

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final presentado
para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

**EFFECTO PROTECTOR DE CORTINA DE MAÍZ SOBRE
LOS RENDIMIENTOS DE SOJA SEMBRADA A
DIFERENTES DISTANCIAS ENTRE HILERAS**

HEBER JOSE ENGEL

DNI: 30.990.247

Director: Ing. Agr. Elena M. Fernandez

Río Cuarto – Córdoba

Abril/2009

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

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: **EFEECTO PROTECTOR DE CORTINA DE MAÍZ
SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE SOJA SEMBRADA A DIFERENTES
DISTANCIAS ENTRE HILERAS**

Autor: Engel, Heber José

DNI: 30.990.247

Director: Elena M. Fernandez

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

Giyetto, Oscar _____

Gonzalez, Sergio _____

Grosso, Liliana _____

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____.

Secretario Académico

I. ÍNDICE DEL TEXTO

Página	
I.	Índice de Texto..... III
II.	Índice de Figura..... V
III	Índice de Cuadros..... VII
IV	Índice de Anexos..... VIII
V	Resumen..... IX
VI.	Summary..... X
1.	Introducción..... 1
2.	Hipótesis..... 6
3.	Objetivos Generales..... 6
4.	Objetivos Específicos..... 6
5.	Materiales y Métodos..... 7
	Observaciones y mediciones..... 9
6.	Resultados y discusiones..... 12
	En el Ambiente..... 12
	Viento..... 12
	Humedad del suelo y Precipitaciones..... 13
	En el cultivo..... 17
	»En el ciclo..... 17
	Número de plantas ha ⁻¹ a la siembra y cosecha..... 17
	Etapas fenológicas..... 18
	Altura de plantas..... 18
	Materia seca por órgano..... 20
	»Resultados a cosecha..... 24
	Altura de inserción de primer fruto..... 24
	Componentes del rendimiento..... 25
	Rendimiento..... 33
	Eficiencia en el uso del agua..... 35
	Análisis económico..... 35
7.	Conclusión..... 37

8.	Consideraciones finales.....	38
9.	Bibliografía citada.....	39
10.	Anexos.....	42

II. ÍNDICE DE FIGURAS

Página	
Figura 1: Actividades y controles sanitarios realizados durante el desarrollo del cultivo.....	9
Figura 2: Velocidad relativa del viento a distintas DDB y a dos alturas desde la superficie del suelo.....	12
Figura 3: Precipitaciones para la zona de influencia del Área Material Río Cuarto....	14
Figura 4: Precipitaciones durante el ciclo, ETR del cultivo y precipitaciones medias históricas.....	15
Figura 5: Contenido hídrico del suelo hasta 1 metro de profundidad a distintos DEH y estadios fenológicos.....	16
Figura 6: Contenido hídrico del suelo hasta 1 metro de profundidad a distintas DDB y testigos.....	16
Figura 7: Densidad de plantas a cosecha a diferentes DEH y DDB, incluyendo testigos.....	18
Figura 8: Altura aparente de plantas en diferentes estadios fenológicos y a distintas DEH.....	19
Figura 9: Altura aparente de plantas a distintas distancias desde la barrera de maíz y testigo.....	20
Figura 10: Peso seco de tallos en diferentes estadios fenológicos y a distintas distancias entre hileras (DEH)	20
Figura 11: Peso seco de tallos en distintos estadios fenológicos y a distintas distancias desde barrera de maíz y testigo	21
Figura 12: Peso seco de hojas a distintas DEH y en distintas etapas fenológicas.....	22
Figura 13: Peso seco de hojas a distintos estadios fenológicos y a diferentes DDB..	23
Figura 14: Peso seco de ramas a diferentes estadios fenológicos y a distintas distanciamiento entre hileras (DEH).....	23
Figura 15: Peso seco de ramas a distintos estadios fenológicos y a diferentes DDB..	24
Figura 16: Altura de inserción del primer fruto a distintos DEH y DDB.....	25
Figura 17: Ramificaciones por planta a distintas DEH y DDB.....	26
Figura 18: Nudos fértiles sobre tallo, ramas y nudos fértiles totales por planta a distintas DEH.....	27
Figura 19: Nudos fértiles por planta a 35 cm (A) y a 17.5 cm (B) DEH a distintas DDB	28
Figura 20: Número de frutos por planta, en rama, tallo y totales a distintas DEH.....	29
Figura 21: Biomasa de frutos a diferentes DEH , estados fenológicos y dds.....	30
Figura 22: Efecto de la DDB y testigo en el número de frutos en ramas, tallo y totales por planta.....	30

Figura 23: Efecto de la DDB y testigo en el peso seco de frutos por planta.....	31
Figura 24: Número de granos por fruto en tallo y rama, a distintas DEH.....	31
Figura 25: Número de granos por fruto sobre el tallo y rama a distintas DDB.....	32
Figura 26: Efecto del DEH en el número de granos por superficie.....	32
Figura 27: Efecto de la barrera de protección sobre el rendimiento del cultivo a distintas DEH.....	33
Figura 28: Rendimientos en kg ha-1 a distintos DEH.....	34

III. ÍNDICE DE CUADROS

Página	
	Cuadro 1: Detalle de la ubicación de las parcelas del ensayo..... 8
	Cuadro 2: Análisis de suelo correspondiente al área de ensayo..... 8
	Cuadro 3: Contenido de humedad del suelo a siembra..... 13
	Cuadro 4: Registro de precipitaciones mensuales y semanales durante el ciclo del cultivo..... 14
	Cuadro 5: Análisis económico según tratamiento en \$ ha ⁻¹ 36

IV. ÍNDICE DE ANEXOS

Página

Anexo 1: Detalle de cultivo de soja en estadio R3 entre fajas de protección de maíz	42
Anexo 2: Detalle de cultivo de soja a distintas DEH en estadio R7.....	42

V. Resumen

Un componente del ambiente climático en el sur de la provincia de Córdoba que puede condicionar la producción del cultivo de soja como la de los restantes cultivos realizados en la región, es el viento, que por sus características de velocidad, temperatura y humedad condicionan la necesidad evapotranspirativa y por las condiciones del ambiente general, baja retención hídrica del suelo, sería necesario poner en práctica algunas medidas para su control. El objetivo del trabajo fue evaluar la influencia del efecto protector de cortina de maíz en los rendimientos de soja a diferentes distancias entre hileras. El ensayo se realizó al oeste de la localidad de Suco-Córdoba. La siembra se realizó con un cultivar de grupo de madurez 4.9 (Tj 2049) el 01/12/06. Durante el ciclo del cultivo se evaluaron variables ambientales como porcentaje de agua útil, velocidad del viento y precipitaciones. Por otra parte, en el cultivo se evaluó materia seca por órgano en los estadios R3, R5 y R7, como así también altura de plantas y relación entre semillas sembradas y las plantas emergidas y a cosecha el rendimiento y sus componentes. El efecto de la barrera de protección de maíz arrojó diferencias no significativas en cuanto al rendimiento en granos a cosecha, independientemente del distanciamiento entre hileras (17.5 y 35 cm.) a los cuales fue sembrado el cultivo, atribuyéndose este resultado a la cantidad de precipitaciones – precipitaciones que duplicaron el requerimiento del cultivo- que se produjeron durante el ciclo, por lo cual la barrera de protección no modificó el rendimiento por el efecto de la reducción de la demanda evapotranspirativa. Por otra parte al tener en cuenta solo el distanciamiento entre hileras -tanto en el sector protegido por la barrera como en el sector no protegido- el distanciamiento menor presentó un mayor rendimiento, superando en un 24% al rendimiento obtenido en el cultivo sembrado al mayor distanciamiento entre hileras.

Palabras clave: *Glycine max*, producción de granos, velocidad del viento, barrera de protección, eficiencia en el uso del agua.

VI. Summary

A component of the climatic atmosphere in the south of the province of Córdoba that can condition the production of the culture of soybean like the one of the rest cultures made in the region, is the wind, that by their characteristics of speed, temperature and humidity conditions the evapotranspirative necessity and by the conditions of the general atmosphere, low hydric retention of the ground, would be necessary to put in practice some measures for its control. The objective of the work was to evaluate the influence of the protective effect of maize curtain in the yields of soybean to different distances between rows. The test was made to the west of the locality of Suco-Córdoba. Seedtime was made with cultivating of group of maturity 4,9 (Tj 2049) the 01/12/06. During the cycle of the culture environmental variables like percentage of useful water were evaluated, wind speed and precipitations. On the other hand, in the culture dry matter by organ in the R3 stages was evaluated, R5 and R7, as height of plants and relation between seeds thus also seeded and the emerged plants and to harvest the yield and its components. The effect of the protective obstacle of maize threw non significant differences as far as the grain yield to harvest, independently of the spacing between rows (17,5 and 35 cm.) to which was seeded the culture, attributing itself east result to the amount of precipitations - precipitations that duplicated the requirement of the culture which they took place during the cycle, thus the protective obstacle did not modify the yield by the effect of the reduction of the evapotranspirativa demand. On the other hand when considering single the spacing between rows - as much in the sector protected by the barrier as in the protected sector the smaller spacing did not present/display a greater yield, surpassing in a 24% to the yield obtained in the culture seeded to the greater spacing between rows.

Key word: *Glycine max*, grain production, wind speed, protect barrier, efficiency in the use of the water.

Introducción

Soja es el nombre común de la oleaginosa *Glycine max*, cuyo antecesor silvestre es *Glycine soja*, se caracteriza por ser una especie de la familia de las Fabaceas. El cultivo de soja se centraba fundamentalmente en el noroeste de China. Según la tradición fueron los monjes budistas quienes la introdujeron en el Japón en el siglo VII de nuestra era, donde muy pronto se convirtió en un cultivo popular. El comercio marino la popularizó en Oriente llevándola como un precioso cargamento entre sus mercaderías en sus viajes (Jaja, 2006).

La primera referencia europea que se tiene de la soja se remonta al siglo XVII, en esa época los misioneros introducen las primeras habas de soja para su cultivo, aunque parece que no tuvieron gran éxito. También los marinos holandeses y portugueses la llevaron como novedad. A principios del siglo XIX se empezó a cultivar en Estados Unidos. Sin embargo, en Europa y en Norteamérica, la soja no se empleó en la alimentación humana hasta bien entrado el siglo XX. La primera cosecha comercial de soja se realizó en 1929 para suministrar semillas para hacer salsa de soja. Desde esos inicios tempranos e insignificantes, la importancia de la soja ha sido bastante espectacular. En la actualidad es una fuente esencial y dominante de proteínas y aceites con una multitud de usos tanto en alimentos para personas como en piensos animales. También existen numerosas aplicaciones industriales para los diferentes componentes de esta importante y versátil semilla (Jaja, 2006).

El producto obtenido de la soja es el grano, cuyo principal destino es la industrialización para la elaboración de harinas y como subproducto la de aceites, de buena calidad nutricional, siendo este el de mayor producción mundial superando al de palma, colza y girasol. Otro producto derivado del proceso de industrialización es el pellets, el cual se utiliza como fuente de proteínas en alimentación animal (Álvarez y Mulin, 2004a).

En la Argentina la introducción de la especie se realizó en 1925, siendo recién en los años 80 el comienzo de la expansión sostenida del cultivo y en la década siguiente el crecimiento fue exponencial, pasando de 5 millones de hectáreas en la campaña 91/92 a una superficie ocupada con soja para la campaña 2003/2004 de 14.5 millones de ha, con una producción de 31.5 millones de tn y un rendimiento promedio de 22.1 qq ha⁻¹, superando levemente el promedio mundial. En la actualidad Argentina figura dentro de los cuatro países productores más importantes del mundo, junto con EE.UU., Brasil y China (SAGPyA, 2006).

El crecimiento sostenido desde 1996 hasta la actualidad, del área sembrada en Argentina, genera un incremento aproximado del 12 % anual de la superficie destinada a la producción de soja. La aparición en la última década de innovaciones en tecnologías de insumos y de procesos ha facilitado el crecimiento sostenido año tras año de la producción, no sólo desde la variable superficie sino también de los rendimientos por unidad de

superficie, que han dado un salto muy importante desde el comienzo de la expansión de la producción sojera.

Con respecto a lo anterior, la aparición de las variedades genéticamente modificadas -transgénicas RR- y la adopción de la técnica de siembra directa, pueden ser tomados como los motores hacia la expansión de la producción, ya que abrieron la posibilidad del desarrollo del cultivo en áreas anteriormente impensadas. Sumándosele a esto los mejores precios internacionales logrados en los últimos años.

El cultivo se desarrolla en suelos neutros o ligeramente ácidos, con un pH de 6 hasta la neutralidad se consiguen buenos rendimientos. Es especialmente sensible a los encharcamientos del terreno, por lo que en los suelos de textura arcillosa con tendencia a encharcarse no es recomendable realizarlo.

Los requerimientos de temperatura y horas de luz (fotoperíodo) son los factores que en mayor medida determinan el desarrollo del cultivo de soja y la formación del rendimiento.

Las temperaturas óptimas para el desarrollo de la soja están comprendidas entre los 20 y 30 °C, siendo las temperaturas próximas a 30 °C las ideales para su desarrollo (Infoagro, 2006). Las temperaturas bajo las cuales el proceso es más rápido varían entre los 26 y 34 °C diurnos y entre 22 y 30 °C nocturnos (Baigorri *et al.*, 2006). El crecimiento vegetativo de la soja es pequeño o casi nulo en presencia de temperaturas próximas o inferiores a 10° C, siendo nulo por debajo de los 4° C. Sin embargo, es capaz de resistir heladas de -2 a -4 °C sin morir la planta. Temperaturas superiores a los 40 °C provocan un efecto no deseado sobre la velocidad de crecimiento, causando daños en la floración y disminuyendo la capacidad de retención de legumbres (Infoagro, 2006).

La soja es una especie de días cortos con respuesta cuantitativa. Esto significa que cada cultivar tiene un fotoperíodo crítico, por debajo del cual el período emergencia-floración no ve incrementada su duración por efecto fotoperiódico. Fotoperíodos más largos que el crítico retrasan la floración. El control fotoperiódico en soja ocurre hasta prácticamente la madurez. Bajo fotoperíodos inductivos los procesos se hacen más lentos con temperaturas sub.-óptimas y supra-óptimas. Con días largos, la tasa (velocidad a la que se produce un fenómeno o proceso) de desarrollo de los órganos reproductivos se vuelve más lenta y las bajas temperaturas disminuyen el número de primordios reproductivos y su tasa de desarrollo, estimulándose el crecimiento vegetativo (Baigorri *et al.*, 2006).

