

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA DISTANCIA ENTRE HILERA EN SOJA EN EL
DESARROLLO DE LAS MALEZAS Y EN EL RESULTADO DE CONTROL DE
LA APLICACIÓN DE TRATAMIENTO HERBICIDA**

por

**Felipe José GARCÍA LORENZO
Andrés María OTT MENDY**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2012**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Grisel Fernández.

Ing. Agr. Juana Villalba.

Ing. Agr. Daniel Torres.

Fecha: 17 de abril de 2012

Autor:

Felipe García Lorenzo.

Andrés Ott Mendy.

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias que siempre apoyaron de forma incondicional. A nuestros amigos que participaron directamente en el trabajo de campo y a aquellos que de una forma u otra hicieron que la carrera haya sido tan disfrutable. Y por último, pero no por eso menos importante, a nuestra tutora de tesis Ing. Agr. Grisel Fernández, quien estuvo siempre presente cada vez que la necesitamos.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pagina |
|--|--------|
| PÁGINA DE APROBACIÓN | II |
| AGRADECIMIENTOS | III |
| LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES | V |
| 1. <u>INTRODUCCIÓN</u> | 1 |
| 2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> | 2 |
| 2.1. EFECTO DE LAS MALEZAS EN SOJA | 2 |
| 2.2. LA COBERTURA COMO FACTOR DE MANEJO DE MALEZAS | 4 |
| 2.2.1. <u>Cobertura y efecto del espaciamiento entre hileras</u> | 4 |
| 2.2.2. <u>Cobertura y efecto del cultivo o cultivar</u> | 6 |
| 2.2.3. <u>Cobertura y deposición de herbicidas</u> | 8 |
| 3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> | 10 |
| 3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO | 10 |
| 3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS | 10 |
| 3.3. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN | 12 |
| 3.4. DETERMINACIONES..... | 12 |
| 3.5. ANALISIS ESTADÍSTICO..... | 13 |
| 4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> | 14 |
| 4.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL PERÍODO EXPERIMENTAL .. | 14 |
| 4.2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA DETERMINACIÓN DEL ENMALEZAMIENTO | 15 |
| 4.3. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA EFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO HERBICIDA. | 24 |
| 4.4. ALGUNAS CONSIDERACIONES ADICIONALES RESPECTO A LOS EFECTOS DE LA DISTANCIA ENTREHILERAS..... | 27 |
| 5. <u>CONCLUSIONES</u> | 29 |
| 6. <u>RESUMEN</u> | 30 |
| 7. <u>SUMMARY</u> | 31 |
| 8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> | 32 |

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

| Cuadro No. | Página |
|--|--------|
| 1. Características de crecimiento de los cultivares evaluados..... | 10 |
| 2. Número de evaluaciones con sus respectivas fechas. | 14 |
| 3. Resumen de los resultados del análisis de daño. | 26 |
| 4. Tabla de frecuencia de observaciones con niveles de daño de 0 a 20%, 20 a 40%, 40 a 60%, 60 a 80% y 80 a 100% para 25 cm y 50 cm de distancia entresurco..... | 26 |
| 5. Tabla de frecuencia de observaciones con niveles de daño de 0 a 20%, 20 a 40%, 40 a 60%, 60 a 80% y 80 a 100% para los cultivares Don Mario y Nidera A..... | 27 |
| | |
| Figura No. | |
| 1. Croquis del experimento. | 11 |
| 2. Ubicación de las sub-muestras. | 11 |
| 3. Precipitaciones y temperaturas registradas en la EEMAC durante el período de investigación comparadas con el promedio histórico (1980- 2009). | 14 |
| 4. Contribución porcentual de las distintas especies de malezas al momento de la primera evaluación (56 dps). | 16 |
| 5. Población de Echinochloa sp. por m ² según las distintas distancias entre hileras en la fecha 1. | 17 |
| 6. Población de Echinochloa sp. por m ² según las distintas distancias entrehileras en la fecha 2. | 18 |
| 7. Población de Echinochloa sp. por m ² según las distintas distancias entre hileras en la fecha 3. | 19 |
| 8. Contribución de las principales especies en porcentaje en la fecha 4. | 20 |

| | |
|---|----|
| 9. Efecto del cultivar en la densidad de crucíferas en la fecha 4. | 21 |
| 10. Efecto de la distancia entrehileras en la densidad de crucíferas en la fecha 4. | 22 |
| 11. Efecto de la distancia entrehileras en la densidad de capín en la fecha 4.. | 23 |
| 12. Porcentajes de control (reducción en número de plantas) según distancia entrehilera en las dos especies predominantes..... | 25 |
| 13. Densidad de capín (No. pls. m ²) según distancia entrehilera en la fecha 5 (12 días post-tratamiento herbicida). | 28 |

Foto No.

| | |
|---|----|
| 1. Cobertura de malezas en el entresurco en la fecha 4..... | 20 |
|---|----|

1. INTRODUCCIÓN

El Uruguay, con un sistema de producción históricamente ganadero, ha vivido en los últimos años grandes transformaciones en la producción agropecuaria. Los favorables precios de los granos a nivel internacional, la siembra directa y la introducción de la soja transgénica resistente al glifosato han modificado en forma considerable las características de la agricultura y aumentado fuertemente el área sembrada de soja en todo el país, pasando de 9.000 hectáreas en 1999 a cerca de 900.000 hectáreas en el año 2010.

La generalización del cero laboreo, sumado a la introducción de la soja RR, ha determinado un intensivo y casi exclusivo uso del glifosato, determinando el incremento de especies de malezas tolerantes así como aumentando el riesgo de aparición de resistentes.

En la necesidad de asegurar la sustentabilidad de la agricultura, se torna importante el estudio de medidas alternativas o complementarias de control de malezas que permitan la optimización en el uso de glifosato.

Buscando contribuir en la generación de información sobre manejos alternativos que permitan plantear un uso más racional de herbicidas en soja, se planteó el presente estudio el que tuvo por objetivos evaluar el efecto del acortamiento de la distancia entrehilera y del cultivar en el control de malezas, así como el efecto de éstos factores en la eficiencia del tratamiento herbicida.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EFECTO DE LAS MALEZAS EN SOJA

Entre los factores que interfieren importantemente en la producción de soja se encuentran las malezas. Estas compiten por agua, luz, nutrientes y espacio, reducen la productividad del cultivo y aumentan los costos de producción. También influyen en las operaciones de cosecha, causando pérdidas y contaminaciones, reducen la calidad y deprecian el producto cosechado (Silva et al., citados por Melo et al., 2001)

Las pérdidas de rendimiento resultan el efecto más trascendente y según Marochi, citado por Melo et al. (2001), éstas se relacionan fundamentalmente con el período de coexistencia o duración de la competencia y el tipo y la densidad de infestación.

Chandler et al. (2001) en su estudio, encontraron que el rendimiento en soja es fuertemente influenciado por la duración del período de competencia de malezas. Cuando las parcelas de soja estuvieron enmalezadas durante todo el ciclo del cultivo, el rendimiento se redujo un 33%. Sin embargo, cuando la soja se mantuvo libre de malezas hasta el estadio V1, unifoliolado, no hubo pérdidas en el rendimiento por la emergencia de las malezas que crecieron después comparando con las parcelas que estuvieron libres de malezas todo el ciclo de la soja.

En otro trabajo con objetivos similares Harder et al. (2007) encontraron que el rendimiento en soja creciendo libre de malezas y cuando se controló la maleza antes de alcanzar una altura de 10 cm, no difirieron. En este mismo estudio cuando las malezas convivieron con el cultivo durante todo el ciclo redujeron el rendimiento un 46 a 66%.

Según Swanton y Weise (1991) la identificación del período crítico de control de malezas (PCCM) resulta primordial para el óptimo diseño del sistema de control de malezas en la mayoría de los cultivos. El PCCM se define como el período dentro del ciclo del cultivo durante el cual las malezas deben ser controladas para prevenir pérdidas en el rendimiento (Nieto et al. 1968, Zimdahl 1988, Knezevic et al. 2002).

Las malezas que emergen antes o después del PCCM no deberían representar una amenaza para el rendimiento del cultivo. Por esta razón es que algunos trabajos sugieren en soja controlar a partir de la segunda trifoliolada hasta el inicio de las vainas. Esta información puede ayudar a los productores a tomar decisiones en la necesidad de control de malezas y en que momento hacerlo.

La duración del PCCM al igual que la relación cultivo-maleza puede variar dependiendo de diferentes factores, incluyendo las características del cultivo y de las malezas, variables ambientales (Hall et al., 1992), y prácticas de manejo tales como densidad de siembra y distancia entre hileras (Teasdale, 1995).

Investigaciones realizadas por Papa et al. (1997) demostraron que una planta de *Amaranthus quitensis* por metro lineal interfiriendo durante todo el ciclo del cultivo, puede causar una reducción en el rendimiento del 23 %; una planta de *Datura ferox* por metro lineal, un 29 % y una de *Chenopodium album* por metro lineal, un 35 %, destacando diferencias entre especies de malezas.

Las variaciones relacionadas a la especie de maleza en competencia también se han determinado para los efectos de pérdida al momento de la cosecha. En el mismo estudio citado anteriormente las pérdidas ocurridas durante la labor de cosecha, derivadas de la presencia de malezas, se estimaron 225 kg/ha en un lote con alta infestación de *Cynodon dactylon* y en 118,5 kg/ha en un lote con *Amaranthus quitensis* y *Sorghum halepense*. Estas pérdidas son debidas, principalmente, a la acción del cabezal de la cosechadora, a tallos volcados por el molinete y vainas caídas.

La trascendencia de los efectos de la interferencia de las malezas en la productividad de la soja hacen del control de las mismas un factor de manejo primordial. Si bien el control químico resulta el más utilizado en este cultivo la investigación ha demostrado importantes complementos de la utilización de medidas de control cultural y particularmente los manejos que permitan modificaciones a nivel de la cobertura.

