310020439?access=0&view=pdf>. [Consultado: 19 de Marzo de 2016].
- ESTACIÓN METEOROLÓGICA LABOULAYE.1957. Disponible en: <http://www.tutempo.net/clima/Laboulaye/875340.htm>. [Consultado: 9 de abril de 2016].
- ESTACIÓN METEOROLÓGICA (UNRC, pronóstico de inundación del sur de Córdoba) ubicada en la Zona Rural Laboulaye (Ea. Sr. ElsoIommi). 1999. Disponible en: <http://www.proin-unrc.com.ar/>. [Consultado: 9 de abril de 2016].
- FEHR, W.R. and CAVINESS.1997. Stages of soybean development. Special Report 80. Iowa State University, Ames.11 p.
- FERRARIS, G; L. COURETOT, Y N. GONZALES. 2003. Densidad de siembra y espaciamientos en Soja: efecto sobre los rendimientos y la estructura de la planta. Disponible en: <http://www.elsitioagricola.com/articulos/ferraris/Densidad%20de%20Siembra%20y%20Espaciamientos%20en%20Soja.asp>. [Consultado: 4 de octubre de 2014].
- GARDNER, F. P; R. BRENT PEARCE; R. L. MITCHEL. 1985. Carbon fixation by crop canopies. In: Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Pp. 31-57. Traducido por: J Chiesa, S.F. Luque y M.G. Cantarero. Cereales y Oleaginosas. (2000). En: http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/ecofisiologia/FIJACIN_DE_CARBONO_POR_LOS_CULTIVOS.pdf. [Consultado: 14 de agosto de 2014].
- INTA. 1987. Carta de suelo de la República Argentina. Hoja 3563-3, Laboulaye.
- INTA EEA OLIVEROS. 2011. Respuesta al espaciamiento entre hileras en soja. Intercepción de radiación y parámetros de crecimiento. En: <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-respuesta-espaciamiento-entre-hileras-en-soja.pdf>. [Consultado: 19 de agosto de 2014].
- INTA EEA Concepción del Uruguay. 2015. Efectos de la reducción de la densidad de siembra en soja. En: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_reduccion_de_la_densidad_de_siembra_en_soja.pdf. [Consultado: 20 de febrero de 2016].
- MELCHIORI, R. y H. PELTZER. 2001. Distanciamiento entre surcos, densidad de siembra y hábitos de crecimiento en siembra de soja de segunda. Actualización Técnica en Soja. Serie Extensión N° 21.

- PAUTASSO, J. M. 2011. Efecto del arreglo espacial en soja de segunda sobre el rendimiento. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-agricultura/soja/articulos/distancia-de-siembra-t3579/415-p0.htm>. [Consultado: 4 de octubre 2014].
- TOLEDO, R. 2008. El Cultivo de Soja. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/126298636/El-Cultivo-de-Soja>. [Consultado: 20 de marzo de 2016].

ANEXO



Fotografía 1: Vista del ensayo experimental en el estadio R1 (41 DDS). Tratamiento 0,35 m DEH (izquierda) con 81% y 0,70 m DEH (derecha) con 43% de intercepción de la RFA incidente



Fotografía 2: Vista del ensayo experimental en el estadio R3 (56 DDS). Tratamiento 0,35 m DEH (izquierda) con 100% y 0,70 m DEH (derecha) con 60% de intercepción de la RFA incidente



Fotografía 3: Vista del ensayo experimental en el estadio R4 (65 DDS). Tratamiento 0,35 m DEH (izquierda) con 100% y 0,70 m DEH (derecha) con 81% de intercepción de la RFA incidente



Fotografía 4: Vista del ensayo experimental en el estadio R5 (71 DDS). Tratamiento 0,35 m DEH (izquierda) con 100% y 0,70 m DEH (derecha) con 97% de intercepción de la RFA incidente



Fotografía 5: Plantas del ensayo experimental, estadio R6,5 (98 DDS), tratamiento 0,35 m (izquierda) mostrando su mayor altura y 0,70 m (derecha) su mayor cantidad de ramas y frutos por planta.