Respecto a la humedad la soja necesita, durante su ciclo, al menos 300 mm de agua útil, que pueden ser en forma de riego cuando se trata de regadío, o bien en forma de lluvia en aquellas zonas templadas húmedas donde las precipitaciones son suficientes (Infoagro, 2006). Para la región sojera núcleo, las necesidades de agua del cultivo de soja de primera y segunda época de siembra varían de 450 a 650 mm y de 350 a 550 mm, respectivamente (Andriani. 2006).

La soja se caracteriza por ser una planta de porte erecto, de altura variable de entre 0,2 y 1,9 m de altura a la madurez (Álvarez y Mulin, 2004b). Melchiori (2008), observó que la altura del cultivo a cosecha no fue afectada por el DEH, en una experiencia con soja DM 4800 RR una variedad similar en cuanto a la morfología y duración de ciclo con la variedad utilizada en este trabajo, sembrada a 0,175; 0,35; 0,52 y 0,70 m y con una densidad de 200, 300 y 400 mil plantas por hectárea para las cuatro DEH.

La tasa de crecimiento del cultivo (TCC) es el índice más significativo para caracterizar el incremento del canopeo e indica la acumulación de materia seca por unidad de superficie de suelo y por unidad de tiempo. Mondito y Gómez (2006) al comparar la TCC en cada etapa fenológica, entre distintos distanciamientos entre línea de siembra (0,35, 0,52 y 0,7 m), comprobaron que el menor distanciamiento entre surcos siempre presentó la mejor producción de materia seca por unidad de superficie y por día registrándose diferencias significativas con relación a los otros distanciamientos. Ellos observaron que la acumulación de la materia seca total a lo largo del ciclo del cultivo presenta diferencias significativas entre los tratamientos, incrementándose la producción por unidad de superficie a medida que se acorta el espaciamiento entre surcos. Estos efectos sobre la materia seca debido a los menores distanciamientos fueron el resultado de un espaciamiento más equidistante entre cada planta y a una menor competencia entre ellas, principalmente por superficie y luz, a iguales densidades por unidad de superficie. Los máximos volúmenes de producción los registraron en R7 con un promedio de 10,5 - 11,9 y 14,6 tn ha^{-1} para los distanciamientos de 0,70; 0,52 y 0,35 m, respectivamente.

El fenómeno de cuadrangularidad permite que la relación de competencia intraespecífica se vea reducida. Durante su crecimiento, las plantas interactúan en la captura de los recursos del espacio aéreo, luz principalmente, o subterráneos como agua y nutrientes, pero también reciben y responden a señales del ambiente modificado por la densidad de plantas o su arreglo espacial (Kruk y Satorre, 2003). El resultado de una correcta cuadrangularidad, cuando contribuye al incremento en el rendimiento, es atribuido su efecto sobre la capacidad del cultivo de optimizar el uso de la radiación incidente, principalmente logrado por el menor tiempo a cierre de surco y al reducir las pérdidas de agua del suelo por evaporación.

Alessi y Power citados por Kruk y Satorre (2003) observaron que el acortamiento de la distancia entre hileras resultó negativo para el rendimiento en años secos, ya que el crecimiento del canopeo fue mayor, resultando en una mayor tasa de evapotranspiración durante el periodo vegetativo. Esto puede dar origen a otro factor importante que es el estrés hídrico, el cual reduce el número de estructuras reproductivas y modifica la tasa de desarrollo hasta antésis. La magnitud de este efecto varía con el momento, extensión e intensidad del estrés. La deficiencia de nutrientes, humedad u otras condiciones de estrés en

general alargan la duración de las etapas vegetativas y acortan la duración de las etapas reproductivas (Baigorri *et al.*, 2006).

El momento de ocurrencia de una deficiencia hídrica es importante, porque con una misma intensidad de deficiencia el efecto sobre el rendimiento en semilla será distinto según el estadio del cultivo. Para evaluar este efecto, según Andriani (2006) se puede dividir el ciclo del cultivo en tres períodos:

- Emergencia a Floración (E-R1): En este período deficiencias hídricas de mediana intensidad (40-50% de agua útil (A.U.) en el suelo) no producen reducciones en el rendimiento en semilla, si bien pueden disminuir el área foliar y la altura de la planta. Intensidades mayores (contenidos entre 20 y el 40 % de A.U.) podrían producir reducciones del rendimiento en semilla del orden del 10 %.

- Floración a comienzo del llenado de la semilla(R1-R5): Este período es más susceptible a deficiencias hídricas que el anterior, ya que intensidades medias pueden producir reducciones en el rendimiento en semilla del orden del 10% y deficiencias severas un 20% o más. La reducción del rendimiento se debe al aborto de flores y vainas que disminuyen el número final de estas últimas, siendo en parte compensado por el peso de las semillas, si cesa la deficiencia hídrica en la etapa siguiente

- Comienzo de llenado a fin de llenado de semilla (R5-R7): Es el período más crítico para el cultivo de soja, el estrés produce la reducción simultánea del número de vainas, del número de semillas por vaina y del peso de las semillas. Deficiencias hídricas severas pueden producir pérdidas de rendimiento muy importantes (40% o más).

Todas las variedades tienen un potencial de rendimiento máximo, que está genéticamente determinado. Este potencial genético se logra sólo cuando las condiciones ambientales son perfectas, pero tal condición de crecimiento perfecta no existe naturalmente. En una situación a campo, la naturaleza provee la mayor parte de la influencia ambiental sobre el desarrollo y rendimiento de la soja; no obstante, los productores de soja pueden manipular el ambiente con prácticas de manejo probadas (Ritchie *et al.*, 2006).

Con respecto a lo anterior, un componente del ambiente climático en el sur de la provincia de Córdoba que puede condicionar la producción es el viento, que por sus características de velocidad, temperatura y humedad condicionan la demanda evapotranspirativa y por las condiciones del ambiente general, baja retención hídrica del suelo, sería necesario poner en práctica alguna medida para su control. El viento es una variable climática a la cual todo tipo de especies vegetales deben enfrentarse a lo largo de su ciclo de vida y la cual puede ser generadora de cambios morfológicos adaptativos para reducir los posibles efectos perjudiciales sobre el desarrollo de las mismas.

Mas allá del efecto directo que el viento genera sobre las especies vegetales tal como es la senescencia de hojas, el vuelco, desprendimiento de órganos reproductivos, entre otros,

también provoca efectos indirectos tales como incremento de demanda evaporativa tanto de la superficie del suelo como la transpirativa de las plantas, además ocasiona procesos erosivos afectando al suelo y a su vez sus partículas en suspensión provocan daño en la superficie de las plantas, principalmente en las hojas.

Para tratar de reducir los efectos directos e indirectos anteriormente mencionados es que el productor puede optar por la técnica de siembra de cultivos en fajas, es decir proteger el cultivo de interés de los efectos negativos del viento a través de barreras generadas por otro cultivo de mayor porte. La utilización de barreras semipermeable, como lo es la de maíz, genera una reducción en aproximadamente un 85 % de la energía cinética del viento en una distancia equivalente a ocho veces la altura de la barrera. Además, al utilizar este tipo de cortina en soja se logró un mayor crecimiento de las plantas traduciéndose en mayor altura y producción de materia seca, se destaca el uso más eficiente del agua en proximidades de la cortina, obteniéndose allí mejores rendimientos en granos (Ravelo y Seiler, 1975).

Radke y Hagstrom (1973), realizaron ensayos en dos años consecutivos en el estado de Minnesota con el objetivo de observar el efecto de la cortina de maíz sobre el cultivo de soja. Estos autores informaron bajas significativas en la velocidad del viento y en la evaporación en el área bajo protección con respecto al testigo no protegido, el aumento del rendimiento en el cultivo protegido fue del 4% en el primer año de ensayo y del 5 % en el siguiente.

En la escala de pequeñas áreas la instalación de cultivos en fajas de diferentes portes, ciclo y producto cosechable puede permitir micro variaciones de viento y temperatura; ejemplos locales, son la protección de cultivos de soja o maní con fajas de cultivo de girasol, sorgo forrajero o maíz (Cisneros *et al.*, 2004).

El efecto de las barreras corta viento depende de la altura, densidad, sentido en forma transversal, ancho y longitud. Una cortina muy densa regula la velocidad del viento entre 0 a 10 veces la altura de la misma, pero si aumenta la porosidad o disminuye la densidad en un 50 %, la protección puede aumentar 20 a 25 veces la altura de la barrera (Viale *et al.*, 2006).

Entonces, al reducir el distanciamiento entre hileras, mantenido la misma densidad de plantas/ha -según lo expresado anteriormente por Alessi y Power citados por Kruk y Satorre (2003)- la demand hidrica del cultivo se incrementa en la etapa vegetativa, por el mayor crecimiento individual de cada planta. Con esto el cultivo podría sufrir estrés hídrico en las etapas reproductivas y una disminución de los rendimientos en años en los cuales las precipitaciones sean escasas. El efecto de las cortinas se traduce en una disminución del estrés hídrico, por el aumento de la humedad relativa a través de la reducción del barrido de la capa límite que el viento genera.

En consecuencia la tarea de los productores es proveer el mejor ambiente de crecimiento posible, utilizando prácticas de manejo tales como labranza adecuadas y fertilización del suelo, seleccionando las variedades y densidades de planta más adaptadas, oportunos controles de malezas y plagas, riego y otras prácticas (Ritchie *et al.*, 2006).

2. HIPÓTESIS: la incorporación de fajas de maíz en el cultivo de soja mejora los rendimientos del cultivo de soja al disminuir la demanda evapotranspirativa, su funcionamiento como cortina reduce el efecto de los vientos desecantes de manera diferencial según la distancia entre hileras de soja.

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el rendimiento de soja en distintos diseños de siembra con fajas de maíz intercaladas.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de resguardo de la cortina de maíz.
- Evaluar el contenido de agua del suelo en diferentes estados fenológicos del cultivo de soja.
- Evaluar la producción de materia seca y la altura de la planta en diferentes estados fenológicos del cultivo de soja.
- Evaluar el rendimiento y sus componentes.
- Evaluar la eficiencia de uso del agua.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el establecimiento El Nuevo Tala, zona rural Laguna Seca (pedanía Achiras), ubicado a 33° 19' 4,1" Latitud Sur, 64° 55' 58,3" Latitud Oeste y a una altitud de 670 msnm, durante el ciclo agrícola 2006/07. El suelo del sitio experimental es un Haplustol típico de textura franco-arenosa.

Se utilizó un diseño en franjas con submuestreo. El tratamiento fue la distancia entre hileras de soja, con dos niveles: 17.5 y 35 cm entre hileras.

Se utilizó la variedad Tijereta (TJs 2049 RR) y Maíz híbrido Dekalb (DKFEED2RR2), sembrados ambos el 1/12/2006 bajo el siguiente diseño:

**Tratamiento "A"*: Formado por 72 surcos de soja a 0.175 m de separación protegidos por dos cortinas, a ambos lados del cultivo, de 7 surcos de maíz a 0.7 m de distancia entre líneas.

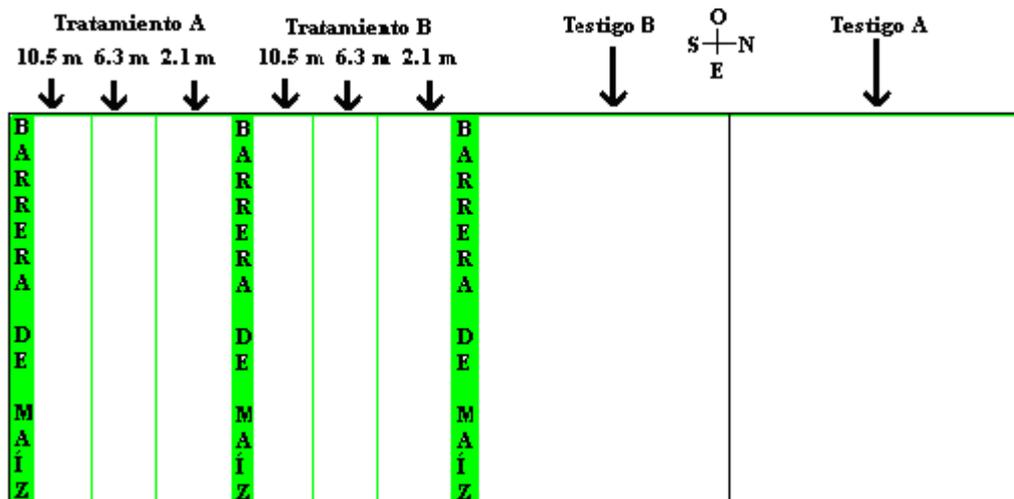
**Tratamiento "B"*: Formado por 36 surcos de soja a 0.35 m de separación protegidos por dos cortinas, a ambos lados del cultivo, de 7 surcos de maíz a 0.7 m de distancia entre líneas.

**Testigo "A"*: Formado por 72 surcos de soja a 0.175 m de separación.

**Testigo "B"*: Formado por 36 surcos de soja a 0.35 m de separación.

La dirección a la cual fueron sembrado tanto los tratamientos como sus respectivos testigos fue de oeste a este, en función de que la barrera de protección de maíz quede en sentido perpendicular a los vientos provenientes del cuadrante Norte o Noreste ya que son los más frecuentes en la zona.

Las parcelas de los tratamientos y testigos fueron de 12.6 m de ancho por 70 m de longitud. El ancho de parcelas fue determinado a partir de valores estimados de altura promedio de la barrera de maíz de 2 m y de efecto protector de la misma de 6 veces su altura, mientras que la longitud fue determinada por condiciones de uniformidad ambiental (principalmente en características del suelo). A su vez dentro de cada tratamiento se subdividió en tres puntos (Cuadro 1) valorados de acuerdo a la distancia desde la barrera norte (DDB) de maíz, siendo 2.1 m, 6.3 m y 10.5 m estos puntos de muestreos fueron determinados en función al comportamiento de la dinámica del viento dentro del área protegida evaluados por Ravelo y Seiler (1975).



Cuadro 1: Detalle de la ubicación de las parcelas del ensayo.

Previo a la siembra se realizó un análisis de suelo para evaluar el contenido de materia orgánica, pH, S y P (Cuadro 2)

Cuadro 2: Análisis de suelo correspondiente al área del ensayo.

La Camara de Cereales y Afines de Córdoba (Tribunal Arbitral) informa, que la(s) muestra(s) remitidas acusaron los siguientes resultados			
<u>Ensayos</u>	<u>Result.</u>	<u>U.de Medida</u>	<u>Normas Utilizadas</u>
Materia Organica	1.00	%	
Acidez p.H actual (1:2.5)	5.60	U de pH	
Fosforo Extraible (Bray I)	12.00	mg/Kg o ppm	
AZUFRE (SO4) (Método Turbidimétrico)	14.00	ppm	
FINAL DEL INFORME			
M.O muy escaso, pH moderadamente ácido, FOSFORO medio, AZUFRE: Óptimo . Valores de ref. utilizados por INTA Marco Juarez.			