2.2. LA COBERTURA COMO FACTOR DE MANEJO DE MALEZAS

2.2.1. Cobertura y efecto del espaciamiento entre hileras

La variación en la distancia entre hileras ha demostrado ser un método de manejo cuando no el principal con el cual se puede variar la competitividad del cultivo de soja.

Como punto destacado para el manejo de malezas, quizás la influencia más grande que presenta la distancia entre hileras angosta en soja es la reducción de la cantidad de luz que llega a la superficie del suelo y en la reducción del tiempo que demora la soja en lograr un cierre completo de la canopia. Tanto Puricelli et al. (2003) como Steckel y Sprague (2004) detectaron menor radiación en la superficie del suelo en distancias angostas comparado con anchas a lo largo de la mayoría del período de crecimiento con importantes efectos sobre el desarrollo de malezas.

Mickelson y Renner, citados por Dalley et al. (2004) reportan que soja sembrada a bajas distancia entre hileras (19 cm) presenta 30% menos de biomasa de malezas que aquella sembrada a distancias mayores (76 cm). Similarmente Yelverton y Coble (1991) encontraron que la reducción del espaciamiento entre hileras de 91 a 23 cm redujo la densidad de malezas de 159 a 24 malezas/10 m² y su biomasa de 1413 a 336 g/10 m².

Patterson et al., citados por Pires et al. (2001), trabajando con una separación de 15, 30, 45 y 90 cm entre filas en soja y en competencia con *Senna obtusifolia* y *Xanthium strumarium*, encontró que a mayor espaciamiento de entre fila mayor biomasa seca de malezas y además existió una reducción de la biomasa de la soja. La producción de biomasa de el cultivo no se vio afectada por los cambios en el espaciamiento de entre filas en soja libre de malezas. Sin embargo, en competencia con las malezas, el rendimiento de soja disminuyó y la biomasa de las malezas aumentó con mayor espacio entre las líneas.

Resultados de otros estudios también revelaron que en distancias angostas la soja alcanza un cierre completo de la canopia más rápidamente que a distancias anchas (Shibles y Weber, citados por Bradley, 2006).

Aparentemente, el reducir la distancia entre hileras en soja este permite un cierre más completo de la canopia debido a que la intercepción de la luz

resulta siempre mayor en soja sembrada a distancias angostas que a mayores distancias. En un trabajo en este tema Dalley et al. (2004) encontraron que distancias entre hileras angostas interceptaron el 98% o más de la luz solar quedando muy poco para el desarrollo de las malezas que se encontraban por debajo de la canopia del cultivo. El cierre de la canopia ocurrió más tarde en la soja sembrada a mayores distancias, y los niveles de luz interceptados nunca alcanzaron aquellos que se lograron a menores distancias. Según los autores esto hace menos competitivo a los cultivos sembrados a distancias anchas.

Por ejemplo, en una de las investigaciones sobre el efecto del distanciamiento entre hileras en el control de malezas, Burnside y Colville, citados por Bradley (2006) reportaron que la soja creciendo a 25 cm entre filas sombrearon completamente el suelo 22 días antes que la soja creciendo a 76 cm.

De la misma forma Carey y Defelice (1991) encontraron que soja sembrada a 19 cm entre filas cierran su canopia 20 días antes que la soja que crece a 76 cm, mientras que Nelson y Renner (1999) reportaron un cierre de canopia en soja 45 y 80 días después de sembrada para 19 y 76 cm respectivamente.

Igualmente, Mickelson y Renner (1997) concluyeron que el cierre completo de la canopia ocurre mucho antes en distancias angostas, aproximadamente 50 días luego de la siembra contra 95 días para la soja sembrada a distancias de entre filas anchas.

La implicancia práctica de estos resultados es que sembrando soja en distancias de entre hileras anchas se reduce la tolerancia del cultivo frente a malezas en etapas iniciales y se hace necesario realizar controles más tempranos en comparación con casos de distancias más angostas. En contraste, una reducción en la distancia aumenta la tolerancia de la soja frente a las malezas y requiere programas de manejo de control menos intensos (Knezevic et al., 2003).

Según Rassini y Durigan, citados por Melo et al. (2001), la más rápida cobertura del suelo al disminuir la interferencia de malezas permitiría reducir las dosis de herbicidas a utilizar en el control aludiendo al efecto complementario en el manejo de malezas de esta medida cultural.

En el trabajo de Pandey et al. (2004) el espaciamiento entre hilera no tuvo influencia significativa ni en la densidad ni en la materia seca de las malezas. Sin embargo, la eficiencia de control de las malezas fue notoriamente mayor en las distancia entre hileras angosta (30 cm) ensayadas comparadas con las más anchas (60 cm). En la investigación llevada a cabo

por Ruedell et al., citados por Pires et al. (2001), no hubo diferencias en la biomasa de malezas usando diferentes espaciamientos y dosis de herbicidas.

Bradley (2006) demostró que la disminución de la distancia entre hileras puede tener además significativos impactos en la población de malezas permitiendo manejos del enmalezamiento a largo plazo. Según Harder et al. (2007) las malezas que emergen tarde dentro del ciclo del cultivo aún no reduciendo el rendimiento pueden contribuir a aumentar el banco de semillas y las futuras infestaciones en los próximos años.

2.2.2. Cobertura y efecto del cultivo o cultivar

El uso de cultivos competitivos en conjunto con métodos mecánicos y culturales de control de malezas pueden proveer una alternativa viable para controlar las malezas (Mulder y Doll, 1993). Por otra parte, Christensen, citado por Kim et al. (2010) sostiene que cultivares más competitivos tienen menor requerimientos de herbicidas pudiéndose utilizar dosis menores a las recomendadas para el control efectivo de malezas

La diferencia en competitividad está asociada con características morfológicas, fenológicas y fisiológicas de los cultivares. Se han realizado grandes esfuerzos para identificar características específicas de los cultivos responsables de su competitividad y especialmente características morfológicas. La altura de la planta ha sido enfatizada por muchos investigadores como una importante variable de competitividad en varios cultivos (Wicks et al. 1994, Seavers y Wright 1999). También el tamaño de la hoja, área y su inclinación están íntimamente relacionados a la competitividad. Cultivares con hojas anchas, largas y recurvadas resultan más competitivos que aquellos con hojas pequeñas, cortas y erectas (Cudney et al. 1991, Seavers y Wright 1999).

Bennett y Shaw (2000) estudiando cultivares de igual ciclo encontraron que un cultivar tardío y de alto porte redujo la producción de semillas de malezas y su tamaño comparado con un cultivar tardío pero de bajo porte, presuntamente por el aumento de la capacidad de competencia de los cultivares altos.

Se ha propuesto que la altura de la planta, área y forma de la hoja pueden determinar capacidad de sombreado, lo cual ha sido demostrado como un importante componente de la competitividad en cultivos (Wicks et al., 1994), rápido vigor inicial y una temprana cobertura del suelo (Burnside y Wicks,

1972). La competitividad del cultivo también depende de otras características morfológicas y fisiológicas, tales como acumulación de materia seca (Lemerle et al., 1996), consumo de nutrientes y las tasas relativas de desarrollo fenológico (Cousens et al., 1991).

Como fuera recientemente destacado, la competitividad está íntimamente correlacionada con la capacidad de cobertura del suelo y el área foliar de cultivo, por lo que cultivares bien establecidos con gran cobertura del suelo y gran índice de área foliar incrementarán el sombreado suprimiendo así el crecimiento de las malezas (Richards y Whiting, citados por Kim et al., 2010).

Como estas características están relacionadas entre sí y su importancia depende de los estados de crecimiento y especies de malezas, es obvio que la competitividad de un cultivar o de un determinado cultivo no puede ser explicada simplemente por una sola característica, sino por una combinación de muchas características interactuando. Por esto, la competitividad debe ser considerada como una función de la canopia y composición del cultivo, determinado por una combinación de características morfológicas (Kim et al., 2010).

Otra característica relacionada con los cultivares es el largo del ciclo. En soja, los diferentes cultivares se clasifican según el grado de madurez (GM) el cual varía según el largo del ciclo. Los GM van desde 0 hasta VIII en donde 0 representa a los cultivares de ciclo más corto (90 – 95 días) y aumenta progresivamente hasta llegar a VIII en donde se encuentran los cultivares de ciclo más largo (190 – 195 días).

Según Nordby et al. (2007) existen diferencias en el desarrollo de la canopia entre algunos cultivares de soja. En sus trabajos observaron el ancho de la canopia puede variar dependiendo del grupo de madurez, resultando mayores coberturas en los cultivares de madurez más tardía. La selección de un cultivar de madurez más tardía permitiría una mayor flexibilidad en el momento de aplicación en función de su capacidad de supresión de malezas.

Bennett y Shaw (2000) afirman que el uso de cultivares de madurez temprana puede resultar en un menor número de malezas, más pequeñas y menos vigorosas además de reducir el peso y la producción de semillas de dichas malezas, todo esto debido a las fechas de cosecha más tempranas.

2.2.3. Cobertura y deposición de herbicidas

Como se discutiera anteriormente la capacidad de desarrollar una rápida cobertura puede ser determinante de una importante competitividad frente a malezas. Sin embargo esta característica puede también determinar dificultades en la intercepción de la pulverización cuando se aplican herbicidas, fungicidas e insecticidas resultando en una menor deposición sobre las malezas objetivo.

Aunque cultivares competitivos puedan inhibir más el crecimiento de las malezas, la reducida cantidad de herbicida depositado sobre ella puede resultar en un pobre control. Así, la estructura de la canopia del cultivo puede determinar no solo la capacidad de competencia del cultivo, si no también la deposición del herbicida en las malezas y su resultado de control.