Durante el ciclo del cultivo se realizaron los controles sanitarios correspondientes para minimizar el efecto de competencia por malezas y los daños por plagas y enfermedades (Figura 1).

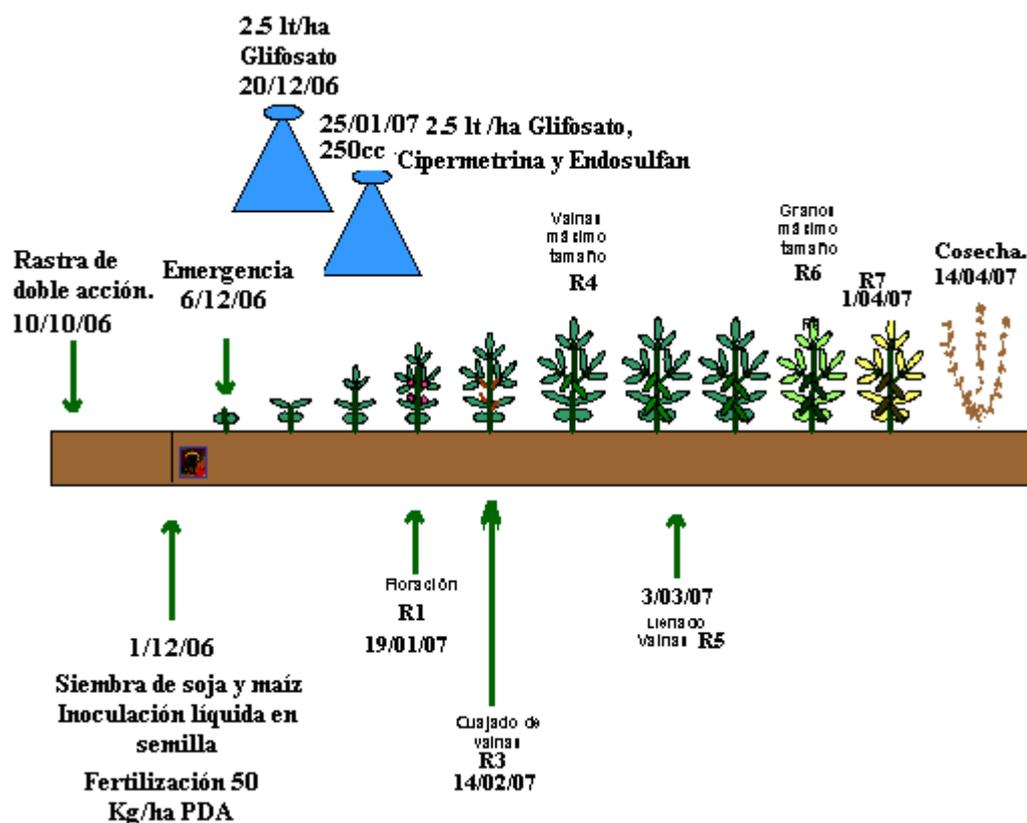


Figura 1: Fenología, actividades y controles sanitarios realizados durante el desarrollo del cultivo de soja.

Observaciones y mediciones:

En el Ambiente:

- Humedad del suelo:

Se determinó el contenido de agua total del suelo a la siembra y en los estadios fenológicos R3, R5 y R7 en tres muestras compuestas, a través del método gravimétrico y hasta un metro de profundidad. Las muestras se tomaron con barreno manual cada 20 cm hasta los 60 y hasta el metro. Fueron pesadas en húmedo y luego secadas en microondas según Álvarez y Mulin (2004) y mediante la ecuación (1), se calculó la humedad gravimétrica ($g\ g^{-1}$) para cada intervalo de medición. Las muestras se tomaron al momento de la siembra y en los estadios R3, R5 y R7.

$$CGA\ (g.g^{-1}) = \frac{(PH - T) - (PS - T)}{PS - T} \quad (1)$$

donde:

CGA= contenido gravimétrico de agua ($g.g^{-1}$)

PH= peso de la muestra de suelo húmedo (g)

PS= peso de la muestra de suelo seco (g)

T= tara del recipiente de aluminio (g)

Con los datos de humedad gravimétrica y de densidad aparente del suelo (DAP), se calculó la humedad volumétrica ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) según la ecuación (2).

$$HV (\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^3) = CGA \times DAP \quad (2)$$

donde:

HV= humedad volumétrica ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

CGA= Contenido gravimétrico de agua ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

DAP= densidad aparente ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)

La lámina de agua total (mm) de cada estrato de suelo se obtuvo a partir de la ecuación (3). De la sumatoria de la lámina de agua total de cada intervalo de medición se determinó el agua en el suelo de 0 a 100 cm de profundidad.

$$LA (\text{mm}) = HV \times P \quad (3)$$

donde:

LA= lámina de agua (mm)

HV= humedad volumétrica ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

P= espesor del estrato (mm)

Se calculó el punto de marchitez permanente y capacidad de campo con olla a presión, estos datos fueron de utilidad para determinar el agua útil de este suelo, a partir de estos indicadores se obtuvo el porcentaje de agua útil en cada momento del ciclo.

- Evapotranspiración real (ETR):

A través de la metodología de Thornthwaite, se determinó la evapotranspiración potencial (ETP) y luego utilizando los valores de coeficiente del cultivo (Kc) (El Riego, 2006) para cada etapa fenológica del mismo se calculó la ETR.

- Precipitaciones: Las precipitaciones correspondientes al ciclo del cultivo (campana 06/07) fueron determinadas a través de pluviómetro ubicado en el lugar de experimentación.

- Velocidad del viento:

A través de la utilización de un anemómetro portátil, construido por el propio alumno y calibrado con el equipo que posee el área de Agrometeorología de la FAV –

UNRC. Durante el ciclo del cultivo a una altura de 0.80 y 1.20 metros en función a lo realizado por Ravelo y Seiler (1975), considerando periodos de observación de tres minutos y siendo 5 las repeticiones realizadas a lo largo del cultivo desde R3 hasta R7, momento en el cual la altura de la barrera de maíz se estabilizo en aproximadamente 2 m de altura. Las observaciones realizadas correspondieron siempre a vientos provenientes del cuadrante Norte o Noreste ya que son los más frecuentes en la zona. Los puntos de muestreo fueron valorados de acuerdo a la distancia desde la barrera norte (DDB) de maíz, siendo 2.1 m, 6.3 m y 10.5 m.

En el Cultivo:

En el ciclo:

- Número de plantas emergidas sobre semillas sembradas / ha. 5 muestras de 1 m².
- Etapas fenológicas: a través de la escala de Fher y Caviness (1977).
- Materia seca por planta: En las etapas R3, R5, R7 (por órgano) y a cosecha (toda la planta por órgano y las semillas). Para la misma se tomaron 3 muestras de 0.334 m⁻² por tratamiento en cada etapa fenológica y las mismas fueron secadas en estufa de circulación de aire forzado a 105 °C hasta peso constante.
- Tiempo a cubrir el surco: a través de observación directa del cultivo.

Cosecha

- Componentes del rendimiento: En el estadio R8, en cada tratamiento, se cosecharon plantas (5 muestras de 1 m²), para medir cantidad de plantas a cosecha /ha, número de frutos y números de semillas por fruto, peso de 100 semillas y rendimiento de semillas.
- Índice de cosecha: Determinado como la relación del peso de granos, en el total de la biomasa aérea (ramas, tallo y frutos) (Cárcova et al., 2003).
- Eficiencia en el uso del agua: Se determinó mediante la relación peso de granos en función de la evapotranspiración real y los mm de precipitaciones totales del ciclo.

Resultado económico

A través de cálculo de margen bruto.

Análisis de datos

Los datos fueron analizados a través del programa INFOSTAT (2002) con ANOVA y las medias comparadas con el test de DUNCAN (P = 0.05).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del Ambiente:

Viento:

La región sur oeste de la provincia de Córdoba se caracteriza por presentar clima ventoso, con predominancia de masas de aire en movimiento principalmente del cuadrante nor-noroeste.

Para realizar el análisis de este factor se determinaron los valores de velocidad relativa del viento en función de los testigos no protegidos. Como se puede ver (Figura 2), la velocidad relativa del viento presentó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) debidas al efecto que ejerció la barrera protectora, ya que a medida que nos alejamos de la misma, es decir desde los 2.1 m a los 10.5 m desde la barrera, la velocidad relativa del viento se incrementó. Este efecto, y en coincidencia con lo observado por Golberg *et al.* (2003), permite definir dos puntos dentro del área protegida, uno de calma (2.1 m distancia de la barrera (DDB)) y otro de reavivamiento (10.5 m DDB).

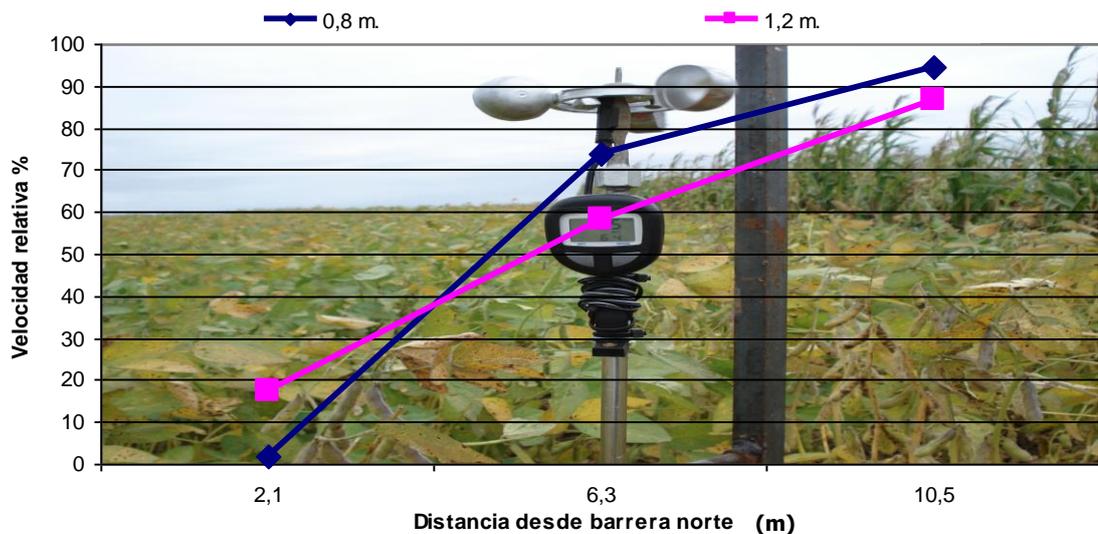


Figura 2: Velocidad relativa del viento a distintas DDB y a dos alturas desde la superficie del suelo.

Si bien, como se mencionó anteriormente, la velocidad se incrementa al alejarnos de la barrera de protección, se observa que nunca alcanzó el valor de velocidad media de los testigos (sector no protegido). La velocidad del viento promedio de los muestreos realizados en el sector no protegido fueron de 6 km/h para 0.8 m de altura y de 15 km/h para 1.2 m de altura.

Por otra parte, un efecto que si se denotó fue la presencia de turbulencia a los 10.5 m desde la barrera de protección, no manifestándose en la velocidad relativa, pero sí en las ráfagas allí medidas.

Las velocidades relativas del viento determinadas tanto a 1.2 m como a 0.8 m de altura, manifestaron la misma tendencia a lo ancho de toda el área protegida. En la menor altura 0.8 m - a la cual el viento ejerce acción directa sobre la canópia - la velocidad fue cero en el sector más cercano a la barrera de protección (2,1 m). Esto permitió observar a campo la mayor sanidad estructural de los foliolos, con respecto a los otros dos puntos de medición (6.3 y 10.5 m), es decir que se pudo apreciar menor daño, manifestado a través del desgarrado de la lámina que el viento ejerció sobre aquellos foliolos que sufrieron algún tipo de daño previo ya sea por insectos o enfermedades foliares.

Humedad del suelo y Precipitaciones:

La operación de siembra representa uno de los puntos críticos más importantes en la definición del rendimiento potencial de todos los cultivos agrícolas extensivos (Maizar, 2008) y entre los factores ambientales que más influyen en una correcta siembra y establecimiento del cultivo encontramos a la temperatura y humedad del suelo.

La humedad del suelo fue cuantificada al momento de realizar la siembra (Cuadro 3).

Cuadro 3: Contenido de humedad del suelo a siembra.

Profundidad (cm)	Lámina de agua (mm)
0-20	35,9
20-40	40,3
40-60	40,8
60-100	39,4

La condición de humedad a la siembra de esta experiencia fue la óptima, debido a una precipitación de 30 mm ocurrida el día anterior a la siembra (4ta semana de noviembre). La precipitación producida durante el ciclo del cultivo -desde noviembre a marzo- en la campaña agrícola 2006-2007 fue de 876 mm (Figura 3), superando la media zonal de 595 mm.

Además del valor total, se registraron las precipitaciones durante el ciclo del cultivo, pudiendo observarse la distribución semanal de las mismas (Cuadro 4).

Cuadro 4: Registro de precipitaciones semanales durante el ciclo del cultivo de soja.

MES	1er Semana	2da Semana	3ra Semana	4ta Semana
Noviembre	0 mm	0 mm	130 mm	30 mm
Diciembre	0 mm	10 mm	27 mm	42 mm
Enero	168 mm	30 mm	0 mm	68 mm
Febrero	105 mm	0 mm	18 mm	20 mm
Marzo	52 mm	76 mm	30 mm	70 mm

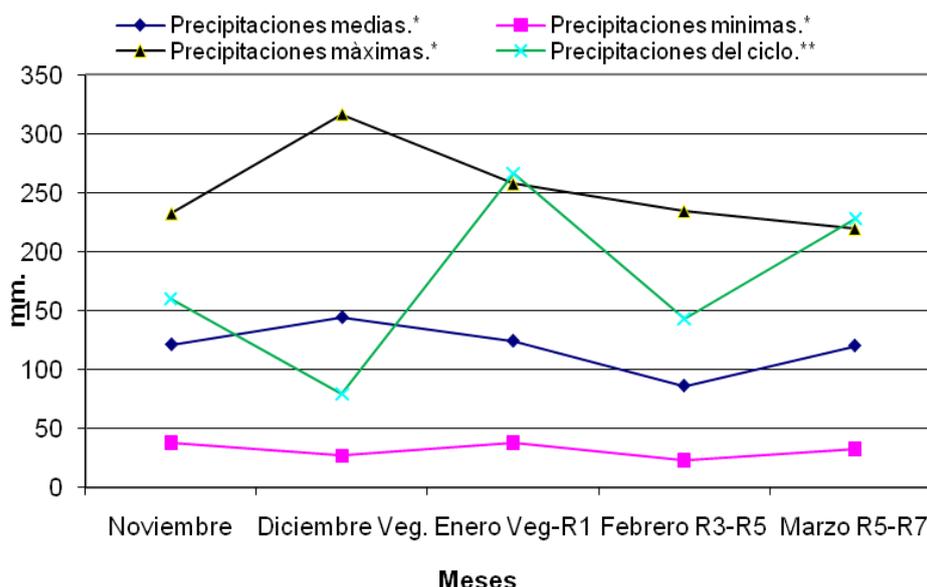


Figura 3: Precipitaciones para la zona de influencia del Área Material Río Cuarto (*promedio histórico 1960-1990) y de la zona de Laguna Seca (** para la campaña 06-07).

Como se puede ver, en la Figura 3, los registros de precipitaciones entre los meses de enero y marzo -cuando el cultivo se encontraba entre los estadios R3 y R7- superaron a los valores medios, inclusive los registros máximos (promedio desde 1960 a 1990), para la zona de influencia del Área Material Río Cuarto tomados como referencia.

Al realizar un análisis de la capacidad de cubrir la ETR por parte de las precipitaciones para el ciclo del cultivo (Figura 4), se observa que la oferta hídrica (876 mm) superó en un 100% la demanda del cultivo (440 mm de ETR), esta demanda hídrica se encuentra dentro de los valores que Andriani (2006) define como la necesaria para el desarrollo normal de la especie en la región sojera núcleo, en siembras de segunda época, los que varían entre 350 a 550 mm.

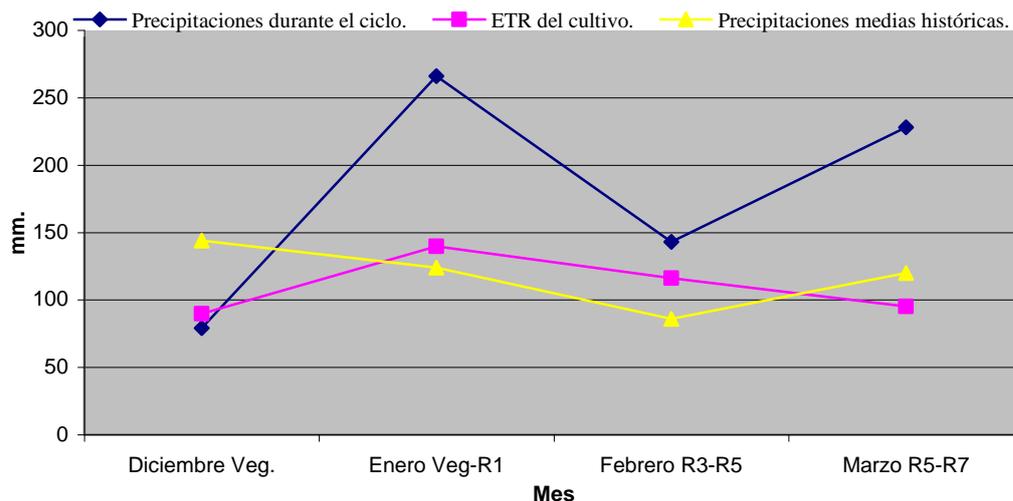


Figura 4: Precipitaciones durante el ciclo, ETR del cultivo y precipitaciones medias históricas.

Como se puede observar (Figura 4), los valores de precipitaciones medias históricas de la zona -con esta fecha de siembra y para este grupo de madurez (IV)- cubrieron perfectamente la demanda evapotranspirativa del cultivo en la etapa vegetativa temprana. Por otra parte, se puede observar que las precipitaciones medias desde enero hasta mediados de marzo -cuando el cultivo se encontraba en los estadios reproductivos R1 a R7- en un año con precipitaciones similares a la media histórica, las precipitaciones no cubrirían la demanda del cultivo.

Por lo expuesto, la oferta hídrica a la cual se enfrentó el cultivo a lo largo de su ciclo fue muy buena; obteniéndose valores en porcentaje de agua útil (AU) en el suelo cercano al 100%, en todas las etapas evaluadas.

No se encontraron diferencias estadísticas en el contenido hídrico del suelo bajo la correlación entre DEH y DDB; por otra parte la DEH generó diferencias altamente significativas en cuanto al contenido hídrico, manifestándose un menor valor de mm de agua hasta el metro de profundidad en el menor DHE (17.5 cm), es decir un mayor consumo de agua; superando al distanciamiento mayor (35 cm) en un 6% en R3 y 17% en R5, y no se observaron diferencias significativas en R7.

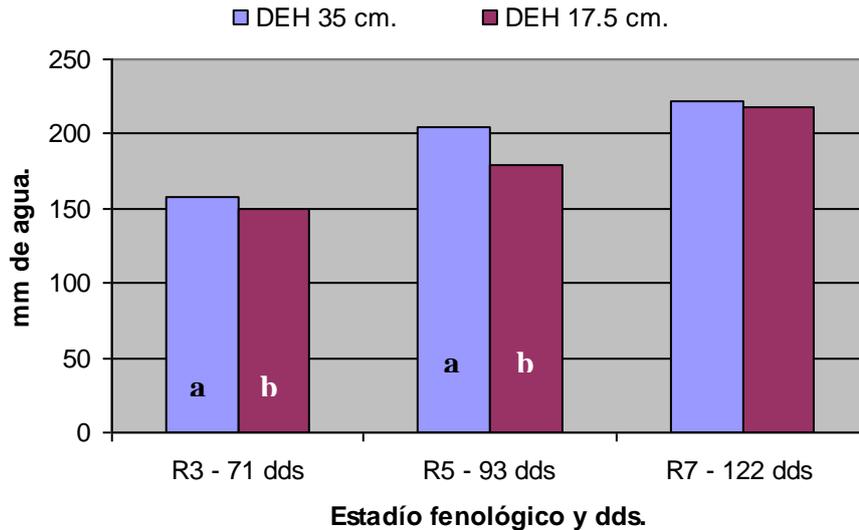


Figura 5: Contenido hídrico del suelo hasta 1 metro de profundidad a distintos DEH y estadios fenológicos. Letras distintas indican diferencias significativas en cada estadio fenológico ($p \leq 0,05$).

Alessi y Power citados por Kruk y Satorre (2003) observaron que el acortamiento de la DEH resulta en una mayor tasa de evapotranspiración durante el ciclo del cultivo, coincidiendo con lo observado en esta experiencia (Figura 5) donde si bien hubo un excelente contenido hídrico, se incrementó el consumo de agua al acortar la DEH.

Por otra parte, una de las alternativas para reducir el efecto del mayor consumo de agua al acortar DEH, es la utilización de cortinas protectoras, para atenuar el efecto sobre la demanda evapotranspirativa que genera el viento.

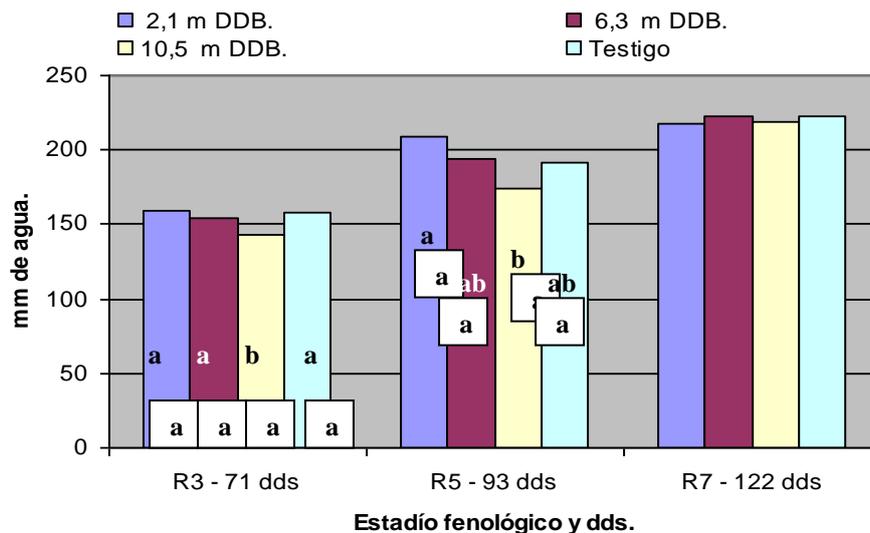


Figura 6: Contenido hídrico del suelo hasta 1 metro de profundidad a distintas DDB y testigos. Letras distintas indican diferencias significativas en cada estadio fenológico ($p \leq 0,05$).

Como se puede observar en la Figura 6 el efecto de protección de las barreras se manifestó significativamente ($p \leq 0.05$) tanto en el estadio R3 como en R5, donde se puede observar como se incrementa el consumo de agua, representado por el menor valor de contenido hídrico en el suelo a medida que aumenta la DDB de protección de maíz, encontrándose en R5 las mayores diferencias.

Del Cultivo

En el ciclo

Número de plantas ha^{-1} a la siembra y cosecha

El número de plantas por hectárea a lograr es un componente importante que influye posteriormente en las prácticas de manejo del cultivo tales como control de malezas, control de plagas, incidencia de enfermedades, entre otros, y el desarrollo adecuado del cultivo, para evitar problemas de vuelco y lograr una cobertura que permita el uso eficiente de la radiación solar (Giorda y Baigorri, 1997).

En cuanto a esta variable, para alcanzar el objetivo del trabajo se necesitaba lograr la misma densidad de plantas (aproximadamente 400 mil plantas ha^{-1}) tanto a 0.35 m como a 0.175 m entre hileras.

La densidad de plantas establecidas a la siembra no reflejó diferencias significativas entre tratamientos, ya que fue de 371 mil plantas ha^{-1} a 0.175 m entre hileras, es decir un 81% de plantas emergidas/semillas sembradas y de 399 mil plantas ha^{-1} a 0.35 m entre hileras, es decir un 82% de plantas emergidas/semillas sembradas. La causa a la cual se le atribuye la diferencia de densidad entre las DEH, fue la capacidad de regulación que permitía realizar la máquina utilizada para la siembra, es por ello que se sembraron 484 mil semillas ha^{-1} a 35 cm y 456 mil a 17.5 cm, no obstante la densidad lograda en ambos tratamientos es considerada media a alta según trabajos realizados por Melchiori (2008).

A cosecha la densidad de plantas logradas fue en promedio de 346000 pl. ha^{-1} a 0.35 cm entre hileras y de 330300 pl. ha^{-1} a 0.175 cm entre hileras, lo cual no reflejó diferencias significativas tanto en relación a la DEH, como así también en relación a la DDB (Figura 7).

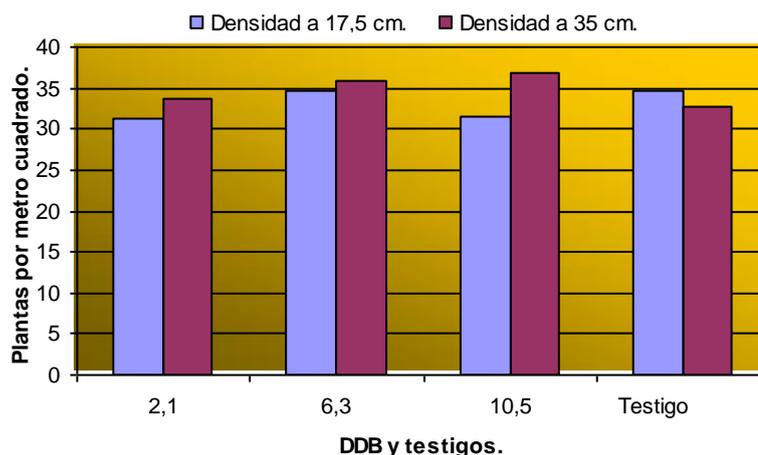


Figura 7: Densidad de plantas a cosecha a diferentes DEH y DDB, incluyendo testigos.

Relacionando las plántulas emergidas a la siembra y plantas logradas a cosecha, se registró que a 17.5 cm llegaron a cosecha el 88% de las plantas emergidas, mientras que a 35 cm lo hizo el 86%.

Etapas fenológicas

El desarrollo fenológico del cultivar utilizado para este trabajo (TJ 2049 RR), no presentó diferencias en su cronología en función del distanciamiento entre hileras, ni tampoco por efecto de la barrera de maíz.

En cuanto a los estadios fenológicos propiamente dichos la emergencia del cultivo se produjo el 06/12/06, es decir a los 5 días desde la siembra (DDS), la floración plena (R2) se produjo a los 49 DDS (19/01/07), por otra parte el estadio R3 se manifestó a los 71 DDS (09/02/07) (Anexo 1), el estadio R5 a los 93 DDS (3/03/07), el estadio R7 a los 122 DDS (1/04/07) (Anexo 2) y finalmente la cosecha fue a 137 DDS (15/04/07).

El cierre de surco se registró con una diferencia temporal de 10 días entre los distanciamientos entre hileras, lográndose un cierre más temprano a 17.5 cm (15/01/07 a 45 DDS) que a 35 cm (25/01/07 a 55 DDS). También se observó una diferencia temporal en madurez de cosecha de no más de 7 días, ya que ambos distanciamientos entre hileras (35 y 17.5 cm), manifestaron en el sector norte cercano a la barrera de protección de maíz un retardo en la abscisión de folíolos.

Altura de plantas

No se encontró interacción entre DEH y DDB que generara diferencias estadísticas en la altura de plantas a lo largo de su ciclo.

Por otra parte, la DEH generó diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$) de altura de las plantas en la etapa fenológica R3, denotándose una mayor altura en el DEH de 0.35 m.

Algo similar se manifestó en el estadio R5 en donde las diferencias también fueron altamente significativas ($p \leq 0.01$).