En los estudios realizados por este mismo autor (Kim et al., 2010) aún corroborándose que las malezas reciben diferentes cantidades de herbicida en cultivos con diferente cobertura, no pudo demostrarse correlación significativa entre cantidad de herbicida depositado en las malezas objetivo y su control. Sin embargo, sí encontraron diferencias de control entre los cultivares estudiados. Observaron que la efectividad del herbicida en diferentes cultivares estuvo relacionada con su competitividad y no simplemente por la cantidad de herbicida depositado en las plantas objetivo.

Sin embargo, Cigana (2009), observó que un aumento del espaciamiento entre hilera de 0,40 m a 0,60 m permite un mayor deposito de gotas/cm² del orden de 3,11 veces. También Madalosso, citado por Cigana (2009) demostró que mayores distanciamientos entre hileras favorecen la penetración de gotas de la pulverización de fungicida hacia el interior de la canopia, posibilitando así alcanzar el tercio inferior de la planta.

Nelson y Renner, citados por Pires et al. (2001), evaluando la eficacia de herbicidas en el control de malezas dicotiledóneas en soja cultivada en dos espaciamientos (19 y 76 cm), observaron incrementos de control cuando el espaciamiento se redujo, causando una reducción en la biomasa de las malezas en el espacio más pequeño. Resultados similares obtuvieron Harder et al. (2007), en donde la densidad y biomasa de las malezas luego de una aplicación de glifosato fueron menores a 19 cm comparado con distancias de 76 cm entre hileras. La densidad de malezas a 3, 4 y 5 semanas luego del tratamiento (glifosato) y su biomasa fueron también menores a 38 cm comparando con 76 cm.

Considerando los trabajos citados en el ítem anterior podría pensarse que el mayor efecto de la cobertura tuvo relación con su impacto a nivel de desarrollo de las malezas con independencia de los posibles efectos en la intercepción del herbicida que no fueron determinados.

En el trabajo de Pires et al. (2001), aún cuando tampoco se midió la deposición de herbicidas se estimó el efecto de 3 distancias entre hileras (20, 40 y 60 cm) con la aplicación de el 100%, 75, 50 y 25% de la dosis recomendada de fluazifop-p-butyl + fomesafen en el control de *Brachiaria plantaginea*. Si bien se alcanzaron, con la dosis de 50%, niveles satisfactorios de control similares a, los obtenidos con la dosis completa, en la distancias de 40 y 60 cm, en la distancia menor, de 20 cm, el control fue significativamente menor y no satisfactorio. Los autores sostienen que este resultado es consecuencia de las dificultades de intercepción en distancias entre hileras tan bajas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en un área del Campo Experimental de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía, ubicado en el departamento de Paysandú, Uruguay (Latitud 32° 22' 34" S, 56° 03' 31" W.), sobre suelo Brunosol Éutrico Típico de la unidad “San Manuel”, formación Fray Bentos según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay 1:1000000 (Altamirano et al., 1976), en el período de octubre 2010 a marzo 2011.

3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El diseño experimental consistió en un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial de los tratamientos. Fueron 4 tratamientos, resultado de la combinación de dos variedades de soja del mismo grupo de madurez, intermedio (DM 5.8i y A 5909) en dos distancias entre hileras (50 y 25 cm), con 3 repeticiones.

Los cultivares utilizados en el experimento fueron Don Mario 5.8i y Nidera A 5909. En el Cuadro 1 se detallan las principales características de ambos.

Cuadro 1. Características de crecimiento de los cultivares evaluados.

| Característica | Cultivar A 5909 | Cultivar DM 5.8i |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Grupo | V largo | V largo |
| Hábito de crecimiento | Indeterminado | Intermedio |
| Tipo de planta | Erecta - ramificada | Gran frondosidad |
| Altura de planta (cm) en experimento al momento de la aplicación | 88 (siembra a 25 cm) | 94 (siembra a 25 cm) |
| | 84 (siembra a 50 cm) | 94 (siembra a 50 cm) |
| Días a floración | 65 | 55 |
| Días a maduración | 160 | 130 |

El área total del experimento resultó de 0,6 hectáreas, con parcelas de 50 m x 10 m y la disposición de los tratamientos en el campo resultó como se muestra en el croquis siguiente:

| Bloque I | Bloque II | Bloque III |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| DM 5.8i (50 cm) | A 5909 (25 cm) | A 5909 (25 cm) |
| A 5909 (25 cm) | A 5909 (50 cm) | A 5909 (50 cm) |
| DM 5.8i (25 cm) | DM 5.8i (50 cm) | DM 5.8i (50 cm) |
| A 5909 (50 cm) | DM 5.8i (25 cm) | DM 5.8i (25 cm) |

Figura 1. Croquis del experimento.

Dentro de cada parcela o unidad experimental se marcaron al azar 4 áreas fijas en las que se realizaron siempre los muestreos. Estas áreas tuvieron una superficie igual a 0,25 m² en todos los casos, de 50 cm x 50 cm en los tratamientos con distancia entre hileras de 50 cm y de 25 cm x 100 cm en los tratamientos con distancia entrehilera de 25 cm.

La localización de las áreas fijas se muestra en el croquis siguiente, representadas con puntos.

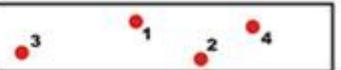
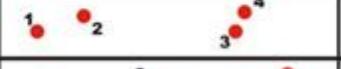
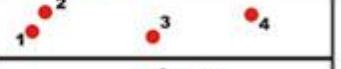
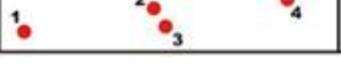
| Bloque I | Bloque II | Bloque III |
|---|--|---|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Figura 2. Ubicación de las sub-muestras.

3.3. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

El experimento se inició el 12 de octubre cuando se sembraron en directa los 2 cultivares en las 2 distancias a estudiar, a la densidad de 350 mil plantas/ha. En los primeros días de diciembre se procedió al marcado de las 4 áreas fijas por parcela. El 29 de diciembre se realizó la aplicación del tratamiento herbicida que consistió en una mezcla de glifosato (Panzer Gold 2,25 l) + Diclosulam (Spider 25 g).

3.4. DETERMINACIONES

Las determinaciones consistieron en evaluaciones de la densidad de malezas, eficiencia de control y nivel de daño.

La densidad de malezas se estimó a partir del número diferenciado por especie y grado de desarrollo a intervalos regulares a partir del 7 de diciembre tal como Figura en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Número de evaluaciones con sus respectivas fechas.

| Evaluación | Fecha | Días post siembra (dps) |
|-------------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | 07/12/2010 | 56 |
| 2 | 16/12/2010 | 65 |
| 3 | 21/12/2010 | 70 |
| 4 | 29/12/2010 | 78 |
| 5 | 10/01/2011 | 90 |
| 6 | 21/01/2011 | 101 |
| 7 | 31/01/2011 | 111 |
| 8 | 22/02/2011 | 133 |

Los grados de desarrollo diferenciados variaron dependiendo de las especies y refirieron en general al número de hojas desarrolladas, estados de macollaje y distintos estadios reproductivos.

Para la estimación de la eficiencia de control se utilizaron las evaluaciones de densidad en las fechas pre y post-aplicación del tratamiento herbicida. La lectura de daño se realizó en la fecha posterior a la aplicación (fecha 5) procediéndose a determinar el total de malezas con síntoma de daño (detenciones de crecimiento, amarillamientos y necrosis) en cada área fija y se expresó como porcentaje.

3.5. ANALISIS ESTADÍSTICO

Los resultados del experimento fueron analizados usando un modelo lineal general de bloques completos con tratamiento en factorial de cultivares por distancias tal como se detalla a continuación.

Modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \beta_k + C_i + D_j + CD_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} : Es la variable aleatoria de interés

C_i : Efecto relativo de la Variedad

D_j : Efecto relativo de la Distancia entre hileras

$(CD)_{ij}$: Interacción Variedad – Distancia

B_k : Efecto relativo del Bloque

En donde:

i : 1, 2 (Variedad)

j : 1, 2 (Distancia entre hileras)

k : 1, 2, 3 (Bloque)

Supuestos del modelo:

El modelo es correcto.

Aditivo.

No hay interacción bloque – tratamiento.

Los errores (b) no son independientes.

Las variables analizadas fueron el promedio de los submuestreos realizados en cada parcela. Fue estudiado el comportamiento de los errores del modelo ajustado con los promedios, considerándose poco apartado de la normalidad, por lo cual no fue realizada ninguna transformación de los datos.

Los análisis fueron realizados por fecha y para la comparación de medias cuando fue necesario, se utilizó Tukey al 5% y al 10% en algunos casos. En cuanto a la variable porcentaje de daño, no fue posible realizar ANAVA por la mínima variabilidad de sus datos y sólo se calcularon los principales estadígrafos y tablas de frecuencia con las observaciones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan y discuten los resultados obtenidos agrupados en 4 grandes ítems. El primero referente a algunas consideraciones de las particularidades climáticas del período experimental. Los siguientes 3 constituyen la exposición y discusión de los resultados relativos a los efectos de la distancia entrehileras y el cultivar en el enmalezamiento y la efectividad del tratamiento herbicida, así como las consideraciones de la combinación de estos efectos.

4.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL PERÍODO EXPERIMENTAL

Las condiciones climáticas del año resultaron particulares condicionando importantemente la expresión del enmalezamiento y en consecuencia los resultados del presente estudio.

Durante el período inicial del cultivo, octubre, noviembre y parte de diciembre, las lluvias fueron muy escasas (Figura 3) inhibiendo la emergencia de malezas durante ese período.