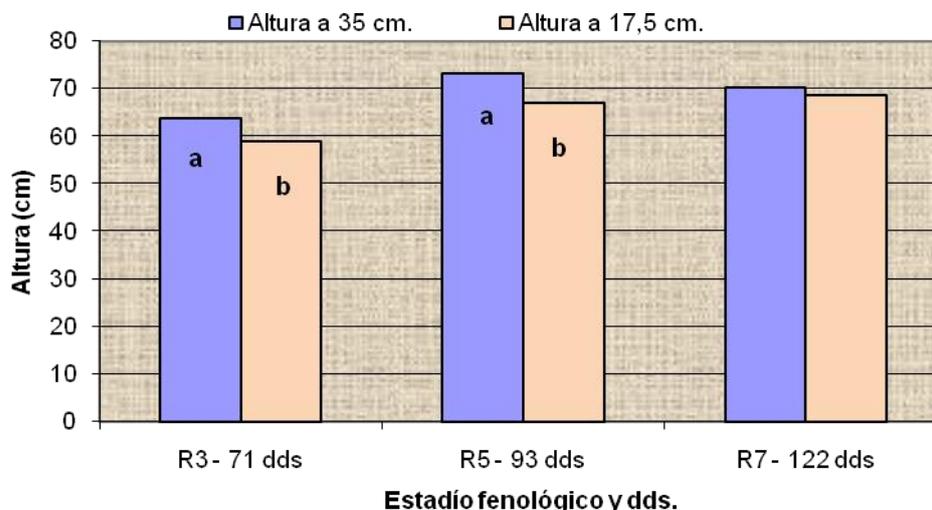


Figura 8: Altura aparente de plantas en diferentes estadios fenológicos y a distintas DEH. *Letras distintas indican diferencias significativas en cada estadio fenológico ($p \leq 0,05$).*

En esta experiencia (Figura 8) y en coincidencia con lo observado por Melchiori (2008) la única etapa fenológica en la cual no existe diferencia significativa en la altura de las plantas en función del DEH es en el estadio R7, es decir en la etapa próxima a la cosecha.

Por otra parte la DDB, generó diferencias estadísticas a lo largo de las etapas fenológicas evaluadas. Como se puede observar en la figura 9 a lo largo de todo el ciclo del cultivo, la protección de la barrera contra el efecto del viento, ejercida a los 2.1 m de DDB, permitieron que la soja lograra una mayor altura de planta, generándose en todas las etapas fenológicas diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), con respecto a las distancia más alejada de la barrera (10.5 m). Esto último, pudo haber sido manifestado, de acuerdo a lo observado a campo, en primer lugar por el efecto de sombreado que la barrera de maíz generaba sobre esta zona (2.1 m DDB) y mas acentuadamente en los primeros 70 cm de DDB, lo que provocaba entre otras alteraciones morfológicas el alargamiento de pecíolos, por efecto del fototropismo.

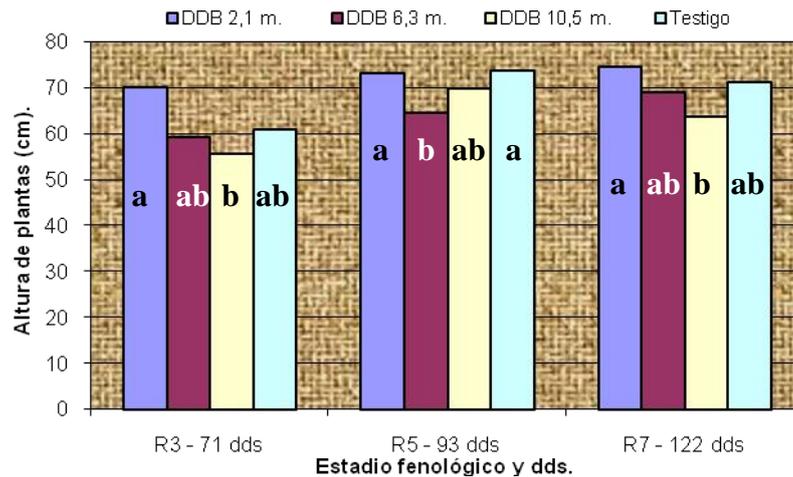


Figura 9: Altura aparente de plantas a distintas DDB de maíz y testigo.

Letras distintas indican diferencias significativas en cada estadio fenológico ($p \leq 0,05$).

Por otro lado, si comparamos el testigo con la zona protegida más alejada de la barrera (10.5 m), se ve que el testigo tuvo una altura superior en todos los estadios fenológicos, atribuyendo este fenómeno a la turbulencia que el viento generó en la DDB mayor.

Materia seca por órgano

**Materia seca de tallos*

Al analizar la interacción de DEH y DDB con respecto al peso de los tallos no se encontró diferencia estadística.

Se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), en el estadio R5, en el peso de los tallos, no así R3 y R7. Además se puede observar en la Figura 10 como la DEH mayor incrementa la materia seca acumulada con respecto a la menor DEH en el estadio R5 con respecto a R3 y a su vez mantiene la tendencia de mayor peso en R7.

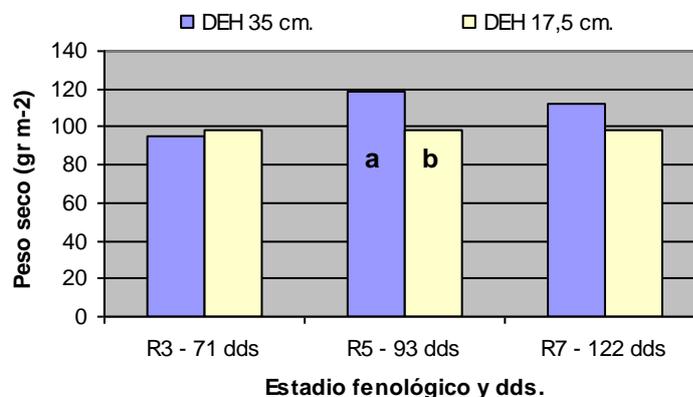


Figura 10: Peso seco de tallos en diferentes estadios fenológicos y a distintas distancias entre hileras (DEH). *Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).*

Al comparar la materia seca de tallos a distintas etapas fenológicas y a diferentes DDB (Figura 11), se pudo observar que en la etapa reproductiva (R3), la diferencia de peso entre las distintas DDB y el testigo no fueron estadísticamente significativas y sólo se observó un incremento del 27% de materia seca producida en el DDB de 2.1 m con respecto al de 10.5 m.

En R5 y R7, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, denotándose que el testigo y la DDB 2.1 m expresaron una mayor acumulación de materia seca, determinada por su mayor peso.

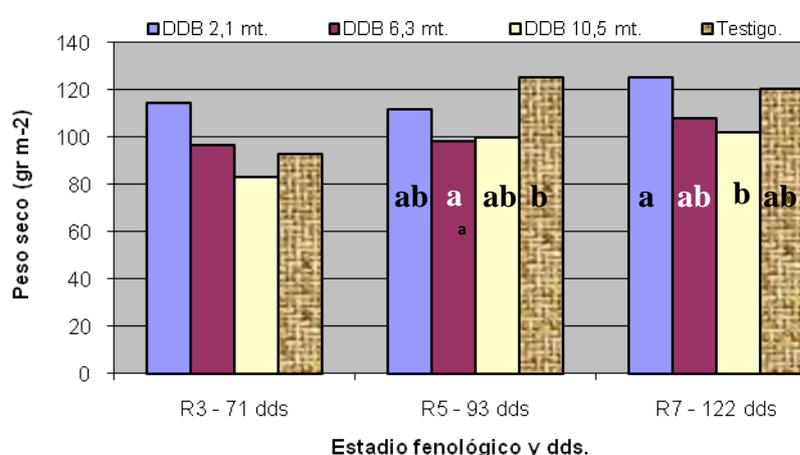


Figura 11: Peso seco de tallos en distintos estadios fenológicos y a distintas DDB de maíz y testigo. *Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)*

En lo que respecta a las restante DDB, el peso logrado en los tallos a 6.3 y 10.5 m fue significativamente menor con respecto al tratamiento 2.1 DDB y los testigos ($p \leq 0.05$).

Uno de los factores al cual se le puede atribuir este efecto es, según Kin y Lendent (2003), a la acción de agitado y frotamiento de los entrenudos, que afectan la elongación. A los pocos minutos de realizada la fricción se detiene el crecimiento y se requieren algunos días para reasumirlo en forma normal, es por ello que el peso seco de los tallos resulta menor. Esto último se expresa por el hecho de que en esta zona del ensayo (10.5 m DDB), se constató efectos de turbulencia de viento durante el desarrollo del cultivo, atribuyéndosele el mayor agitado y frotamiento entre plantas, por consiguiente menor biomasa.

Se puede considerar que el viento tuvo efecto sobre el consumo de agua, pero no generó estrés hídrico en las plantas, por que las precipitaciones tuvieron una distribución adecuada y en concordancia con el requerimiento del cultivo.

**Materia seca foliar*

No se encontró interacción entre DEH y DDB que generara diferencias estadísticas en la materia seca foliar de plantas a lo largo de su ciclo.

En la relación al peso seco de hojas y la DEH (Figura 12), se encontró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en las etapas R3 y R5, no así en el estadio R7.

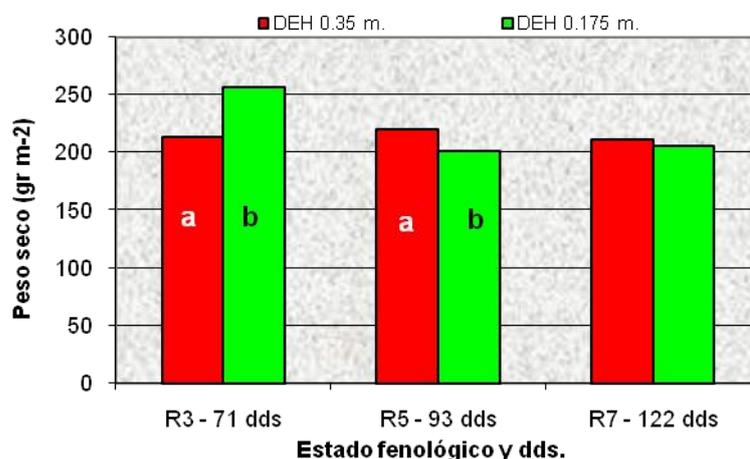


Figura 12: Peso seco de hojas a distintas DEH y en distintas etapas fenológicas.

Letras distintas indican diferencias significativas en cada estadio fenológico ($p \leq 0,05$).

La particularidad de lo anterior es que los resultados obtenidos durante las etapas R3 y R5 son disímiles, presentándose en R3 el mayor peso seco foliar a la menor DEH (0.175 m), mientras que en R5 el resultado fue de una mayor biomasa foliar en la DEH mayor (0.35 m). En la etapa final del cultivo ambos distanciamientos de siembra no manifestaron diferencias significativas en cuanto a la biomasa foliar ($p \leq 0.05$).

Al analizar peso seco de hojas en función de la DDB (Figura 13), se puede observar que el área bajo protección de la barrera de maíz, presenta en el sector más cercano (2.1 m), una acumulación de biomasa foliar mayor que la del resto de la faja protegida (6.3 y 10.5 m) ($p \leq 0.05$). Pudiéndose atribuir este efecto al tamaño de hojas y el largo de los pecíolos observados en este sector.

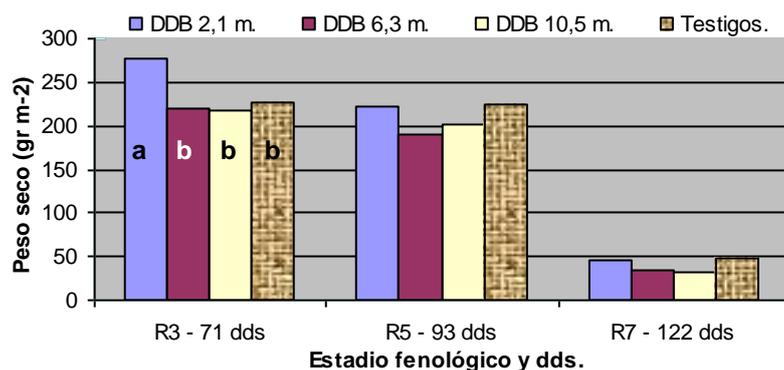


Figura 13: Peso seco de hojas a distintos estadios fenológicos y a diferentes DDB.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Según estudios realizados por Ogbuehi y Brandle (2003) citado por Golberg et al (2003), durante dos años en los que realizaron experiencias de siembra de soja protegida con barreras de especies arbóreas, observaron que la protección de la barrera incrementó la biomasa foliar en un 20% respecto del testigo. Para esta experiencia la diferencia porcentual de producción de biomasa foliar (teniendo en cuenta la franja de 2.1 m DDB y testigo) en la etapa fenológica R3 fue del 21%, coincidiendo este valor con lo obtenido por Ogbuehi y Brandle (2003).

**Materia seca de Ramas*

Al analizar la interacción del DEH y DDB con respecto al peso de ramas no se encontró diferencia estadística.

Con respecto al peso seco de las ramas (Figura 14), la respuesta encontrada en esta experiencia fue una mayor acumulación de materia seca en aquellas plantas sembradas al menor DEH (0.175 m). Estos valores fueron significativos tanto en R3 como en R5 ($p \leq 0.05$), mientras que en el estadio R7 sólo se mantuvo la tendencia.

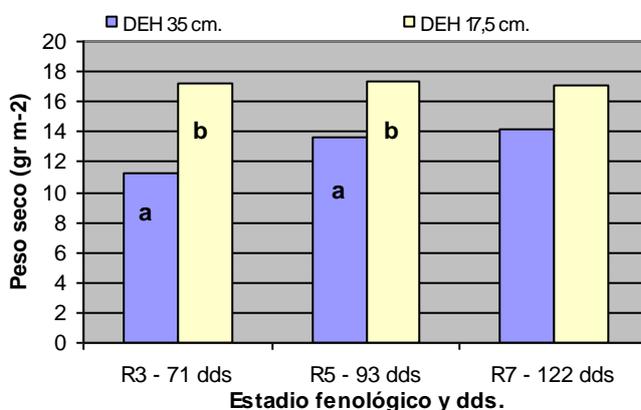


Figura 14: Peso seco de ramas a diferentes estadios fenológicos y a distintas DEH.

Letras distintas indican diferencias significativas en cada estadio fonológico ($p \leq 0,05$).

Por otra parte, con la variable ramificación se refleja, ante el menor número de plantas por metro lineal de surco (para la separación entre hileras de 17.5 cm), la capacidad que posee esta especie para compensar y ocupar espacios libres ante la ausencia de competencia, reflejado a través de la mayor biomasa de ramas que produjo con el menor DEH.

Si tenemos en cuenta el tiempo cronológico de cierre de surco de 45 DDS para el distanciamiento de 0.175 m y de 55 DDS para la distancia mayor, la biomasa de las ramificaciones se puede considerar como una variable valedera para explicar dicho desfase temporal de cierre de surco, como así también la biomasa foliar, coincidiendo el efecto del distanciamiento con el cierre de surco encontrado por Ferraris *et al.* (2006) en la campaña 2002/2003.

Por otra parte la barrera de protección de maíz no presente, en ningún estadio fenológico ni en las distintas DDB, diferencias estadísticas para la biomasa de ramas (Figura 15).

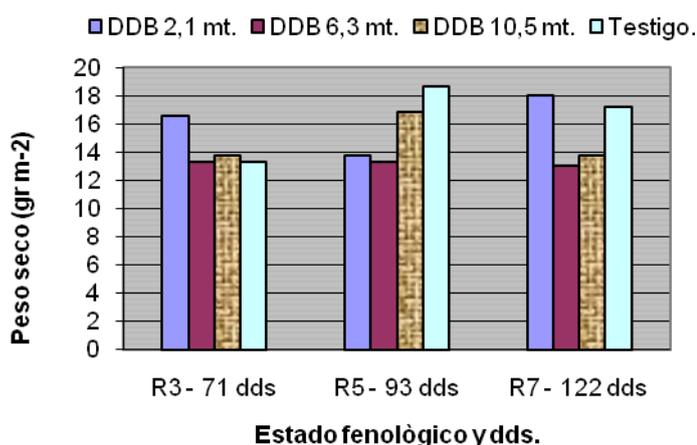


Figura 15: Peso seco de ramas a distintos estadios fenológicos y a diferentes DDB.

Resultados a cosecha.

Altura de inserción de primer fruto

En Argentina la tendencia actual es a acortar la DEH con el objetivo de lograr una correcta interceptación de la radiación en el estado fenológico apropiado; a medida que la DEH se acorta se reduce la competencia entre plantas en la línea -a igual densidad- con lo cual disminuye la inserción del primer nudo reproductivo (Bragachini *et al.*, 2007).

Al ponerse de manifiesto la interacción entre DEH y DDB (Figura 16) el despeje fue influenciado positivamente por la barrera de protección en la mayor DEH (35 cm), con un

despeje de primer nudo de 20 cm en el sector más cercano a la barrera (2.1 m DDB), mientras que en la menor DEH (17.5 cm) la protección ejercida por la barrera afectó de forma negativa a la altura del primer fruto, que fue entre 10 y 13 cm. Por otra parte, para ambos DEH, la DDB de 6.3 m y el testigo presentaron una altura similar entre ellas y de valores intermedios con respecto a 2.1 y 10.5 DDB.

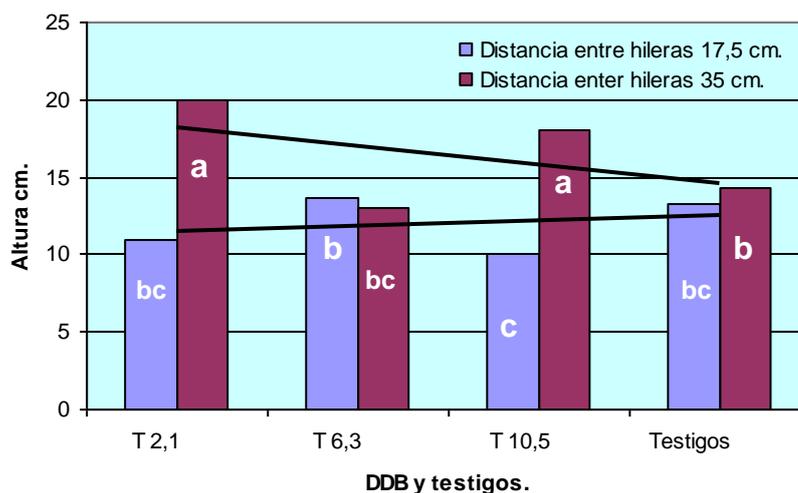


Figura 16: Altura de inserción del primer fruto a distintos DEH y DDB.
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Según Bragachini *et al.* (2007), como ventaja de la distancia estrecha en la cosecha de soja, se puede mencionar que las cuchillas de la barra de corte presentan mayor número de hectáreas de duración, dado que trabajan y se desgastan más proporcionalmente entre ellas.

Componentes del rendimiento.

**Ramificaciones*

Si bien las ramas no tienen una influencia directa en la generación del rendimiento, lo hacen de forma indirecta ya que poseen yemas que dan origen a frutos siendo estos una variable importante junto al número y peso de los granos.

Al realizar la interacción entre DEH y DDB, con respecto al número de ramas a cosecha, no se encontró diferencia estadística.

En cuanto a la menor DEH (17,5 cm) presentó una leve tendencia a incrementar el número de ramas primarias con respecto al mayor DEH (35 cm), determinándose 2.8 y 2.6 ramas por planta, respectivamente.

Cerca de floración, y aparentemente coincidiendo con el cambio de estado del ápice del tallo principal, comienza el crecimiento de las ramificaciones que continúa durante gran parte del período reproductivo (Kantolic *et al.*, 2003).

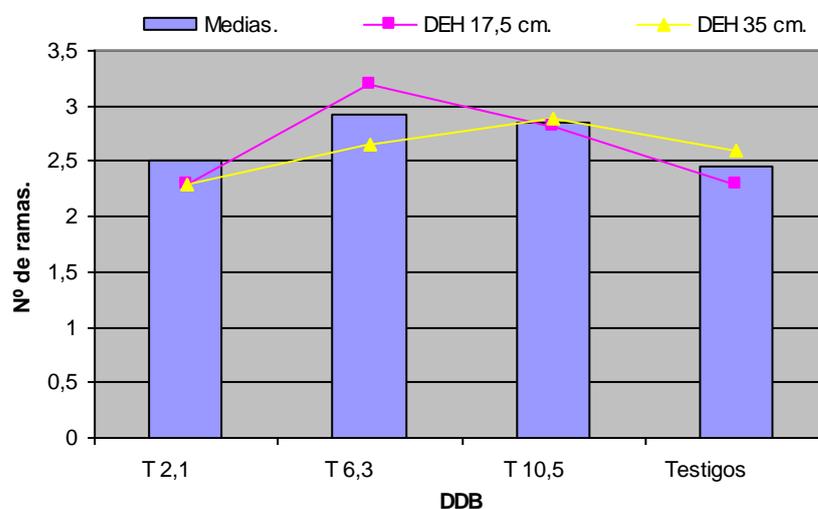


Figura 17: Ramificaciones por planta a distintas DEH y DDB.

Al comparar el número de ramas a cosecha con el peso de las ramas durante R3, R5, y R7, no se observa una relación directa, la tendencia fue de una acumulación de mayor cantidad de biomasa a 17.5 cm que a 35 cm DEH (Figura 14). Mientras que el número de ramas no poseen diferencias significativas a las distintas distancias de siembra. Con lo anterior se puede estar concluyendo que el crecimiento individual de las ramificaciones fue mayor en el menor DEH (17.5 cm).

**Nudos fértiles/planta*

Al realizar el análisis de esta variable en relación con ambos DEH, se pudo observar diferencias estadísticas en cuanto al número de nudos fértiles sobre el tallo, encontrándose un mayor número en el menor DEH (17.5 cm) (Figura 18).

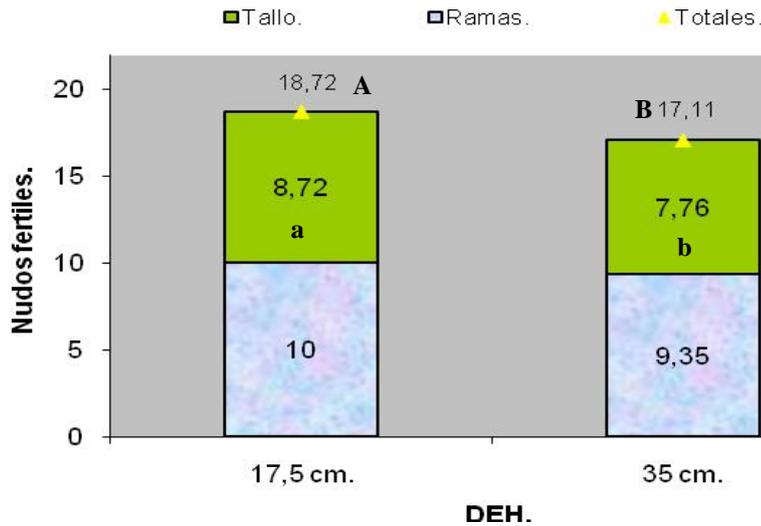


Figura 18: Nudos fértiles sobre tallo, ramas y nudos fértiles totales por planta a distintas DEH. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Por otra parte, el número de nudos fértiles por ramificación no manifestó diferencias estadísticas significativas entre ambas DEH. Pero como se ve en la figura 18 el número total de nudos por planta si manifiesta diferencias estadísticas significativas, siendo de 19 nudos fértiles para el menor DEH y de 16.68 para el distanciamiento mayor.

Al evaluar esta variable con respecto a la interacción entre DDB y DEH, no se obtuvieron diferencias estadísticas. A pesar de lo anterior se pudo observar, en la zona protegida correspondiente a los 6.3 m DDB para ambas DEH (0.175 y 0.35 m) (Figuras 19A y B), una igualdad en cuanto al número de nudos fértiles; con 8.89 nudos fértiles por tallo para ambos DEH y de 3.64 nudos fértiles por rama para la menor DEH y 3.69 nudos fértiles por rama para el mayor DEH.

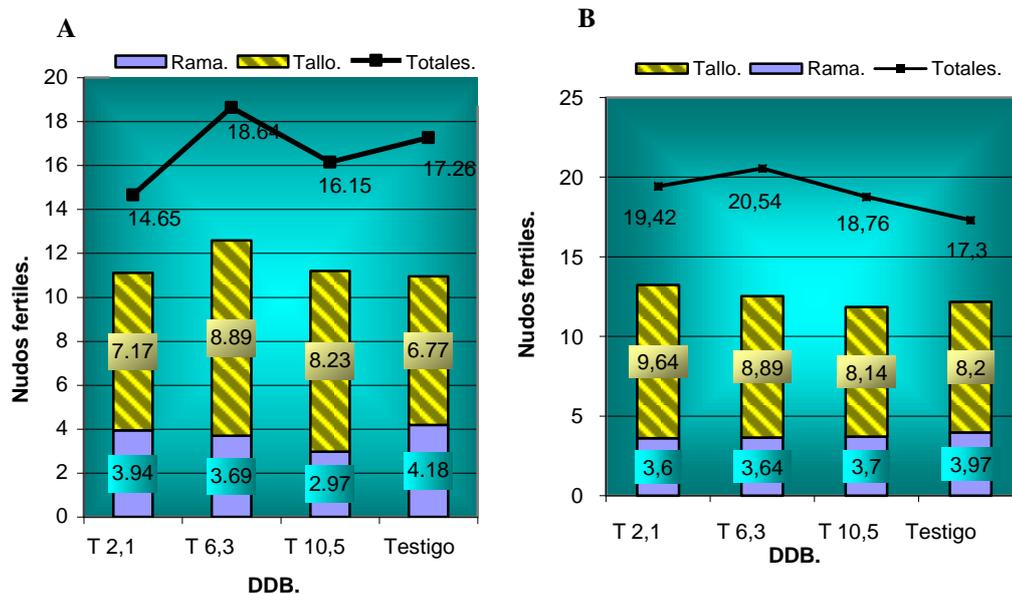


Figura 19: Nudos fértiles por planta a 35 cm (A) y a 17.5 cm (B) a distintas DDB.

La tendencia que manifiestan los nudos totales -para ambos distanciamientos entre hileras-, es una reducción de la cantidad de nudos en contra de la barrera de protección tanto norte 2.1 m y sur 10.5 m DDB y cómo en el sector medio de la franja protegida 6.3 m la tendencia para ambos DEH es a aumentarlos.

Por otra parte, también, se puede apreciar en los cuadros anteriores, en la mayoría de los casos al aumentar el número de nudos fértiles en el tallo, el número en rama descende y viceversa.

Así, la cantidad de recursos como el agua, la luz y los nutrientes previo y posteriormente a la floración y las prácticas de manejo aplicadas por el productor (densidad, espaciamiento, fecha de siembra) tienen influencia sobre la cantidad de nudos diferenciados.

**Frutos/planta y peso de frutos m⁻²*

El número de vainas por nudo es el resultado de los fenómenos de generación y mortandad de frutos (Kantolic *et al.*, 2003).

El análisis de esta variable a cosecha se realizó teniendo en cuenta la ubicación de frutos, es decir que se los evaluó individualmente a los ubicados en el tallo, rama y a ambos en forma conjunta para determinar los totales por planta. Al realizar la interacción entre DEH y DDB, con respecto al número de Frutos/planta y peso de frutos m⁻², no se encontraron diferencia estadística.

El DEH generó diferencias estadísticas en el número de frutos por rama, como así también en el total de frutos por planta.

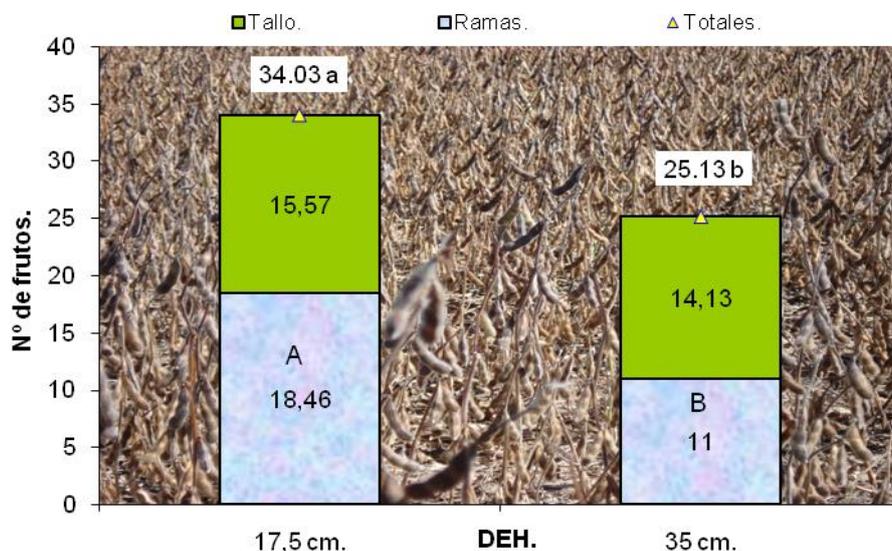


Figura 20: Número de frutos por planta, en rama tallo y totales a distintas DEH.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

El mayor número de frutos se encontró en el menor DEH, es decir a 17.5 cm, siendo 15.57 vainas en los tallos de y de 18.46 vainas en las ramas. El número de vainas ubicado en las ramas es el que define la diferencia significativa del número de frutos totales, siendo de 34.03 y de 25.13 para el menor y mayor DEH respectivamente, reflejándose una diferencia porcentual del 26 % más de frutos totales a favor del primero.

Por otra parte al determinar la biomasa de frutos (Figura 21), las diferencias no fueron significativas en R3, R5 y R7, aunque en el estadio más cercano a cosecha (R7), se determinó una tendencia a la mayor biomasa acumulada a favor del menor DEH por unidad de superficie y por planta.