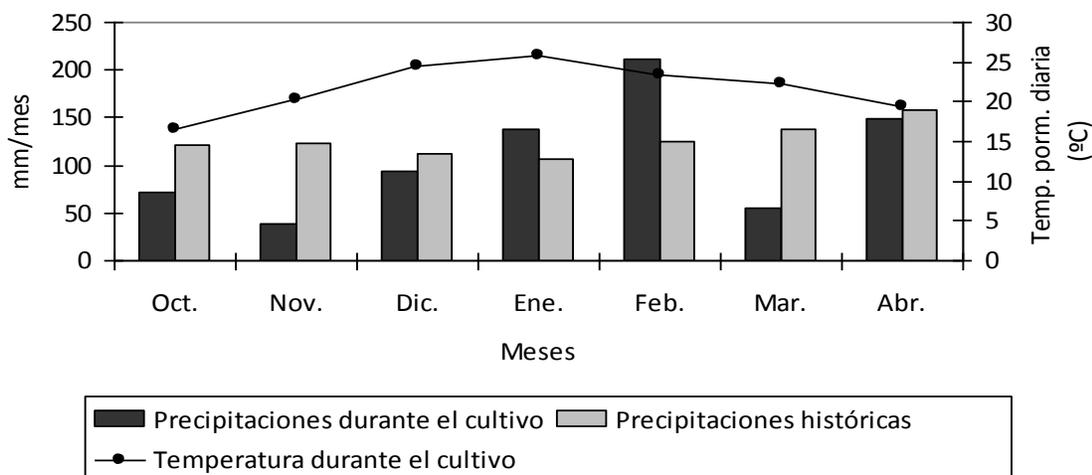


Figura 3. Precipitaciones y temperaturas registradas en la EEMAC durante el período de investigación comparadas con el promedio histórico (1980- 2009).

Como se puede observar en la Figura anterior, las precipitaciones en el período experimental fueron considerablemente menores al promedio histórico. A partir de fines de diciembre, durante enero y febrero, las precipitaciones fueron normales, aún superiores al promedio histórico levantando las restricciones hídricas que se presentaron en las primeras etapas del cultivo.

Esta particularidad en la distribución de las lluvias tuvo impacto a nivel de la emergencia de las malezas determinando un enmalezamiento tardío.

4.2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA DETERMINACIÓN DEL ENMALEZAMIENTO

Cabe aclarar que pese a que se realizaron 8 muestreos (8 fechas de evaluación), en el análisis estadístico sólo se detectaron efectos en los primeros cuatro.

El que no se observe ningún efecto a partir de la cuarta evaluación no es llamativo. Precisamente al momento de la cuarta evaluación se realizó el tratamiento herbicida el que actuando sobre el bajo enmalezamiento presente resultó en muy buenos niveles de control. Así en las próximas evaluaciones no existía o existía mínimo enmalezamiento en el que realizar las determinaciones.

En la primera fecha de evaluación, a los 56 días post-siembra el ANAVA sólo detectó efectos en *Echinochloa sp.* (capín) lo cual era de esperar siendo que esta especie era la maleza predominante, representando tal como puede observarse en la Figura 4 a continuación, un 45% del total. De las restantes sólo las crucíferas alcanzaron una presencia significativa (25%).

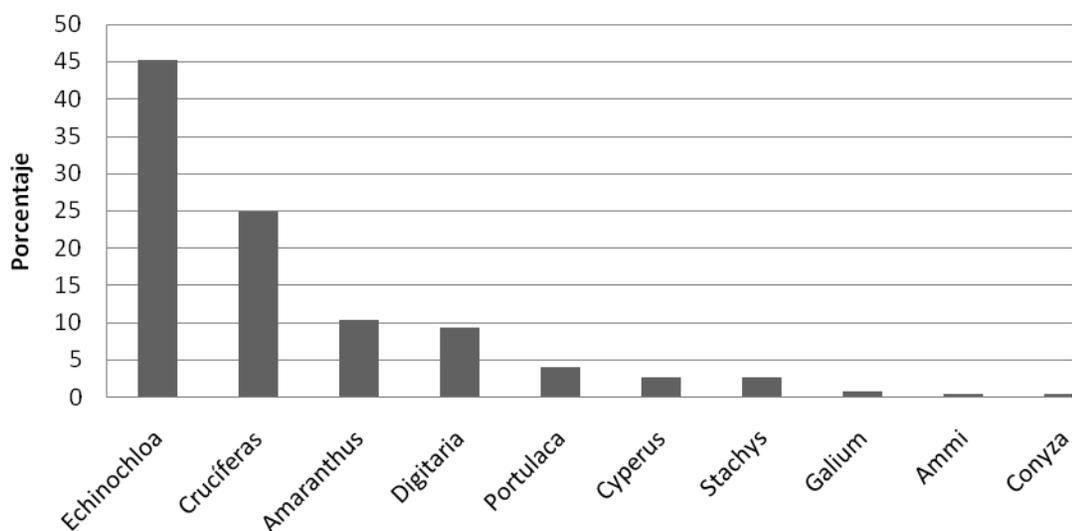


Figura 4. Contribución porcentual de las distintas especies de malezas al momento de la primera evaluación (56 dps).

En capín, el ANAVA sólo detectó efectos de la distancia entrehileras y ningún efecto para cultivar, resultando la cantidad de plantas de maleza similares tanto en Don Mario 5.8i como en Nidera A 5909 ($p > 0.10$).

Los efectos de la distancia entrehileras se constataron tanto a nivel del total de plantas ($p < 0.01$) como a nivel de la suma de plantas con 3 hojas, 4 hojas y macolladas ($p < 0.001$) (Figura 3).

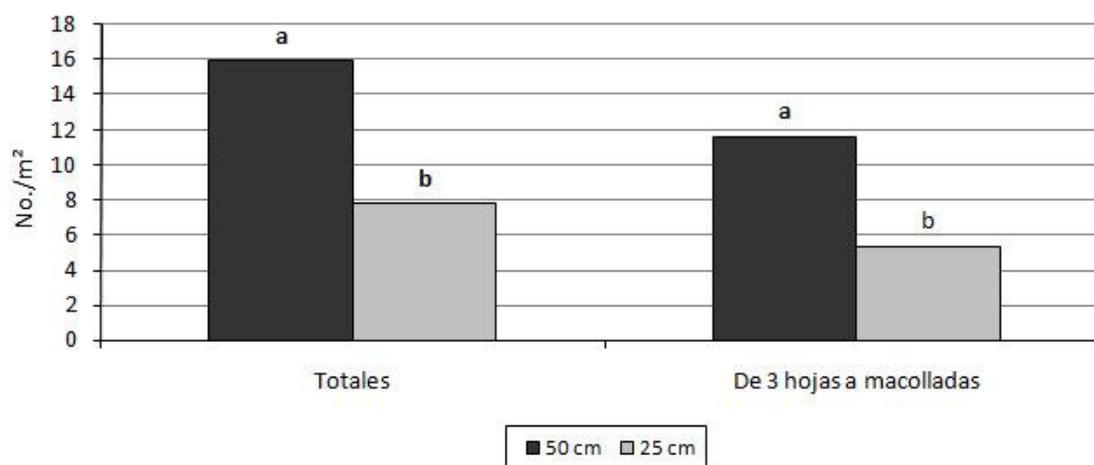


Figura 5. Población de *Echinochloa* sp. por m² según distancia entre hileras en la fecha 1 (56 dps).

Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0.05$)

Como puede observarse, se comprobaron disminuciones muy similares en el total de la población de la maleza (55%) y a nivel del total de las plantas con mayor desarrollo (54%) en el momento de la evaluación (de 3 hojas a macolladas).

Por otra parte, considerando que en ambas distancias la proporción de las plantas con mayor desarrollo fue también similar resultando un 70% a 25 cm y un 73% a 50 cm, puede inferirse que el mayor efecto de la disminución del entresurco opera a nivel de la implantación de la maleza y no parece afectar el desarrollo de las que se implantan que terminan contribuyendo con iguales proporciones.

En la segunda evaluación (65 dps) tampoco se detectó efecto de cultivar y el efecto de la distancia entresurco se comprobó, al igual que en la primera evaluación, sólo en *Echinochloa* sp., quien continuaba siendo el principal componente del enmalezamiento con una contribución del 49% en esta ocasión. Las crucíferas que constituyeron la segunda maleza en importancia en la fecha anterior, también lo son en esta evaluación con exacto igual aporte porcentual (25%).

La reducción en la densidad total de capín en el tratamiento a 25 cm (Figura 6) fue similar a la observada en la primera evaluación (47%) así como

las reducciones en las plantas más desarrolladas (47%) y las plántulas (56%). La proporción de adultas es en esta oportunidad de 88% en ambas distancias.

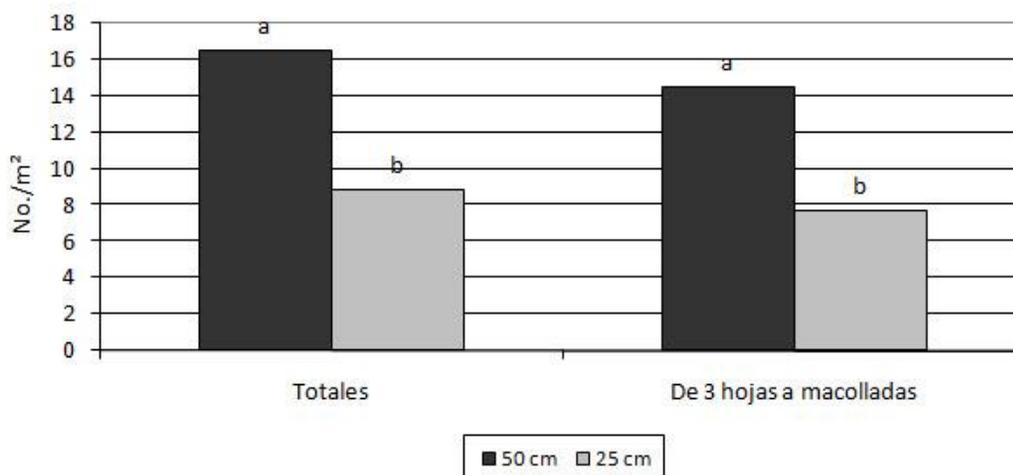


Figura 6. Población de *Echinochloa* sp. por m² según distancia entrehileras en la fecha 2.

Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

Como puede deducirse, el flujo de emergencias disminuye como era esperable y los enmalezamientos se componen mayoritariamente de plantas más desarrolladas aunque conservando las contribuciones por estado que se evaluarán en la primera determinación.

En la tercera evaluación, 5 días posteriores a la segunda, *Echinochloa* sp. mantenía igual contribución al total del enmalezamiento que la observada en los muestreos anteriores (48%) y también presentó efecto de la distancia entresurco ($p < 0.03$).

Cabe aclarar que en este muestreo todas las plantas de capín se encontraban en 3 hojas, 4 hojas o macolladas, no habiéndose constatado nuevas emergencias y por lo tanto la reducción que se determinara en la población de esta maleza (51%) se correspondió totalmente con la variación en las plantas con 3 hojas, 4 hojas y macolladas (Figura 7).

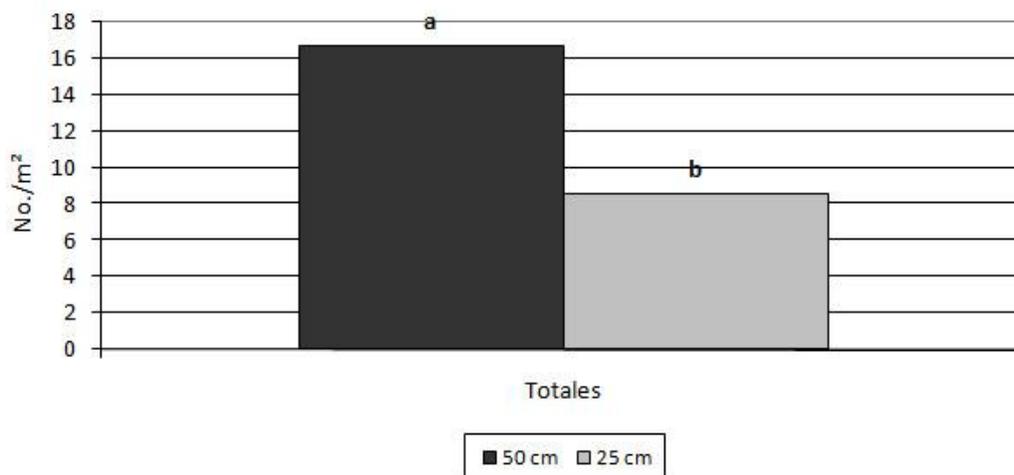


Figura 7. Población de *Echinochloa* sp. por m² según distancia entre hileras en la fecha 3.

Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0.05$)

El 29 de diciembre cuando se procediera al cuarto muestreo, capín constituía sólo 16 % de la densidad total del enmalezamiento. Es importante comentar que pese a las restantes malezas constituir el 84% de la población su contribución era menor pues se trataba fundamentalmente de nuevas emergencias (Figura 8) muy posiblemente en respuesta a las lluvias registradas en los días previos. Capín, en función de su alta proporción de plantas con mayor desarrollo, era la maleza realizando la mayor cobertura del suelo así como también una mayor competencia hacia el cultivo (Foto 1).

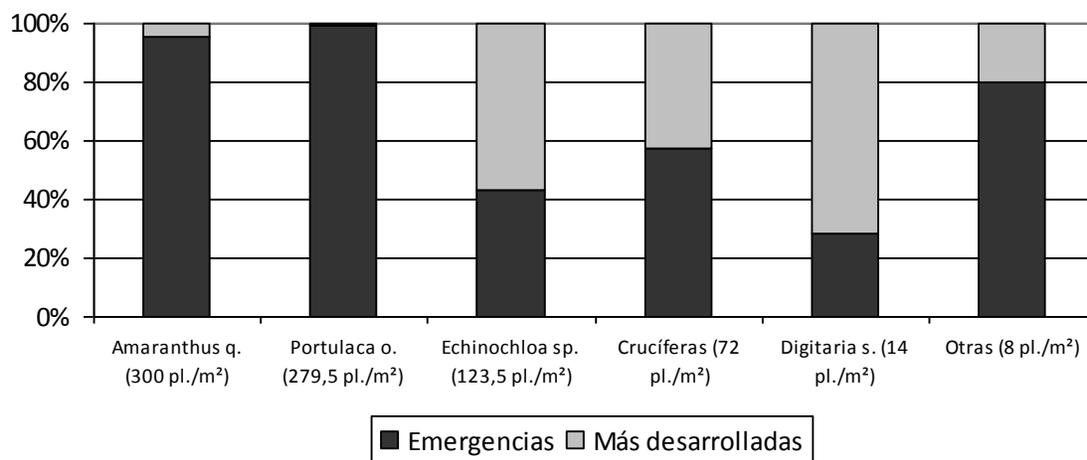


Figura 8. Contribución de las principales especies en porcentaje en la fecha 4.

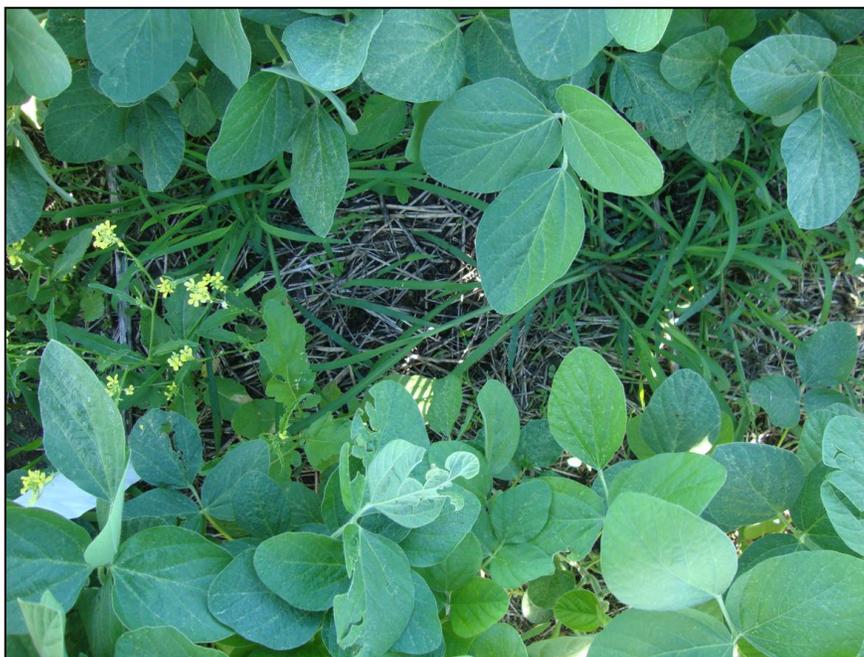


Foto 1. Cobertura de malezas en el entresurco en la fecha 4.

En esta evaluación el ANAVA detectó efectos de cultivar en crucíferas además de efectos de la distancia entresurco tanto en crucíferas a nivel de tendencia ($p < 0.10$) como a nivel de *Echinochloa sp.* ($p < 0.05$).

En crucíferas tanto en el total menos las emergencias ($p < 0,04$) como en el total de plantas con 2 a 6 hojas ($p < 0.05$) la densidad fue 57% y 73% superior en el cultivar Nidera A que en el cultivar Don Mario respectivamente (Figura 9).

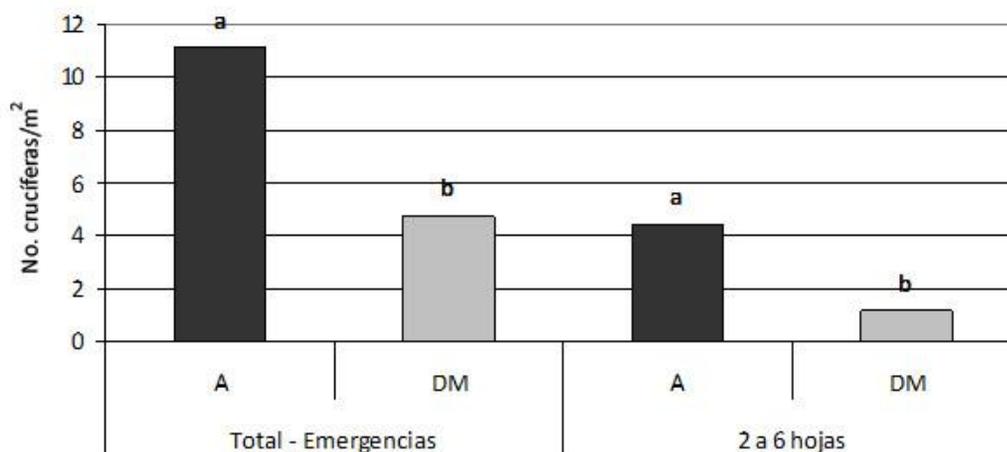


Figura 9. Efecto del cultivar en la densidad de crucíferas en la fecha 4.

Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$)

Si bien existen reportes de efectos diferenciales en cultivares de soja sobre el crecimiento de varias malezas (Jourdan, 1992), resulta difícil encontrar una explicación lógica en este caso en el que no hubo consistencia en la detección del efecto y el mismo sólo fue observado en una especie de las componentes del enmalezamiento y tardíamente en el ciclo del cultivo. De todas formas, el mayor número de crucíferas podría atribuirse a la diferencia estructural de ambos cultivares. Siendo Don Mario más frondoso, de mayor altura y con un mayor crecimiento inicial que Nidera A.

Fleck et al. (2006) estudiando la capacidad de supresión de 11 cultivares de soja sobre una maleza crucifera (*Brassica sp.*) encontró importante variabilidad en esta característica y tal lo comprobaron trabajos anteriores (Jannink et al., citados por Fleck et al., 2006) la capacidad resulta básicamente asociada a características del crecimiento temprano de la soja. También la investigación de Aluko Olubunmi et al. (2012) refiere a efectos tempranos en el ciclo del cultivo. Este autor encontró que cultivares de soja son

capaces de expresar propiedades alelopáticas en la germinación de semillas y establecimiento de plántulas de ciertas malezas.