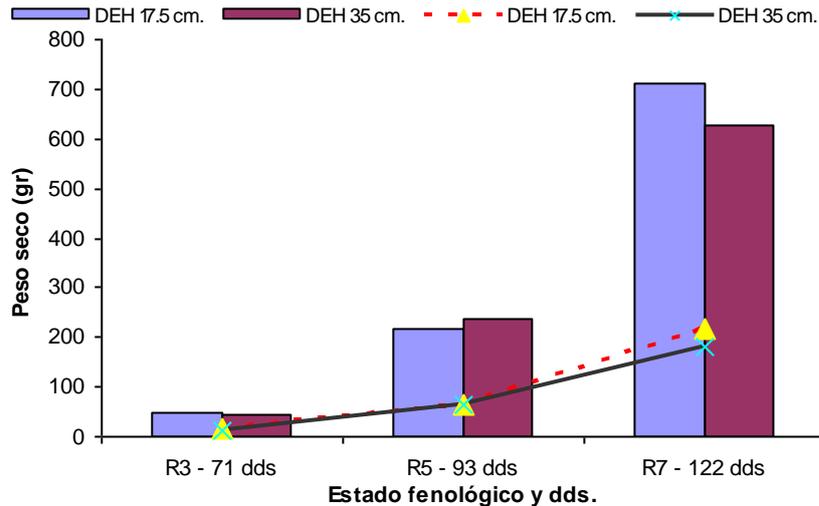


Figura 21: Biomasa de frutos a diferentes DEH , estados fenológicos y dds.

Barras (biomasa de frutos por superficie en gr.m^{-2}) Líneas (biomasa de frutos por planta en $\text{gr} \cdot 10$).

El fruto de de la soja esta compuesto por una vaina dentro de la cual se encuentra un número variable de granos (normalmente entre 1 y 4 granos por vaina) es por ello que al comparar la biomasa de frutos en el estadio R7 de ambos DEH, se observó que el DEH menor produjo un 13% mas de biomasa que el DEH mayor. Entonces si la diferencia de peso de frutos fue del 13% y la diferencia en la cantidad de frutos fue de 26%, esto da la pauta –en observación a cosecha- que el número de frutos vanos, en forma total o parcial, observados en el DEH de 35 cm fue mayor.

Al analizar el efecto que ejerce la barrera de protección sobre el número de frutos a cosecha (Figura 22), no se determinaron diferencias significativas a lo largo del área protegida. Resultados similares –sin diferencias estadísticas - se encontraron en la biomasa de frutos por planta en R3, R5, y R7 (Figura 23).

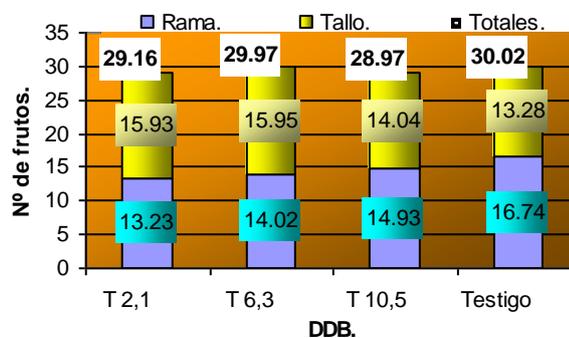


Figura 22: Efecto de la DDB y testigo en el número de frutos en ramas, tallo y totales por planta.

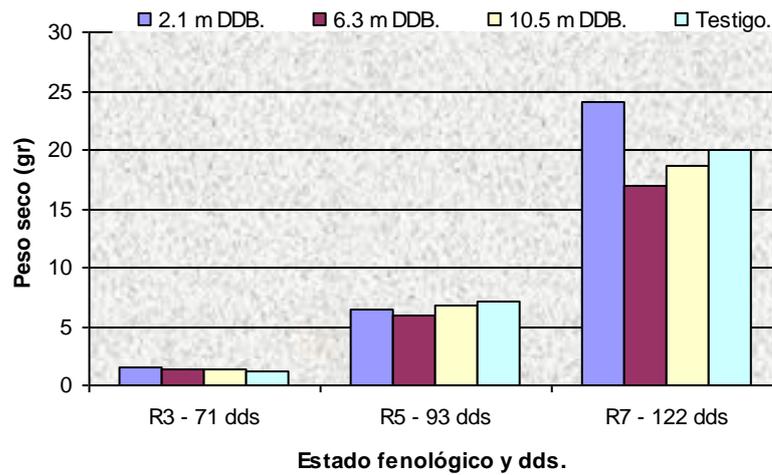


Figura 23: Efecto de la DDB y testigo en el peso seco de frutos por planta.

**Número y peso de grano*

Número y peso de granos están gobernados genéticamente y varían de acuerdo a las condiciones ambientales (Baigorri *et al.*, 2006).

Al determinar el número de granos por fruto (Figura 24), a distintas distancias entre hilera y posiciones (tallo y rama), se observó que no hubo diferencias estadísticas, coincidiendo con Kantolic *et al.* (2003), pues el número de granos por vaina es el subcomponente del rendimiento que presenta más estabilidad ante variaciones ambientales (Baigorri *et al.*, 2006).

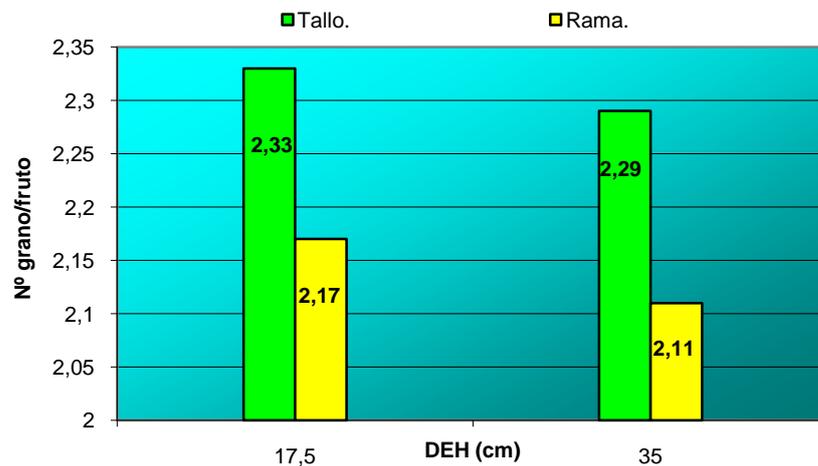


Figura 24: Número de granos por fruto en tallo y rama, a distintas DEH.

Además, se puede apreciar que en ambas situaciones el número de granos por fruto es mayor en los tallo que en las ramas.

Al determinar el efecto de la barrera de protección sobre el número de granos por fruto (Figura 25), no se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos, pero se pudo observar en el sector medio protegido (6.3 m DDB) una manifiesta reducción del número de granos por fruto comparativa con el resto del área protegida (AP) (2.1 y 10.5 m DDB).

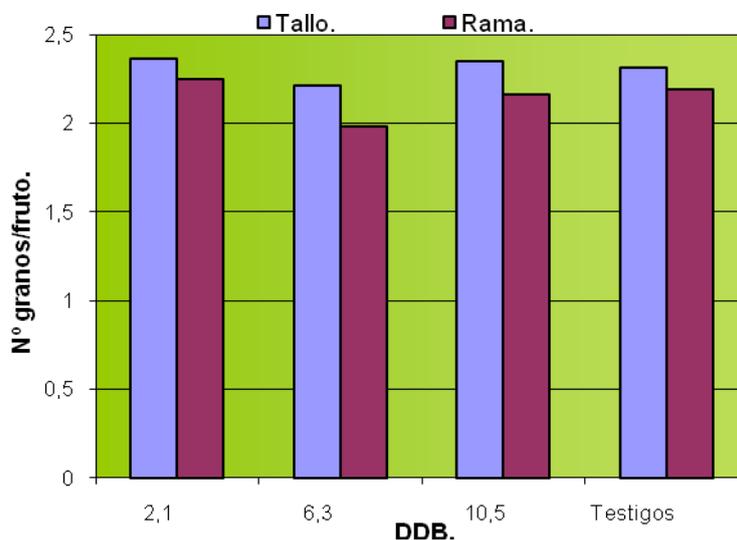


Figura 25: Número de granos por fruto sobre el tallo y rama a distintas DDB.

Se pudo determinar que el número de granos por superficie (Figura 26) fue aproximadamente 24 % mayor en la menor con respecto a la mayor DEH. Este porcentaje mayor en el número de granos por metro cuadrado manifiesta una concordancia con el mayor porcentaje (26 %) de frutos totales a favor de la menor DEH.

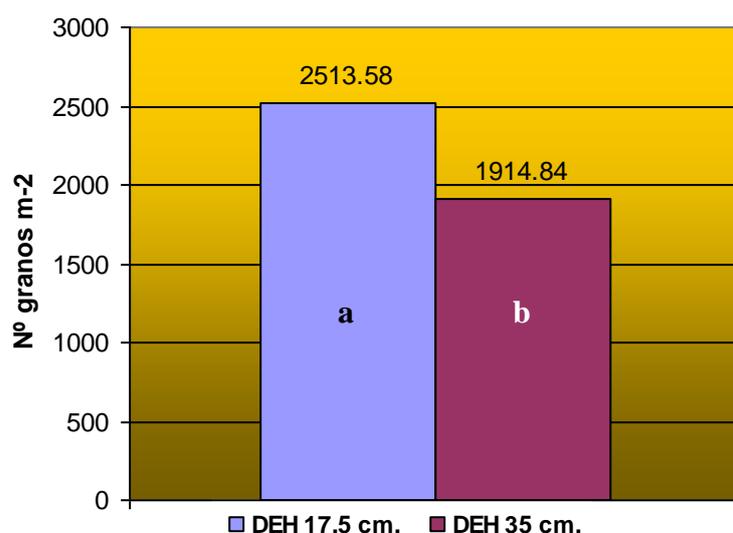


Figura 26: Efecto del DEH en el número de granos por superficie.
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

El peso final del grano puede describirse como una función de su tasa de crecimiento y de la duración del período de llenado (Baigorri *et al.*, 2006).

El peso de los granos es el último de los componentes numéricos del rendimiento en ser determinado y es el reflejo de cuan rápido y durante cuanto tiempo crecieron los granos (Cárcova *et al.*, 2003). El peso seco de los 100 granos de los granos ubicados en tallos fue de 14,9 g, para ambas DEH, mientras que en los ubicados en ramas el peso fue de 14,9 g y 14.7 g, para el menor y mayor DEH respectivamente, valores similares de peso de grano para esta variedad y fecha de siembra determinó Enrico y Bodrero (2009) en la campaña 2004-2005.

Rendimiento

El rendimiento generado por un cultivo de grano, puede ser determinado mediante la ecuación que relaciona el peso por el número de granos existente por unidad de superficie. Otra manera de determinarlo es a través del conocimiento de la biomasa total por unidad de superficie a cosecha y su índice de cosecha (IC) (Cárcova *et al.*, 2003).

El análisis de la interacción entre DEH y DDB sobre el rendimiento (Figura 27) presentó diferencias estadísticas en la menor DDB, en el resto del área protegida – comprendida entre 6.3 y 10.5 mt DDB- si bien no manifestó diferencias estadísticas, si presentó una tendencia en el menor DEH a disminuir el rendimiento con respecto a su testigo, mientras que en la mayor DEH este efecto fue nulo.

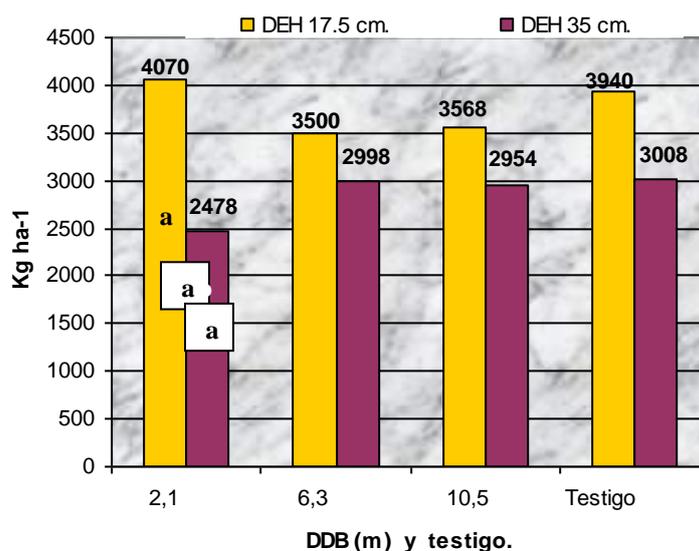


Figura 27: Efecto de la barrera de protección sobre el rendimiento del cultivo a distintas DEH. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Al determinar que el número de granos por superficie fue un 24 % superior en la menor DEH con respecto a la mayor y teniendo en cuenta que el peso de granos, independientemente de su ubicación –rama o tallo-, no presentó diferencias significativas, se puede decir entonces que el número de granos por metro cuadrado, fue el factor que determinó las diferencias significativas del rendimiento encontradas entre las DEH (Figura 28).

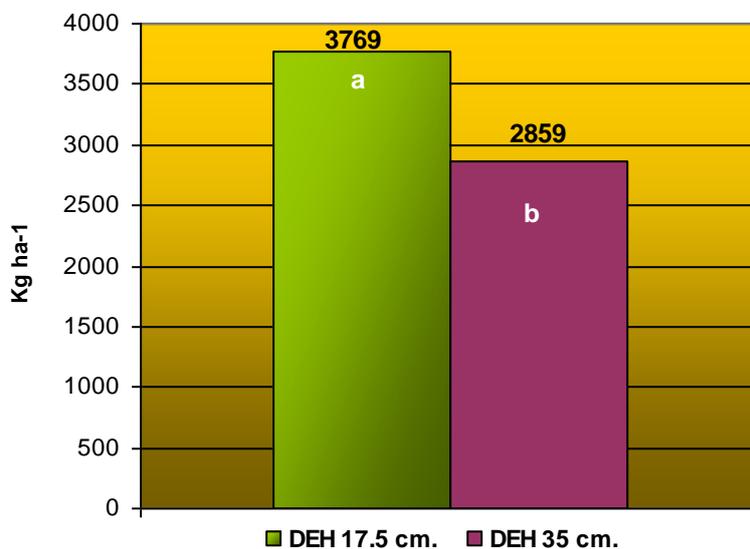


Figura 28: Rendimientos en kg ha⁻¹ a distintos DEH.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Si se toma en cuenta que la precipitación durante el ciclo del cultivo fue superior al promedio (Figura 4), los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Taylor (1980) y Graterol *et al.* (1996) citados por Graterol y Montilla (2003), quienes encontraron diferencias en el rendimiento de soja entre hileras angostas cuando la precipitación fue superior al promedio. Esta variación en el rendimiento a distintos distanciamientos puede ser atribuido fundamentalmente al efecto de la mayor cuadrangularidad que se logra al acortar el DEH manteniendo la misma densidad de plantas.