En cuanto al efecto de la distancia entresurco sobre las crucíferas sólo se encontró, como se mencionara, una tendencia y opuesta a lo que se venía observando en capín (Figura 10).

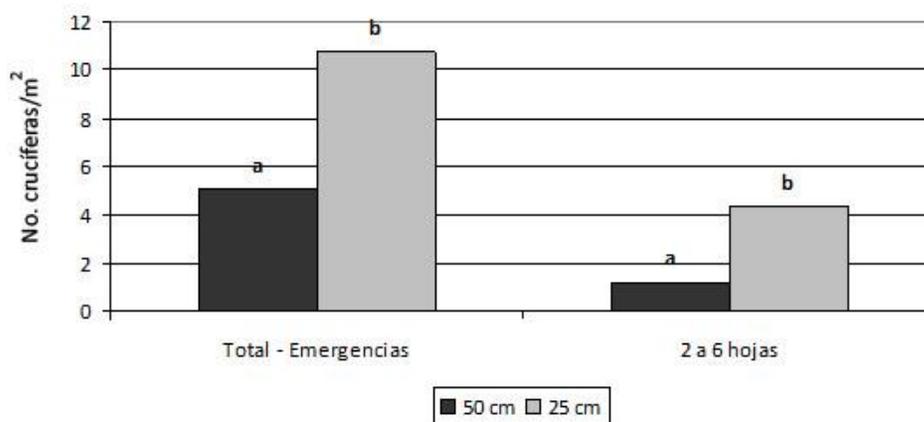


Figura 10. Efecto de la distancia entrehileras en la densidad de crucíferas en la fecha 4.

Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,10$)

Tal como se puede observar en la Figura 10 la densidad de crucíferas tanto de las plantas con 2 a 6 hojas como en el total (sin incluir emergencias) fue mayor en la distancia de 25 cm que a 50 cm. Una posible explicación para estos resultados podría ser el mayor espacio disponible para la implantación de crucíferas tardías debido a la menor cantidad de *Echinochloa sp.* presentes en el entresurco de 25 cm lo que disminuyendo las interferencias por espacio y luz. permite el establecimiento de otras especies. Este podría ser el caso de las crucíferas que aparentan haber respondido con importantes flujos de emergencias a las precipitaciones registradas en los días previos.

En capín, el efecto de la distancia entrehilera en esta cuarta fecha fue similar a lo que venía observándose (Figura 11).

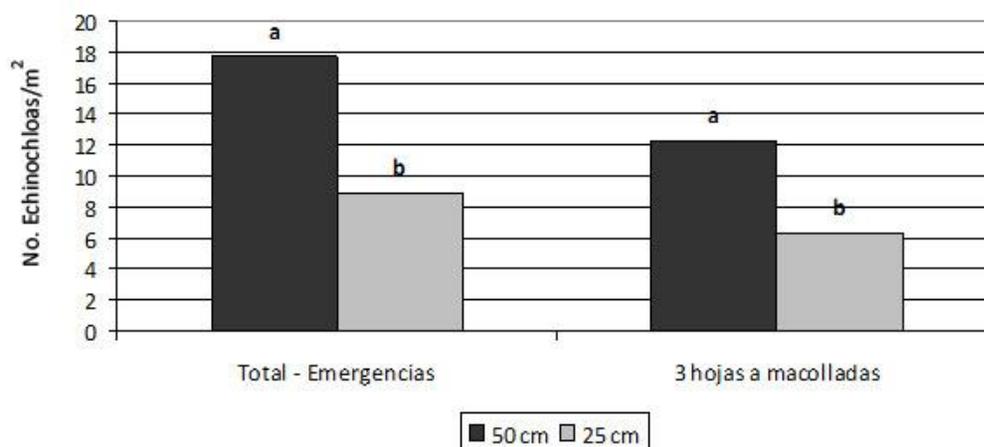


Figura 11. Efecto de la distancia entrehileras en la densidad de capín en la fecha 4.

Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$)

La reducción determinada en la densidad de capín en la distancia de 25 cm en los 2 grados de desarrollo analizados resultó muy similar a la estimada en las fechas anteriores, del orden de 50%, corroborando los efectos ya analizados.

Esta fecha coincidió con la aplicación del herbicida. Como puede deducirse a partir de los resultados, la condición del enmalezamiento en la soja con 25 cm de entresurco fue muy distinta de la que se encontraba en los tratamientos con 50 cm al momento del tratamiento herbicida.

En el primer caso (25 cm), el total de plantas con desarrollo importante que pudieran presentar tolerancia a los herbicidas fue de 9 plantas.m². En las parcelas con 50 cm de entresurco este total promedió el doble, encontrándose 18 plantas.m² con este desarrollo. Diferencias como las descritas resultan de particular importancia cuando se considera la efectividad esperable de aplicaciones tardías como fue la presente.

Cabe destacar además, que pese a que el ANAVA no detectó efecto distancia entrehilera en las plantas de *Echinochloa sp.* más desarrolladas (encañadas y florecidas), lo cual puede ser debido al alto coeficiente de variación de la estimación y a que sólo representaban el 18 % de la población total de capín, éstas también mostraron el doble de plantas en los tratamientos con 50 cm que en los de 25 cm (5.4 vs. 2.6 plantas.m²).

Por último importa comentar que aún cuando se analizó la densidad total y por grado de desarrollo de las malezas *Digitaria sanguinalis*, *Amaranthus quitensis* y *Portulaca oleracea* el ANAVA no detectó ningún efecto de distancia entrehilera ni de cultivar en ninguna de estas variables.

4.3. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA EFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO HERBICIDA

Como se comentara en Materiales y Métodos, la efectividad del tratamiento herbicida se evaluó a través de la variación en el número de plantas comparando antes y después del tratamiento la que fue considerada como una estimación del control en el número de malezas y a través de lecturas de daño en las malezas.

El ANAVA para los resultados de control detectó efectos significativos sólo para la distancia entrehileras en las especies crucíferas ($p < 0.04$) y *Echinochloa sp.* ($p < 0.01$) que como se recordará constituían las 2 principales infestaciones en el área experimental.

En la mayor distancia, de 50 cm, se lograron mayores niveles de control y este efecto resultó particularmente notorio en el caso de capín, maleza en la que de controles de 54% se mejoró a controles superiores al 90% (Figura 12).

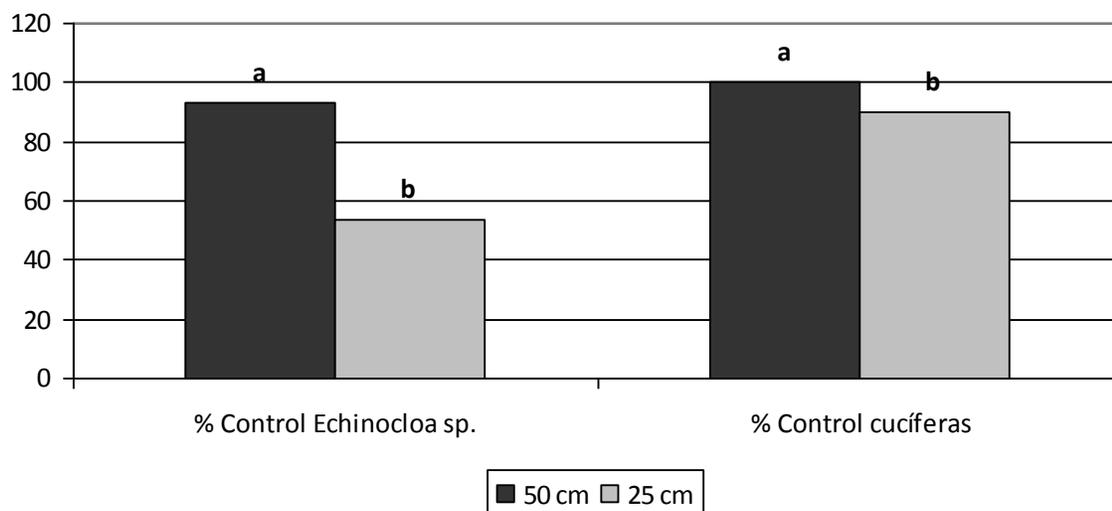


Figura 12. Porcentajes de control (reducción en número de plantas) según distancia entrehilera en las dos especies predominantes.

Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Cigana (2009), quién observó que al aumentar el espaciamiento entre hilera de 40 cm a 60 cm se obtuvo un mayor depósito de gotas/cm² (3,11 veces más). También Madalosso, citado por Cigana (2009) demostró que mayores distanciamientos entre hileras favorecen la penetración de gotas de la pulverización hacia el interior de la canopia, posibilitando así alcanzar el tercio inferior de la planta.

En cuanto a los resultados de daño no fue posible realizar análisis de varianza debido a la naturaleza de los datos con alta frecuencia de ceros y 100 en las observaciones.

Pese a lo expuesto el análisis descriptivo realizado explorando algunas medidas resumen y tablas de frecuencia permite realizar algunas consideraciones en relación a esta estimación.

Como puede verse en el Cuadro 3 a continuación, las medias para el resultado de la lectura de daño no mostraron grandes diferencias entre distancias ni entre cultivares, presentando en ambos casos una importante variabilidad en la estimación.

Cuadro 3. Resumen de los resultados de la estimación de daño.

| | | Media (%) | CV (%) | Mínimo | Máximo |
|------------------|-----------|-----------|--------|--------|--------|
| Cultivar | Nidera A | 59,59 | 60,75 | 0 | 100 |
| | Don Mario | 67,08 | 63,37 | 0 | 100 |
| Distancia | 50 cm | 64,06 | 60,31 | 0 | 100 |
| | 25 cm | 62,38 | 63,39 | 0 | 100 |

En el estudio de frecuencias particionando por distancia, que se muestra a continuación en el Cuadro 2, también se observaron similitudes entre ambas distancias. Valores muy semejantes de observaciones (un 43% en la distancia de 25 cm y un 50% en la distancia de 50 cm) alcanzaron porcentajes de control por encima del 80%.

Cuadro 4. Tabla de frecuencia de observaciones con niveles de daño de 0 a 20%, 20 a 40%, 40 a 60%, 60 a 80% y 80 a 100% para 25 cm y 50 cm de distancia entresurco.

| Distancia | Clase | Límite inf. | Límite sup. | Frecuencia |
|--------------|-------|-------------|-------------|------------|
| 50 cm | 1 | 0 | 20 | 0,13 |
| | 2 | 20 | 40 | 0,13 |
| | 3 | 40 | 60 | 0,25 |
| | 4 | 60 | 80 | 0,00 |
| | 5 | 80 | 100 | 0,50 |
| 25 cm | 1 | 0 | 20 | 0,21 |
| | 2 | 20 | 40 | 0,07 |
| | 3 | 40 | 60 | 0,14 |
| | 4 | 60 | 80 | 0,14 |
| | 5 | 80 | 100 | 0,43 |

En el caso de la partición por cultivar se encontraron mayores variaciones en los niveles de daño. En el cultivar Don Mario, una importante proporción de las observaciones (60%) superó el 80% de control mientras que en Nidera A sólo el 33% de las observaciones estuvieron entre 80 y 100% de control (Cuadro 5).

Cuadro 5. Tabla de frecuencia de observaciones con niveles de daño de 0 a 20%, 20 a 40%, 40 a 60%, 60 a 80% y 80 a 100% para los cultivares Don Mario y Nidera A.

| Cultivar | Clase | Límite inf. | Límite sup. | Frecuencia |
|------------------|-------|-------------|-------------|------------|
| Nidera A | 1 | 0 | 20 | 0,17 |
| | 2 | 20 | 40 | 0,08 |
| | 3 | 40 | 60 | 0,25 |
| | 4 | 60 | 80 | 0,17 |
| | 5 | 80 | 100 | 0,33 |
| Don Mario | 1 | 0 | 20 | 0,20 |
| | 2 | 20 | 40 | 0,10 |
| | 3 | 40 | 60 | 0,10 |
| | 4 | 60 | 80 | 0,00 |
| | 5 | 80 | 100 | 0,60 |

Resulta difícil explicar la diferencia observada entre ambos cultivares ya era de esperar que la mayor frondosidad de Don Mario evitara una penetración de las gotas tal, que permitiera obtener un nivel de daño por encima del 80% con tan alta frecuencia. Sin embargo, puede haber existido un complemento por parte del cultivo por una mayor cobertura.

4.4. ALGUNAS CONSIDERACIONES ADICIONALES RESPECTO A LOS EFECTOS DE LA DISTANCIA ENTREHILERAS

De los efectos evaluados se concluye que el acortamiento de la distancia entrehilera parece ser efectivo en disminuir la capacidad de interferencia del enmalezamiento, fruto de la reducción inicial en la implantación de malezas que resultó en menores densidades en la estimación de la fecha 4, al momento de realizar el tratamiento herbicida.

Por otra parte encontramos menores porcentajes de control a 25 cm que a 50 cm lo cual hace difícil concluir sobre cual debería ser la distancia a recomendar para el mejor manejo del enmalezamiento, máxime cuando no se realizaron estimaciones del rendimiento que podrían haber mejorado la interpretación de estos efectos opuestos.

De todas formas es muy posible que el efecto de mayor trascendencia y el que deba ser atendido con prioridad es la reducción de la interferencia efectiva lograda con el acortamiento del entresurco.

En la distancia de 25 cm, aún con menores porcentajes de control, la población de *Echinochloa sp.* en la fecha 5 (12 días post-aplicación del tratamiento herbicida) fue menor en las distancias de 25 cm que en las de 50 cm (Figura 13).

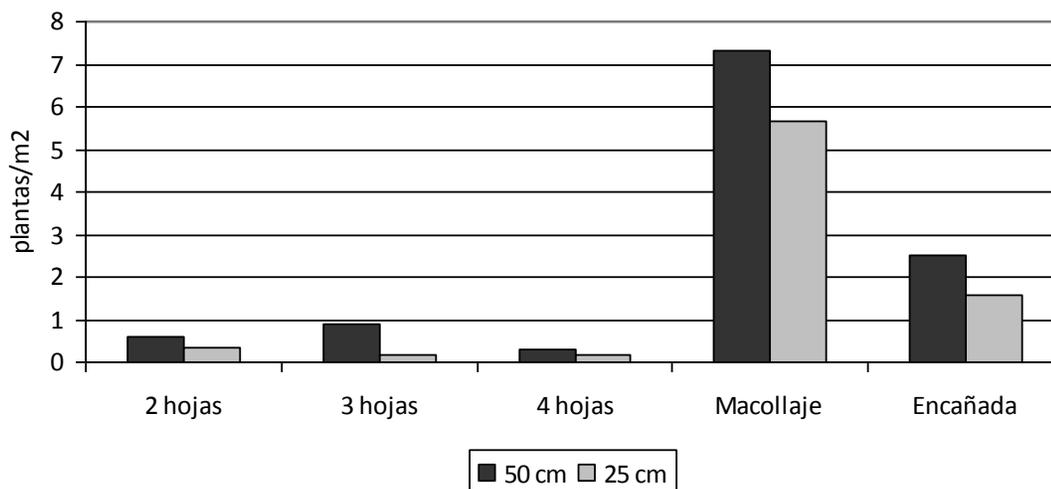


Figura 13. Densidad de capín (No. pls. m²) según distancia entrehilera en la fecha 5 (12 días post-tratamiento herbicida).

Como se observa la densidad total es un 32% menor en la distancia de 25 cm y fundamentalmente menores las densidades de las plantas sobrevivientes más desarrolladas (macolladas y encañadas) que son las que pueden representar algún riesgo de interferencia tardía.

La menor densidad de plantas sobrevivientes en los tratamientos de 25 son claramente el resultado de la disminución inicial de la población que operara en esta distancia. Esta disminución tuvo un impacto tal que logró compensar y aún anular las posibles limitantes en la intercepción de los herbicidas.

La interferencia de malezas inicial en las distancia entrehilera de 25 cm fue menor y la posible interferencia tardía que pueda existir post tratamiento herbicida muy posiblemente también lo sería en las condiciones del presente estudio. Estas consideraciones llevan a pensar que lo esperable sería que existiera una respuesta en el rendimiento del cultivo al acortamiento de la distancia entrehilera.

5. CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas de severa deficiencia hídrica al comienzo del período experimental condicionaron fuertemente la expresión del enmalezamiento y consecuentemente los resultados del presente estudio.

Las malezas predominantes en el experimento fueron *Echinochloa sp.* y crucíferas que representaron el 45% y 25% del total de la infestación respectivamente.

El acortamiento de la distancia entrehilera disminuyó la densidad del enmalezamiento resultando la población de *Echinochloa sp.* un 55%, 47%, 51% y 50% menor en la siembra a 25 cm que a 50 cm en las 4 fechas de evaluación realizadas previo al tratamiento herbicida.

El efecto del acortamiento de la distancia entrehilera fue principalmente temprano sobre la implantación de la maleza y no afectó el desarrollo de aquellas que lograron implantarse.

En la fecha 4 se encontró además efecto de cultivar en crucíferas, especie en la que la densidad fue significativamente reducida por el cultivar Don Mario.

En cuanto a la efectividad del tratamiento herbicida, se encontraron mayores niveles de control tanto en crucíferas como en capín, a 50 cm que a 25 y ningún efecto para el cultivar.

Pese al mejor comportamiento herbicida en la distancia de 50 cm, la densidad de capín 12 días post aplicación fue 32% menor a 25 que a 50, reflejando los beneficios de los efectos tempranos del acortamiento entrehilera.

6. RESUMEN

El experimento se realizó en un área del Campo Experimental de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía, en el departamento de Paysandú, Uruguay, durante el período de octubre 2010 a marzo 2011. El objetivo fue evaluar el efecto de 2 distancias entrehileras, 25 cm y 50 cm y 2 cultivares de soja (Don Mario 5.8i y Nidera A 5909) en el enmalezamiento y en la eficiencia del tratamiento herbicida post-emergencia en soja. El diseño experimental consistió en un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial de los tratamientos y 3 repeticiones. Las determinaciones consistieron en 8 evaluaciones del número de malezas diferenciado por especie y grado de desarrollo a intervalos periódicos en áreas fijas de 0,25 m² delimitadas al inicio del experimento. El tratamiento herbicida se realizó 78 días post-siembra y su efectividad se evaluó a través de estimaciones de control en número de plantas y lecturas de daño. El enmalezamiento en el experimento estuvo constituido principalmente por *Echinochloa* sp. y crucíferas quienes representaron el 45% y 25% del total de la densidad de la infestación respectivamente. El acortamiento de la distancia entrehilera disminuyó la densidad del enmalezamiento resultando la población de *Echinochloa* sp. un 55%, 47%, 51% y 50% menor a 25 cm que a 50 cm en las 4 fechas de evaluación realizadas previo al tratamiento herbicida. El efecto del acortamiento de la distancia entrehilera fue principalmente temprano sobre la implantación de la maleza y no afectó el desarrollo de aquellas que lograron implantarse. En la fecha 4 se encontró además efecto de cultivar en crucíferas, especie en la que la densidad fue significativamente reducida por el cultivar Don Mario. En cuanto a la efectividad del tratamiento herbicida, se encontraron mayores niveles de control tanto en crucíferas como en capín, a 50 cm que a 25 y ningún efecto para el cultivar. Pese al mejor control en la distancia de 50 cm, la densidad de capín 12 días post aplicación fue 32% menor a 25 que a 50, reflejando los beneficios de los efectos tempranos del acortamiento entrehilera.

Palabras clave: *Glycine max*; Distancia entrehilera; Cultivares; Herbicida post-emergente.