El índice de cosecha (IC) refleja la partición de fotoasimilados hacia los granos. Habitualmente se lo determina como la relación del peso de granos, en el total de la biomasa aérea (ramas, tallo y frutos) (Cárcova *et al.*, 2003).

El IC presentó diferencias estadísticas significativas en las distintas DEH, siendo de 0.42 para la menor DEH y de 0.35 para la mayor. Si se comparan porcentualmente ambos IC el incremento en el mismo -al disminuir la DEH de 35 a 17.5 cm- es de un 16.6%. Baigorri (1995) citado por Cárcova *et al.* (2003), determinó -en sojas con rendimiento entre 32 y 47 qq ha⁻¹ - IC entre 0.4 y 0.5, además expresa que el IC varía con el genotipo, el ambiente y la interacción genotipo x ambiente. Para este caso la diferencia en el IC determinado a las

distintas DEH puede ser atribuida, como se mencionó anteriormente, al mayor porcentaje de frutos vanos en forma total o parcial que se observaron a cosecha en el mayor DEH.

Eficiencia en el uso del agua

La biomasa producida por unidad de agua consumida expresa la eficiencia con la cual un órgano o cultivo fija carbono en relación con el agua que transpira, y se define como eficiencia en el uso del agua (EUA). La acumulación de biomasa puede expresarse como biomasa total del cultivo o rendimiento en grano, mientras que el agua consumida se expresa como transpiración, evapotranspiración o agua que ingresa al sistema (lluvias) (Dardanelli *et al.*, 2003).

Para este caso se realizó la determinación de la EUA en función de la evapotranspiración real y en base al agua ingresada por lluvias y el rendimiento en granos.

La EUA para estas condiciones de ensayo, presentó diferencias estadísticas al comparar los DEH, al determinarla tanto con ETR como por el total las lluvias durante el ciclo del cultivo. En cuanto a los valores se puede decir que la EUA en la menor DEH fue de 4.3 kg de grano mm^{-1} de lluvia y de 8.57 kg de grano mm^{-1} ETR, mientras que en la mayor DEH fue de 3.26 kg de grano mm^{-1} de lluvia y de 6.5 kg de grano mm^{-1} ETR.

Análisis económico

Este análisis económico permite observar la viabilidad económica de cada alternativa de producción a través del parámetro Margen Bruto (MB). Se pudo concluir que todas las alternativas de producción son viables ya que sus MB son positivos. La alternativa que mejor resultado presenta es la siembra de soja a 17.5 cm DEH sin protección de maíz (**Testigo 17.5 cm**) superando en \$246.9 por hectárea al ensayo que incluye la protección de maíz (**DEH 17.5 cm**). Cabe destacar que cualquiera de las alternativas anteriores arroja mejor resultado que la siembra de soja a 35 cm de DEH con o sin protección de maíz. Por otra parte y teniendo en cuenta el aspecto de la sustentabilidad del sistema, se debería estar evaluando la posibilidad y conveniencia ambiental y económica de la realización de ambos cultivos –soja y maíz- bajo un sistema de rotación.

Cuadro 5: Análisis económico según tratamiento en \$ ha⁻¹.

Parámetros	DEH 17.5 cm.	DEH 35 cm.	Testigo 17.5 cm	Testigo 35 cm.
Precio de soja (\$ qq⁻¹)	63	63	63	63
Rendimiento (qq ha⁻¹)	24,1216*	18,2976*	39,4	30,08
Gastos comercialización (\$)	15%	15%	15%	15%
Ingreso Bruto (\$)	1291,7	979,8	2109,9	1610,8
Precio de maíz (\$ qq⁻¹)	39	39	39	39
Rendimiento (qq 0.36 ha⁻¹)	21,6**	21,6**	0	0
Gastos comercialización (\$)	15%	15%	15%	15%
Ingreso Bruto (\$)	716,04	716,04	0	0
Ingreso bruto total	2007,8	1695,9	2109,9	1610,8
Glifosato 5 l (\$)	47,6	47,6	47,6	47,6
Cipermetrina 150 cm³ (\$)	5,6	5,6	5,6	5,6
Endosulfan	3	3	3	3
Inoculante (\$)	7,3152	7,3152	7,3152	7,3152
Semilla soja	30,24	32	30,24	32
Semilla Maíz	86	86	0	0
Siembra soja	44,8	44,8	44,8	44,8
Siembra maíz	28,8	28,8	0	0
Superfosfato simple	120	120	120	120
Urea	32,832	32,832	0	0
Refertilización	7,938	7,938	0	0
Pulverización	40	40	40	40
Cosecha soja	136,8	103,7	223,4	170,6
Cosecha maíz	75,816	75,816	0	0
CD (\$)	666,7	635,4	522,0	470,9
Incremental del CD (\$) en función a su testigo.	144,8	164,6	0,0	0,0
MB (\$)	1341,0	1060,4	1587,9	1139,9
Incremental MB (\$) en función de su testigo.	-246,9	-79,5	0,0	0,0

Precio de la soja: precio promedio del mes de noviembre del 2006, en www.fyo.com

Valores de insumos y de UTA (\$63): Consulta personal a proveedor de insumos, mes de diciembre 2006.

(*calculado para 0.64 ha. **calculado para 0.36 ha. Superficies que ocupan soja y maíz respectivamente en la técnica de siembra en fajas)

7. Conclusiones

*Los resultados obtenidos permiten concluir que las cortinas protectoras contra el efecto del viento no producen aumentos significativos de rendimientos en años húmedos.

*El mayor rendimiento obtenido a la menor distancia entre hileras 17.5 cm, es determinado en forma total por el número de vainas por planta, ya que el número de granos por vaina como así también el peso de los granos no presentaron diferencias estadísticas entre ambos DEH.

*El peso de los granos fue el componente del rendimiento menos afectado por las condiciones del ensayo.

*Al acortar el distanciamiento entre hileras a 17.5 cm la inserción del primer fruto se produce a no más de 13 cm desde la superficie del suelo, siendo necesario un mayor cuidado en la altura de corte y la velocidad de avance de la cosechadora para disminuir las pérdidas de cosecha y más aún cuando las condiciones del terreno no son óptimas.

8. Consideraciones finales

*Considerando que la variable ambiental –viento- en la zona bajo análisis es una constante durante todo el año, la cortina de protección podría ser una alternativa ventajosa en algunos agroecosistemas de la zona caracterizados por suelos con facilidad de erosión eólica y baja retención hídrica. Con el desarrollo de agricultura conservacionista, que implica entre otras actividades la aplicación de técnicas como la siembra directa y la generación de cobertura vegetal sobre la superficie del suelo, se podría generar una mayor EUA como así también protección del suelo contra la erosión eólica.

*Cuando se analizan experiencias similares se observa una gran diversidad en los resultados, posiblemente debido a la gran cantidad de factores ambientales y procesos fisiológicos que son modificados por las cortinas protectoras y la interacción entre ellos. Esto genera un compromiso a seguir experimentando en esta temática.

9. Bibliografía citada

- ÁLVAREZ, C. y E. MULIN 2004 (a) **El Gran libro de la siembra directa**. CLARIN 2004. 1* ed. Buenos Aires, Argentina. Cuaderno N° 7. p: 172-180.
- ÁLVAREZ, C. y E. MULIN 2004 (b) **El Gran libro de la siembra directa**. CLARIN 2004. 1* ed. Buenos Aires, Argentina. Cuaderno N° 3. p: 40-52.
- AMERICA 2006 **Efectos agronómicos de cortinas**. En: www.america.com.uy/productos/index.php?ndexIdCurrentIndex. Consultado: 15-10-2006.
- ANDRIANI, J.M. 2006 **Estrés hídrico en soja**. INTA Oliveros, Santa Fe. En: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/oleaginosa/soja08.pdf>. Consultado: 15-10-2006.
- BAIGORRI, H.E.J., M.L. BODRERO, E.N. MORANDI, R.A. MARTIGNONE, F.H. ANDRADE y D.R. CROATTO 2006 **Ecofisiología, formación del rendimiento y manejo del cultivo de soja**. Consultado: 15-10-2006
En: [www.cibercampo.com.ar/Agricultura/Soja/Manejocultivode soja.htm](http://www.cibercampo.com.ar/Agricultura/Soja/Manejocultivode%20soja.htm).
- BRAGACHINI M., J. PEIRETTI y D. DAMEN 2007 **Eficiencia de Cosecha de Soja**. INTA PRECOP – EEA Manfredi. En: [http://www.agriculturadeprecision.org/gacetillas/2007/200701 eficienciaSoja.htm](http://www.agriculturadeprecision.org/gacetillas/2007/200701%20eficienciaSoja.htm). Consultado: 10-10-2008.
- CÁRCOVA J. y I. ALBELEDO LOPEZ PEREIRA 2003 **Producción de Granos, bases funcionales para su manejo**. Facultad de Agronomía de la U.B.A.2003. 1* ed. Argentina. Cap. 6. Análisis de la generación del rendimiento : crecimiento, partición y componentes. p: 75-98.
- CISNEROS, J.M., A. CANTERO GUTIÉRREZ, C.G. CHOLAKY, M. REYNERO y J.G. GONZÁLEZ 2004 **Manejo de la condición física de los suelos: manejo del agua. UNRC**. Documento de apoyo didáctico para el curso Uso y Manejo de Suelos. Dpto. Ecología agrícola, FAV – UNRC. Agosto de 2004.
- DARDANELLI, J., D. COLLINO., M.E. OTEGUI Y V.O. SADRAS 2003 **Producción de Granos, bases funcionales para su manejo**. Facultad de Agronomía de la U.B.A.2003. 1* ed. Argentina. Cap. 16. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción de los cultivos de grano. p:377-406.
- EL RIEGO 2008 **Humedad en suelos**. En: http://www.elriego.com/informa_te/abacos/humedad_en_el_suelo.htm Consultado: 10-10-2008.
- ENRICO J.M. y M.L. BODRERO 2009. **Comportamiento de cultivares en diferentes fechas de siembra en oliveros. campaña 2004-05**
En: www.acsoja.org.ar/mercosoja2006/trabajos_pdf/T153.pdf. Consultado: 3-4-2009
- FERRARIS G., L. COURETOT y N. GONZÁLEZ 2006 **Densidad de siembra y espaciamiento en soja: efecto sobre los rendimientos y la estructura de la planta**.

- En: www.fyo.com/granos/produccion/especiales/soja/listado.asp?IdEncabezado=85.
Consultado: 15-10-2008.
- FEHR, W.R. y C.E. CAVINESS. 1977. **Stage of soybean development**. Special Report 80. Iowa State University, Ames, Iowa. P:11
- GIORDA, L. M. y H. E. J. BAIGORRI 1997 **El cultivo de la soja en Argentina**. INTA Centro Regional Córdoba EEA Marcos Juárez – EEA Manfredi. 448 p.
- GOLBERG A.D. y A.G. KIN. 2003. **Viento, suelo y plantas**. Buenos Aires Ediciones INTA. 160p.
- GRATEROL Y. y D. MONTILLA 2003. **Efecto de distancias de siembra y poblaciones sobre el comportamiento de dos cultivares de Soya de crecimiento indeteminado**.
En: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-336120030003000006&lng=es&nrm=iso. ISSN 1316-3361. Consultado: 17-12-2008.
- INFOAGRO 2006 **Exigencias en clima y suelo**. En: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.asp#2. EXIGENCIAS EN CLIMA Y SUELO. Consultado: 15-10-2006.
- INFOSTAT 2002 **Versión 1.1 profesional**. Universidad Nacional de Córdoba. Estadística y diseño FCA.
- JAJA 2006 **Historia de la soja** En: www.jaja.cl/?a=1452. Consultado: 15-10-2006.
- KANTOLIC, JIMÉNEZ y DE LA FUENTE 2003. **Producción de Granos, bases funcionales para su manejo**. Facultad de Agronomía de la U.B.A. 2003. 1ª ed. Argentina. Cap. 9. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja. p: 167-193.
- KIN A. y LENDENT 2003. **Efecto del viento sobre las plantas**. Viento, suelo y plantas. Buenos Aires Ediciones INTA. 160p.
- KRUK, B. y E. SATORRE 2003 **Producción de Granos, bases funcionales para su manejo**. Facultad de Agronomía de la U.B.A. 2003. 1ª ed. Argentina. Cap. 13. Densidad y arreglo espacial del cultivo. p: 307-309
- MAIZAR 2008 **EL ABC DE LA SIEMBRA. Puntos a tener en cuenta para una buena implantación del cultivo**. En: <http://www.maizar.org.ar/abc.php>. Consultado: 29/04/2008.
- MELCHIORI, R.J.M. 2008 **Distanciamiento entre surcos, densidad de siembra y hábitos de crecimiento en siembra de soja de segunda**. En: http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/soja/evaluacion_manejo/Soja_de_Segunda.pdf. Consultado: 18/10/2008.
- MONDITO, M.H. y D.G. GOMEZ 2006 **Evolución de la intercepción de la radiación incidente y la producción de biomasa en soja de siembras extra tempranas a**

- diferentes espaciamientos.** En: www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php. Consultado: 15-10-2006.
- RABELA, C. 1978. **Cortina rompe vientos: su importancia a nivel de las explotaciones agropecuarias y de la región.** Información agropecuaria.
- RADKE, J.K. y HAGSTROM, R.T. 1973. **Plant-water measurements on soybeans sheltered by temporary corn windbreaks.** Crop Sci. 13:543-548
- RAVELO, A.C. y R. SEILER 1975. **Influencia del efecto protector de cortinas de maíz en los rendimientos de un cultivo de soja.** IDIA suplemento N° 31. p: 64-70.
- RITCHIE, S.W., H.E. THOMPSON y G.O. BENSON 2006 **Cómo se desarrolla una planta de soja.** Traducción de H.E.J. Baigorri. En: www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php. Consultado: 15-10-2006.
- SAGPYA 2006 **Indicadores del sector sojero 2003/2004.** En: www.sagpya.mecon.gov. Consultado: 15-10-2006.
- VIALE, S.N., E. GUEVARA y M. DEMAESTRI 2006 **Guía temática de la línea de fruticultura.** Producción Vegetal. Dpto. Producción vegetal, FAV – UNRC. 2 p.

10. Anexos:

Anexo 1: Detalle de cultivo de soja en estadio R3 entre fajas de protección de maíz.



Anexo 2: Detalle de cultivo de soja a distintas DEH en estadio R7.