7. SUMMARY

The experiment was performed in a field of the Experimental Camp of the Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni", (Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay). Field studies were conducted during the period between October 2010 and March 2011 to determine the effect of row width (25 and 50 cm) with 2 soybean cultivars (Don Mario 5.8i and Nidera A 5909) on weeds population and the efficiency of the herbicide treatment in soybean. Consisted in a Randomized Complete Block Design with factorial arrangement of treatments and 3 repetitions. The determinations consisted in 8 evaluations of the number of weeds differentiated by species and the stage of growth at regular intervals in fixed areas of 0.25 m² defined at the beginning of the experiment. The herbicide treatment was done 78 days after sowing and the effect was evaluated through number of weeds controlled and reading the damage. The weed population consisted mainly in *Echinochloa* sp. and Cruciferae which represented the 45% and 25% respectively. The row width reduction decreased the weed population, in *Echinochloa* sp. was 55%, 47%, 51% and 50% less at 25 cm in the 4 dates evaluated before herbicide treatment. The effect of the reduction of row width was early on the weed implantation and did not affect the growth of those who could implant. On date 4, cultivar effect was also found on Cruciferae, where weed population was more reduced by Don Mario. Regarding the herbicide treatment effectiveness, higher control levels were found at 50 cm more than 25 cm on capin and Cruciferae, and no cultivar effect was found. Despite the better control at 50 cm, the capin population 12 days after herbicide treatment was 32% lower at 25 cm, showing the early benefits of the row width reduction.

Keywords: Glycine max; Row spacing; Cultivars; Post-emergent herbicide.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALTAMIRANO, A.; DA SILVA, H.; DURÁN, A.; ECHEVERRÍA, A.; PANARIO, D.; PUENTES, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay a escala 1:1000000. Montevideo, MAP. t. 1, 96 p.
2. ALUKO OLUBUNMI, A.; CHIKOYE, D.; SMITH MUFTAU, A. K. 2012. Effect of soybean (*Glycine max*) leaf extracts on germination and early growth of speargrass (*Imperata cylindrica* (L.) Reauschel. African Journal of Plant Science. 6(2):57-61.
3. BENNETT, A.C.; SHAW, D.R. 2000. Effect of Glycine max cultivar and weed control on weed seed characteristics. Weed Science. 48(4):431-435.
4. BRADLEY, K.W. 2006. Review of the effects of row spacing on weed management in corn and soybean. (en línea). Crop Management. 2006: s.p. Consultado 20 jul. 2011. Disponible en <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/review/2006/weed/>
5. BURNSIDE, O.C.; WICKS, G.A. 1972. Competitiveness and herbicide tolerance of sorghum yields. Weed Science. 20:314–316.
6. CAREY, J. B.; DEFELICE, M. S. 1991. Timing of chlorimuron and imazaquin application for weed control in no-till soybeans (*Glycine max*). Weed Science. 39:232–237.
7. CHANDLER, K.; SHRESTHA, A.; SWANTON, C.J. 2001. Weed seed return as influenced by the critical weed-free period and row spacing of no-till glyphosate-resistant soybean. Canadian Journal of Plant Science. 81:877–880.
8. CIGANA, M. 2009. Aplicações de fungicida para o controle da ferrugem asiática da soja e interações com diferentes arranjos espaciais da

cultura. Tesis Ing. Agr. Passo Fundo, RS, Brasil. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 62 p.

9. COUSENS, R.; WEAVER, S.E.; MARTIN, T.D.; BLAIR, A.M.; WILSON, J. 1991. Dynamics of competition between wild oats (*Avena fatua* L.) and winter cereals. *Weed Research*. 31:203–210.
10. CUDNEY, D.W.; LOWELL, S.; JORDON, S.; HALL, A.E. 1991. Effect of wild oat (*Avena fatua*) infestations on light interception and growth rate of wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Science*. 39:175–179.
11. DALLEY, C.D.; KELLS, J.J.; RENNER, K.A. 2004a. Effect of glyphosate application timing and row spacing on corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*) yields. *Weed Technology*. 18(1):165–176.
12. _____; _____; _____. 2004b. Effect of glyphosate application timing and row spacing on weed growth in corn. (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*. 18(1):177–182.
13. FLECK, N.G.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D. 2006. Interferencia de *raphanus sativus* sobre cultivares de soja durante a fase vegetativa de desenvolvimento da cultura. *Planta Daninha*. 24(3):425-434.
14. HALL, M.R.; SWANTON, C.J.; ANDERSON, G.W. 1992. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). *Weed Science*. 40:441–447.
15. HARDER, D.B.; SPRAGUE, C.L.; RENNER, K.A. 2007. Effect of soybean row width and population on weeds, crop yield, and economic return. *Weed Technology*. 21(3):744-752.
16. JORDAN, N. 1992. Differential interference between Soybean (*Glycine max*) varieties and common cocklebur (*Xanthium strumarium*). *Weed Science*. 40(4):614-620.
17. KIM, D.S.; MARSHALL, E.J.P.; BRAIN, P.; CASELEY, J.C. 2010. Effects of crop canopy structure on herbicide deposition and performance. *Weed Research*. 51:310–320.

18. KNEZEVIC, S.Z., EVANS, S.P.; BLANKENSHIP, E.E.; VAN ACKER R.C.; LINDQUIST J.L. 2002. Critical period for weed control; the concept and data analysis. *Weed Science*. 50:773–786.
19. _____.; _____.; MAINZ, M. 2003. Row spacing influences the critical timing for weed removal in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*. 17(4):666-673.
20. LEMERLE, D.; VERBEEK, B.; COUSENS R.D.; COOMBES N.E. 1996. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Research*. 36:505–513.
21. MELO, H.B.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; MIRANDA, G.V.; ROCHA, V.S.; SILVA, C.M.M. 2001. Efeitos de espaçamentos entre linhas, épocas de aplicação e doses de imazamox no manejo de plantas daninhas na cultura da soja. *Planta Daninha*. 19(2):229-234.
22. MICKELSON, J.A.; RENNER, K.A. 1997. Weed control using reduced rates of postemergence herbicides in narrow and wide row soybean. *Journal of Production Agriculture*. 10(3):431–437.
23. MULDER, T.A.; DOLL, J.D. 1993. Integrating reduced herbicide use with mechanical weeding in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 7:382–389.
24. NELSON, K.A.; RENNER, K.A. 1999. Weed management in wide- and narrowrow glyphosate-resistant soybean. *Journal of Production Agriculture*. 12:460–465.
25. NIETO, H.J.; BRONDO, M.A.; GONZALES, J.T. 1968. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. *PANS*. 14:159–166.
26. NORDBY, D.N.; ALDERKS, D.L.; NAFZIGER, E.D. 2007. Competitiveness with weeds of soybean cultivars with different maturity and canopy width characteristics. *Weed Technology*. 21(4):1082-1088.
27. NOTICIAS RURALES.COM.UY. 2011. Balance negativo de la campaña de soja. (en línea). Montevideo, UY, jun. 30: s.p. Consultado 20 oct. 2011. Disponible en <http://www.noticiasrurales.com.uy/general/nacionales/agricultura/balance-negativo-de-la-campana-de-soja/>

28. PANDEY, D.; SINGH, D.; TOMAR, P.K. 2004. Effect of date of sowing, row spacing and weed control practices on weed growth and productivity in soybean. *Annals of Agricultural Research. New Series.* 25(2): 335-337.
29. PAPA, J.C.; PONSÁ, J.C.; ROSSI, R.; CEPEDA, S. 1997. Malezas y su control. *In*: Giorda, L.; Baigorri, H. eds. *El cultivo de la soja en Argentina.* Córdoba, INTA. cap. 14, pp. 313-328.
30. PIRES, J.L.F.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D.; COSTA, J.A.; FLECK, N.G. 2001. Redução na dose do herbicida aplicado em pós-emergência associada a espaçamento reduzido da cultura de soja para controle de *Brachiaria plantaginea*. (en línea). *Planta Daninha.* 19(3):s.p. Consultado 15 ago. 2011. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582001000300005&lng=en&nrm=iso
31. PURICELLI, E.C.; FACCINI, D.E.; ORIOLI, G.A.; SABBATINI, M.R. 2003. Spurred anoda (*Anoda cristata*) competition in narrow- and wide-row soybean (*Glycine max*). *Weed Technology.* 17:446-451.
32. SEAVERS, G.P.; WRIGHT, K.J. 1999. Crop canopy development and structure influence weed suppression. *Weed Research.* 39:319–328.
33. STECKEL, L.E.; SPRAGUE, C.L. 2004. Late-season common waterhemp (*Amaranthus rudis*) interference in narrow- and wide-row soybean. *Weed Technology.* 18:947-952.
34. SWANTON, C.J.; WEISE, S.F. 1991. Integrated weed management: the rationale and approach. *Weed Technology.* 5:648–656.
35. TEASDALE, J. R. 1995. Influence of narrow row/high population corn (*Zea mays*) on weed control and light transmittance. *Weed Technology.* 9:113–118.
36. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. s.f. Precipitaciones acumuladas medias mensuales y anuales (mm). (en línea). Paysandú. s.p. Consultado 18 feb. 2012. Disponible en <http://eemac.edu.uy/index.php/servicios/estacion-meteorologica>

37. WICKS, G.A.; NORDQUIST, P.T.; HANSON, G.E.; SCHMIDT, J.W. 1994. Influence of winter wheat (*Triticum aestivum*) cultivars on weed control in sorghum (*Sorghum bicolor*). *Weed Science*. 42:27–34.
38. YELVERTON, F.H.; COBLE, H.D. 1991. Narrow row spacing and canopy formation reduces weed resurgence in soybeans (*Glycine max*). *Weed Technology*. 5:169-174.
39. ZIMDAHL, R.L. 1988. The concept and application of the critical weed-free period. In: Altieri, M.A.; Liebman, M. eds. *Weed management in agroecosystems; ecological approaches*. Boca Raton, FL, CRC. pp. 145–155.